



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL**



ISSN 1984-0829

**SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO
SOBRE MANEJO FLORESTAL**

Produção de Bens Materiais e Imateriais

**SANTA MARIA - RS - BRASIL
- 2008 -**

**Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal
Centro de Ciências Rurais
Universidade Federal de Santa Maria**

ISSN 1984-0829

SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL

4ª Edição

26 a 28 de novembro de 2008

**Paulo Renato Schneider
Frederico Dimas Fleig
César Augusto Guimarães Finger
Solon Jonas Longhi
Mauro Valdir Schumacher**

Santa Maria – RS – Brasil

2008

**Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Departamento de Ciências Florestais**

Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal


S612a	<p>Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal (4. : 2008 : Santa Maria, RS)</p> <p>Anais / Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal; comissão editorial Paulo Renato Schneider, Frederico Dimas Fleig, César Augusto Guimarães Finger, Solon Jonas Longhi, Mauro Valdir Schumacher. – Santa Maria: UFSM/CCR/Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, 2008. 484 p. : il.</p> <p>1. Engenharia Florestal 2. Manejo florestal 3. Silvicultura 4. Economia florestal 5. Sustentabilidade 6. Eventos I. Schneider, Paulo Renato ed. II. Fleig, Frederico Dimas ed. III. Finger, César Augusto Guimarães ed. IV. Longhi, Solon Jonas ed. V. Schumacher, Mauro Valdir ed. VI. Título</p> <p>CDU: 630*2 630*2(063)</p>
-------	--


Catálogo na publicação preparada por Luiz Marchiotti Fernandes
CRB-10/1160 – Biblioteca Setorial do CCR/UFSM


PROMOÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Universidade Federal de Santa Maria
Centro de Ciências Rurais
Campus da Universitário
97119-900 – Santa Maria – RS

 (0xx55) 220-8336

 (0xx55) 220-8336

 ppgef@.ccr.ufsm.br

APOIO

UFSM, BOKU, ÖAW, CAPES, DCFL, CEPEF, SOSEF

PATROCINADORES

CAPES, CREA/RS, MÚTUA, ARACRUZ, VCP, STORA ENZO,
AFUBRA, KLABIN, CAIXARS, STIHL, MASISA

COMISSÃO GERAL

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

COMISSÃO EDITORIAL

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger
Prof. Dr. Solon Jonas Longhi
Prof. Dr. Mauro Valdir Schumacher

COMISSÃO CIENTÍFICA

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger
Prof. Dr. Frederico Dimas Fleig
Prof. Dr. Mauro Valdir Schumacher
Prof. Dr. Solon Jonas Longhi
Prof. M.Sc. Luiz Ernesto Grillo Elesbão
Prof. Dr. Ivanor Muller

COMISSÃO TÉCNICA/APOIO

M.Sc. Gerson Luiz Selle
M.Sc. Paulo Sérgio Pigatto Schneider
Doutoranda Cibele Rosa Gracioli
Mestrando Cláudio Thomas
Mestrando Thiago Augusto da Cunha
Mestrando Marcio Viera
Mestranda Tatiane Chassot
Mestranda Ana Claudia Bentancor Araujo
Mestranda Juliana Garlet
Mestranda Suzana Ferreira da Rosa
Acad. Ednilson Liberalesso
Acad. Anelisa Pedroso Finger
Acad. Denise Andréia Szymczak
Acad. Débora da Silva Texeira
Acad. Mirian Lago Valente
Acad. Ana Claudia Spies
Acad. Daniele Guarienti Rorato
Acad. Mayara Dalla Lana
Acad. Guilherme Boeira Ivanov

“Os conceitos emitidos nos trabalhos são da inteira responsabilidade dos seus autores”.

PREFÁCIO

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, dentro de suas atribuições de ensino, pesquisa e extensão, tomou a iniciativa de promover o 4º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal como forma de incentivar o intercâmbio dos mais recentes resultados de pesquisas entre as instituições, empresas e profissionais participantes do evento.

Assim, o 4º Simpósio Latino-Americano Sobre Manejo Florestal teve por objetivo geral divulgar os mais recentes desenvolvimentos técnicos e científicos das instituições de pesquisa e empresas privadas na área de manejo florestal. No evento, procurou-se, principalmente, levantar, discutir e analisar os principais problemas relacionados ao manejo florestal, buscando promover a difusão e o intercâmbio de experiências entre os participantes.

O Simpósio, dirigido à comunidade técnico-científica contou com expressiva participação de representantes vinculados a instituições públicas e privadas, organismos governamentais e não-governamentais, profissionais e acadêmicos atuantes no setor florestal nacional e internacional.

Neste evento, os organizadores contaram com a participação de lideranças e especialistas que representam importantes instituições empresariais, técnico-científicas e governamentais do Brasil e do Exterior, em particular as empresas brasileiras atuantes no setor florestal, além dos segmentos de tecnologia industrial.

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

Coordenadores do Simpósio

FOREWORD

The graduate program in Forest Engineering of the Federal University of Santa Maria, according to its assigned knowledge, research and extension activities, has launched the 4th Latin-American Symposium on Forest Management so as to bring together researchers, professionals and technicians from institutions and enterprises.

In this way, the 4th Latin-American Symposium on Forest Management has as its major goal to show the newest technical and scientific developments achieved so far in the Forest Management field by both research institutions and private companies. The event was focused on discussing and analyzing the main problems related to Forest Management, aiming at the interchange of experiences by the attendees.

The symposium was addressed to the technical and scientific community. There was a significant participation of leaders and specialists from public and private institutions, governmental and nongovernmental organizations, professionals and academicians working in the forestry sector, either on a national or on an international level

The organizers express their gratitude to all the participants, especially, to the speakers, debaters and sponsors of the event.

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger

Symposium Coordinators

SUMÁRIO / CONTENTS

Página

TRABALHOS VOLUNTÁRIOS / CONTRIBUTED PAPERS:

INCREMENTO DIAMÉTRICO DO TRONCO DE ÁRVORES DE *Apeiba tibourbou* Aubl. E RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO ANUAL NA FLORESTA AMAZÔNICA OCIDENTAL DO ESTADO DO ACRE, BRASIL 1

TRUNK DIAMETER INCREMENT OF *Apeiba tibourbou* Aubl. TREES AND ITS RELATIONSHIP WITH THE ANUAL PRECIPITATION OF WESTERN AMAZONIAN FOREST, STATE OF ACRE, BRAZIL

Philippe R. C. Soares; Moisés S. Lobão; Solaine G. Costa; Jedi R. Avarado; Mario Tomazello Filho; Elder F. Morato

ABUNDÂNCIA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE *Tabebuia chrysotricha* NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL 8

NATURAL REGENERATION ABUNDANCE OF *Tabebuia chrysotricha* IN THE CENTRAL DEPRESSION OF THE RIO GRANDE DO SUL

Daniele Guarienti Rorato; Kelen Haygert Lencina; Paulo Renato Schneider

DIFERENTES ESTRATEGIAS DE AJUSTE DE MODELOS HIPSOMETRICOS EM PLANTIOS DE *Eucalyptus* spp. 16

DIFFERENT STRATEGIES FOR ADJUSTMENT OF HYPSONOMETRIC MODELS ON STANDS OF *Eucalyptus* spp.

Andressa Ribeiro; Antonio Carlos Ferraz Filho; José Márcio De Mello; Maria Zélia Ferreira

ESTRUTURA E ECOLOGIA DE POPULAÇÕES DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM FRAGMENTO DE MATA CILIAR 23

STRUCTURE AND ECOLOGY OF POPULATIONS OF ARBOREAL SPECIES IN FRAGMENT OF RIPARIAN FOREST

Angela Luciana De Ávila; Maristela Machado Araújo; Ezequiel Gasparin; Clarice Maboni De Ameida; Marta Volpato Scoti

AVALIAÇÃO DE MODELOS LINEARES E NÃO LINEARES APLICADOS NA ESTIMATIVA DO VOLUME DE *Toona ciliata* var. *australis*. F.Muell. 30

EVALUATE OF THE NON-LINEAR AND LINEAR MODELS APPLIED TO ESTIMATE THE VOLUME OF *Toona ciliata* var. *australis*. F.Muell.

Augusto Morais Ferrão; Samuel De Pádua Chaves E Carvalho; Natalino Calegario

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Acacia mearnsii* De Wild. – Fabaceae, SUBMETIDAS AO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO 36

EVALUATION OF THE PHYSIOLOGIC AND SANITARY QUALITY OF *Acacia mearnsii* De Wild. - Fabaceae, SEEDS SUBMITTED TO THE ACCELERATED AGING TEST.

Caciara Gonzatto Maciel; Angelina Mieth; Graziela Piveta; Marília Lazarotto; Marlove Fátima Brião Muniz; Elena Blume

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA POVOAMENTO DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DA IDADE 43

DIAMETER DISTRIBUTION TO STAND OF *Pinus taeda* TO DIFFERENTS AGES

SELEÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A OBTENÇÃO SIMULTÂNEA DE MÚLTIPLOS VOLUMES EM ÁRVORES DE *Acacia mangium* 50

SELECTION OF EQUATIONS FOR OBTAINING SIMULTANEOUS MULTIPLE VOLUMES IN TREES OF *Acacia mangium*

Dalton Henrique Ângelo; Helio Tonini

FENOLOGIA, SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES E COLETA DE SEMENTES DE <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	57
PHENOLOGY, SELECTION OF MAIN TREES AND COLLECTION OF SEEDS <i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan IN THE RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL	
Dane Block Araldi; Ervandil Correia Costa; Berta Maria Heinzmann; Danilo Boanerges Souza; Evangelus Furian Araldi; Roberto Trevisan	
FENOLOGIA, SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES E COLETA DE SEMENTES DE <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	63
PHENOLOGY, SELECTION OF MAIN TREES AND COLLECTION OF SEEDS <i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub IN THE RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL	
Dane Block Araldi; Ervandil Correia Costa; Danilo Boanerges Souza; Roberto Trevisan; Pietro Furian Araldi; Leonardo Mortari Machado	
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR A PARTIR DA ESPESSURA DO ALBURNO PARA UM POVOAMENTO DE <i>Eucalyptus</i> sp., SANTA MARIA - RS.	69
LEAF AREA ESTIMATING STARTING OF THE SAPWOOD THICKNESS FOR A <i>Eucalyptus</i> sp. STANDS, SANTA MARIA - RS.	
Dane B. Araldi; Denise E. Ceconi; Mauro V. Schumacher; Analissa P. Prado; Marta S. V. Scotti; Tiago A. Da Cunha; Vicente G. Lopes; João Meira	
ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR A PARTIR DA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA UM POVOAMENTO DE <i>Pinus elliotii</i> Engelm., SANTA MARIA - RS.	75
LEAF AREA ESTIMATING FROM THE WOOD PRODUCTION FOR A <i>Pinus elliotii</i> Engelm. STANDS, SANTA MARIA - RS.	
Dane B. Araldi; Denise E. Ceconi; Mauro V. Schumacher; Analissa, P. Prado; Marta S. V. Scotti; Tiago A. Da Cunha; Vicente G. Lopes; João Meira	
ANÁLISE DA ESTRUTURA, DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA E ESPACIAL DE UMA FORMAÇÃO SECUNDÁRIA NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, NOVA PRATA - RS	81
ANALYSIS OF THE STRUCTURE, SPATIAL AND DIAMETRIC DISTRIBUTION IN A SECONDARY FORMATION IN THE MIXED OMBROPHYLUS FOREST, IN NOVA PRATA - RS	
Débora Bortoli Sartori; Jaciane Xavier Bressiani; Régis Villanova Longhi; Solon Jonas Longhi	
CLASSIFICAÇÃO DOS SÍTIOS FLORESTAIS PARA POVOAMENTOS DE <i>Eucalyptus urophylla</i> NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE GOIÁS	88
CLASSIFICATION OF THE FOREST SITE FOR STANDS OF <i>Eucalyptus urophylla</i> IN THE NORTHERN REGION OF THE STATE OF GOIÁS	
Eder Pereira Miguel; Sebastião Do Amaral Machado; Afonso Figueiredo Filho; Julio Eduardo Arce	
ESTABELECIMENTO DE POVOAMENTOS NATURAIS DE CANDEIA <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeisch EM ÁREAS MARGINAIS A FRAGMENTOS NATIVOS UTILIZANDO DISPERSÃO NATURAL	95
ESTABLISHMENT OF CANDEIA <i>Eremanthus erythropappus</i> (DC.) MacLeisch STANDS IN THE EDGE OF NATIVE FRAGMENTS USING NATURAL DISPERSION	
Gabriel William Dias Ferreira; Ivonise Silva Andrade Ribeiro; José Roberto Soares Scolforo	
AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE PARICÁ (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby) EM PLANTIO IRRIGADO NO ESTADO DO PARÁ	100
ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE OF PARICÁ (<i>Schizolobium parahyba</i> var. <i>amazonicum</i> (Huber ex Ducke) Barneby) PLANTING IRRIGATED IN THE STATE OF PARÁ	
Ezequiel Gasparin; Maristela Machado Araujo; Marcela Gomes Da Silva; João Olegário Pereira De Carvalho; Josué Evandro Ribeiro Ferreira; Raimundo Nonato Jesus Dos Santos	
AVALIAÇÃO DE ÍNDICES DE COMPETIÇÃO INDEPENDENTES DA DISTÂNCIA EM PLANTIOS DE EUCALIPTO	107

EVALUATION OF DISTANCE-INDEPENDENT COMPETITION INDEX IN EUCALYPTUS PLANTATIONS

Fabrina Bolzan Martins; Carlos Pedro Boechat Soares; Marcio Leles Romarco De Oliveira; Marco Antônio Amaro

QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO EM MATA CILIAR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS. 114

QUANTIFICATION OF THE CARBON STOCK OF RIPARIAN FORESTS IN THE WATERSHED OF SÃO FRANCISCO RIVER, MINAS GERAIS.

Flávia Nascimento De Souza; Ana Luiza Rufini; Antônio Carlos Ferraz Filho; José Roberto Soares Scolforo

CARACTERÍSTICAS DA COPA DA CASTANHA-DO-BRASIL E SUAS RELAÇÕES COM O DIÂMETRO DO TRONCO 120

BRAZIL NUT CROWN CHARACTERISTICS AND STEM DIAMETER RELATIONSHIPS

Helio Tonini; Luiz Augusto Melo Shwengber; Rafael Turcatel

ESTUDO DAS CORRELAÇÕES E ESTIMATIVAS DE PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE MADEIRAS BRASILEIRAS COM APTIDÃO AO MANEJO FLORESTAL 126

STUDY OF THE CORRELATIONS AND ESTIMATES OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BRAZILIAN WOOD WITH CAPACITY TO FOREST MANAGEMENT

Henrique José Borges De Araujo

INFLUÊNCIA DA CALAGEM E DA ADUBAÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ERVA-MATE 133

INFLUENCE OF CALAGEM AND MINERAL FERTILIZATION ON THE GROWTH OF ERVA-MATE SEEDLINGS

Igor Poletto; Marlove Fátima Brião Muniz; Denise Ester Ceconi; Maristela Machado Araujo; Roselene Marostega Felker; Ricardo Mezzomo

VARIAÇÃO RADIAL DO COMPRIMENTO E DO DIÂMETRO DAS FIBRAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus dunnii* Maiden 140

RADIAL VARIATION OF FIBER LENGTH AND DIAMETER OF THE WOOD OF *Eucalyptus dunnii* Maiden

Joel Telles de Souza; Paulo Roberto Magistrali; Daniela Cosseau; Rômulo Trevisan; Clovis Roberto Haselein

QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL EM PLANTIO DE *Hovenia dulcis* Thunb., NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA FEPAGRO – SANTA MARIA – RS. 147

QUANTIFICATION OF THE COMBUSTIBLE MATERIAL IN PLANTIO *Hovenia dulcis* Thunb., IN THE EXPERIMENT STATION OF FEPAGRO - SANTA MARIA - RS.

Kátia Simone Backes; Maria Raquel Kanieski; Tatiane Chassot; Leonardo Zanella Giacomolli; Luiz Antônio Jacques de Albernard; Mauro Valdir Schumacher

ESTRUTURA VERTICAL NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL NO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS-PR 152

MIXED FOREST VERTICAL STRUCTURE IN A FAXINAL SYSTEM AT REBOUÇAS – PR

Luciano Farinha Watzlawick; Jey Marinho de Albuquerque; Raul Silvestre; Álvaro Felipe Valério; Henrique Soares Koehler; Daniel Sauerenssig

INFLUÊNCIA DOS PLANOS ECONÔMICOS E ANÁLISE COMPARATIVA DOS PREÇOS DO CARVÃO VEGETAL E DO PETRÓLEO 159

INFLUENCE DOS ECONOMICAL PLANS AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PRICES OF THE CHARCOAL AND OF THE PETROLEUM

Luiz Moreira Coelho Junior; José Luiz Pereira de Rezende; Luís Antônio Coimbra Borges

VOLUME, BIOMASSA E CARBONO NAS FLORESTAS ÀS MARGENS DA RODOVIA BR 364 NO ACRE (AC) 165

VOLUME, BIOMASS AND CARBON STOCK IN THE FORESTS OF HIGHWAY BR 364 IN THE ACRE (AC)

Marco Antonio Amaro; Fabrina Bolzan Martins; Tarcísio José Gualberto Fernandes

ANÁLISE DE DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO E FORMAS DE APLICAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et EM LAGES, SANTA CATARINA 172

ANALYSIS OF DIFFERENT FERTILIZATION CONCENTRATIONS AND APPLICATION METHODS ON IMPLANTATION OF *Eucalyptus benthamii* Maiden et in LAGES, SANTA CATARINA

Marcos Felipe Nicoletti; André Felipe Hess; Mário Dobner Jr.

FENOLOGIA E INCREMENTO EM DIÂMETRO DO TRONCO DE ÁRVORES DE *Cedrela* sp., *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. e *Apeiba tibourbou* Aubl. NOS DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS, NO ESTADO DO ACRE, BRASIL 178

PHENOLOGY AND INCREMENT IN THE DIAMETER OF THE LOG OF TREES DE *Cedrela* sp., *Ochroma pyramidale* (Cav. ex Lam.) Urb. and *Apeiba tibourbou* Aubl. IN DIFFERENT PERIODS SEASONALLY IN THE STATE OF THE ACRE

M.S. Lobão; A. Cavalcante; C.S. Lisi; M. Tomazello Fo; E.F. Morato

DIVERSIDADE E ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL NO MUNICÍPIO DE LAGES, SC 184

DIVERSITY AND DIAMETER STRUCTURE OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST REMNANT IN LAGES, SC

Paulo Henrique Xavier Ramos; Cilmar Dalmaso; André R. Terra Nascimento; Alexandre Ferreira de Macedo

CRESCIMENTO E RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. NA MARGEM DO RIO URUGUAY, ARGENTINA 190

GROWTH AND PROFITABILITY OF *Pinus taeda* L. PLANTATIONS IN THE URUGUAY RIVER BORDER, ARGENTINE

Raúl Vicente Pezzutti; Frederico Dimas Fleig; Paulo Renato Schneider; Silvana Lúcia Caldato

DESENVOLVIMENTO E CONTEÚDO MINERAL DE MUDAS DE *Pinus elliottii* Engelm. PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS A BASE DE TURFA 197

DEVELOPMENT AND MINERAL CONTENT OF *Pinus elliottii* Engelm. SEEDLINGS PRODUCED IN DIFFERENT PEAT SUBSTRATA

Rodrigo Thomas; Juarez Iensen Pedroso Filho

EQUAÇÕES DE BIOMASSA E CARBONO PARA ÁRVORES DE *Populus* sp. 205

BIOMASS AND CARBON CONTENT EQUATIONS FOR *Populus* sp.

Rafaelo Balbinot; Raul Silvestre; Henrique Soares Koehler; Carlos Roberto Sanquetta; Ana Paula Dalla Côte

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE UM REMANESCENTE DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SÃO FRANCISCO DE PAULA-RS 210

FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURE OF A REMANECENT IN AN OMBROPHYLOUS MIXED FOREST AT SÃO FRANCISCO DE PAULA –RS

Rafael Marian Callegaro; Cristina Gouvêa Redin; Cibele Rosa Gracioli; Solon Jonas Longhi; Régis Villanova Longhi; Mônica Pissatto

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM CAPÕES E MATA DE GALERIA NA SERRA DO SUDESTE – RS 217

PHYTOSOCIOLOGICAL PARAMETERS OF ARBOREAL SPECIES IN COPSES AND GALLERY FOREST IN SERRA DO SUDESTE – RS

Rafael Marian Callegaro; Cibele Rosa Gracioli; Solon Jonas Longhi; Fausto Camargo

EVOLUÇÃO DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO 223

EVOLUTION THE BRAZILLIAN FORESTRY SECTOR

Rafael Rodolfo de Melo; Diego Martins Stangerlin; Marcos Theodoro Müller; Rafael Beltrame; Romulo Trevisan; Darci Alberto Gatto; Elio José Santini; Clovis Roberto Haselein

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO IMPACTO DA MADEIRA DE *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch 230

DETERMINATION OF THE IMPACT RESISTANCE OF THE WOOD OF *Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch

Rafael Beltrame; Darci Alberto Gatto; Clovis Roberto Haselein; Rômulo Trevisan; Diego Martins Stangerlin; Rafael Rodolfo Melo; Karina Soares Modes

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ANÁLISE ESTRUTURAL DE UM REMANECENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA SOB INFLUENCIA DE BAMBUSOEDEAE EM TIMBÓ GRANDE-SC 235

FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURAL ANALYSIS OF A REMAINING PORTION OF MIXED FOREST UNDER INFLUENCE OF BAMBUSOEDEAE AT TIMBÓ-SC-BRAZIL

Raul Silvestre; Luciano Farinha Watzlawicki; Álvaro Felipe Valério; Henrique Soares Koehler; Daniel Saueressig; Qohélet José Ianiski Veres

PRODUCCIÓN DE MADERA COMERCIAL Y RESIDUOS FORESTALES DEL PRIMER RALEO EN POBLACIONES DE *Pinus elliotii* 242

PRODUCTION OF COMMERCIAL WOOD AND FOREST DEBRIS OF THE FIRST THINNING IN *Pinus elliotii* STANDS

S. Rebottaro; D. Cabrelli; A. Acqualagna; A. Valente A. Alonso Galland

ESTRUTURA E PRODUÇÃO DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA – RS 248

STRUCTURE AND YIELD OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST REMNANT AT SÃO FRANCISCO DE PAULA’S FLONA – RS

Régis Villanova Longhi; Solon Jonas Longhi; Paulo Renato Schneider; Débora Bortoli Sartori; Marcelo Krug

EFEITO DA DECOMPOSIÇÃO DE PARÂMETROS NA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA *Toona ciliata* var. *australis* F.Muell. 255

EFFECT OF PARAMETERS DECOMPOSITION IN THE HISPSOMETRIC RELATIONSHIP FOR *Toona ciliata* var. *australis* F.Muell.

Samuel de Pádua Chaves e Carvalho; Mariana Peres de Lima; Natalino Calegario; Nory Daniel de Carvalho Erazo; Romulo Barbosa Veloso

FATORES E QUOCIENTES DE FORMA PARA BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Benth.) 263

FORM FACTORS AND FORM QUOTIENTS FOR *Mimosa scabrella* Benth.

Sebastião do Amaral Machado; Saulo Jorge Téó; Edilson Urbano; Marco Aurélio Figura; Luís César Rodrigues da Silva; Lorena Stolle

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE N-P-K NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE *Cedrela fissilis* Vell. (CEDRO) 269

INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF N-P-K IN THE GROWTH OF SEEDLINGS OF THE *Cedrela fissilis* Vell. (CEDRO)

Suelen Carpenedo Aimi; Clair Walker; Caren Daiana Perius; Angela Luciana de Avila; Maristela Machado Araújo; Suzane Bevilacqua Marcuzzo

PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DE PERNAMBUCO: PRIMEIRA AVALIAÇÃO 274

FORAGE PRODUCTIVITY IN AGROSILVIPASTORAL SYSTEM IN THE SEMIARID ZONE OF PERNAMBUCO: FIRST EVALUATION

Thainá Castillo Salin; Sônia Formiga de Albuquerque

SELECCIÓN DEL FACTOR DE AREA BASAL DEL RELASCOPIO DE BITTERLICH PARA EL MUESTREO DE UN RODAL DE <i>Pinus taeda</i> L. EN EL SUR DE BRASIL	279
BASAL AREA FACTOR SELECTION OF THE BITTERLICH RELASCOPIO TO THE TREE SAMPLING OF <i>Pinus taeda</i> L. IN THE SOUTH OF BRAZIL	
Thiago Augusto da Cunha; César Augusto Guimarães Finger	
EFEITO DA ADUBAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANAFÍSTULA (<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.)	286
EFFECT OF FERTILIZATION ON SEEDLING PRODUCTION OF CANAFÍSTULA(<i>Peltophorum dubium</i> (Spreng.) Taub.)	
Wesley Wilker Corrêa Moraes; Karla Campagnolo; Magnos Alan Vivian; Maristela Machado Araujo; Angela Luciana de Ávila; Angélica Polenz Wielewicki	
ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS E ASSOCIAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM FRAGMENTO DE FLORESTA RIPÁRIA, IJUÍ, RS	292
PHYTOSSOCIOLOGICAL ASPECTS AND ASSOCIATION OF ARBOREAL SPECIES IN FRAGMENT OF RIPARIAN FOREST, IJUÍ, RS	
Angela Luciana de Ávila; Maristela Machado Araújo	
AVALIAÇÃO DE PERCENTUAL DE PERDA DE MADEIRA EM <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>, EM FUNÇÃO DE PRESENÇA DE CERNE	298
EVALUATION OF PERCENT LOSS OF WOOD IN <i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>, DEPENDING ON THE PRESENCE OF HEARTWOOD	
Fernando da Silva; Andréia Pimentel; Ana Paula Dalla Corte; Carlos Roberto Sanquetta	
DETERMINAÇÃO DA ÉPOCA ADEQUADA E EXTENSÃO DO PERÍODO DE CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO EUCALIPTO EM CANDIOTA, RS, AOS 6 MESES DE IDADE	303
DETERMINATION OF SUITABLE AND LENGHT PERIOD OF WEED CONTROL IN 6 MONTHS EUCALYPTUS STANDS IN CANDIOTA, RS	
Eduardo Kneipp Londero; Mauro Valdir Schumacher; Francine Neves Calil; Luiz Otávio Ramos de Oliveira; Glodoaldo Arantes Ramiro;	
REGENERAÇÃO NATURAL DE <i>Ateleia glazioeiana</i> Baill. EM SUB-BOSQUE DE <i>Eucalyptus</i> sp. EM SANTA MARIA	309
NATURAL REGENERATION OF <i>Ateleia glazioveana</i> Baill. IN SUB-FOREST <i>Eucalyptus</i> sp. IN SANTA MARIA	
Mayara Dalla Lana; Elisabete Vuaden; Frederico Dimas Fleig; Gustavo Fernades da Silva; Jonas Flores Vargas	
RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E O ESTADO NUTRICIONAL DE <i>Eucalyptus saligna</i> NO EXTREMO SUL DO RIO GRANDE DO SUL	315
RELATIONSHIP BETWEEN SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND THE NUTRITIONAL STATUS OF <i>Eucalyptus saligna</i> IN EXTREME SOUTH OF RIO GRANDE DO SUL	
Márcio Viera; Darlan Michel Bonacina; Raquel Custódio D'Avila; Francine Neves Calil; Mauro Valdir Schumacher; Glodoaldo Arantes Ramires; Luiz Otávio de Oliveira Ramos	
EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS DE <i>Eucalyptus saligna</i> e <i>Eucalyptus urograndis</i> NO MUNICÍPIO DE PIRATINI, RIO GRANDE DO SUL	321
NUTRIENT UTILIZATION EFFICIENCY IN <i>Eucalyptus saligna</i> and <i>Eucalyptus urograndis</i> STANDS IN PIRATINI, RIO GRANDE DO SUL	
Márcio Viera; Darlan Michel Bonacina; Raquel Custódio D'Avila; Francine Neves Calil; Mauro Valdir Schumacher; Glodoaldo Arantes Ramires; Luiz Otávio de Oliveira Ramos	
DESEMPENHO DO <i>Pinus elliottii</i> EM SOLOS DEGRADADOS NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL	327

PERFORMANCE OF *Pinus elliottii* IN DEGRADED SOIL IN THE CENTRAL DEPRESSION OF RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

Anelisa Pedroso Finger; Paulo Renato Schneider; Paulo Sérgio Pigatto Schneider; Thiago Augusto da Cunha

SISTEMA DE GESTÃO DO MANEJO FLORESTAL NO ESTADO DE MATO GROSSO 333

FOREST MANAGEMENT SYSTEM IN THE STATE OF MATO GROSSO

Amanda Pereira Borges; Versides Sebastião Moraes e Silva; Chirle Colpini; Thelma Shirlen Soares; Danielle Parra Travagin

CUIDADOS COM O USO DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO NA ANÁLISE DO AJUSTE DE MODELOS VOLUMÉTRICOS 339

CAUTIONARY WITH THE USE OF COEFFICIENT OF DETERMINATION IN ANALYSIS OF VOLUMETRIC MODELS ADJUSTED

Gilson Fernandes da Silva; Vinicius Rocha Leite; Rafaella De Angeli Curto; Rômulo Mora; Leandro Tose Martins; Elter Martins do Santos; Carlos Pedro Boechat Soares

EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS PARA PLANTAÇÕES DE PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) NA REGIÃO DE PARAGOMINAS, PA 345

VOLUME EQUATIONS FOR PLANTATIONS OF PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) IN PARAGOMINAS REGION, PA

Gilson Fernandes da Silva; Raphael Gomes Hoffmann; Nilton César Fiedler; Rômulo Móra; Ludmila de Castro Piassi; Elter Martins do Santos; Onair Mendes de Oliveira

EXTRAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS 352

EXTRACTION OF FOREST PRODUCTS NO WOOD

Nilton César Fiedler; Gilson Fernandes da Silva; Júlio César da Silva; Ludmila de Castro Piassi; Rafaella De Angeli Curto; Onair Mendes de Oliveira; Leandro Tose Martins

FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E GRUPOS ECOLÓGICOS DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM DIFERENTES ÁREAS DE UM FRAGMENTO FLORESTAL, FREDERICO WESPHALEN, RS 356

FLORISTIC, DIVERSITY AND ECOLOGICAL GROUPS OF THE ARBOREAL VEGETATION IN DIFFERENT AREAS OF A FOREST FRAGMENT, FREDERICO WESPHALEN, RS

Marcelo C. Scipioni; Edison Bisognin Cantarelli; Luciano Denardi; Rafael Serejo de Jesus;

Edenilson Sabino da Silva; João Marcos Duarte da Silveira

RELAÇÕES HIPSOMÉTRICAS PARA LAURACEAE 363

HIPSOMETRIC RELATIONS FOR LAURACEAE

Adriane Roglin; Andréia Pimentel; Ana Paula Dalla Corte; Carlos Roberto Sanquetta

QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E VARIAÇÃO NOS TEORES DE CARBONO EM NIM, *Azadirachta indica* A. Juss. 369

QUANTIFICATION OF BIOMASS AND VARIATION IN LEVELS OF CARBON IN NIM, *Azadirachta indica* A. Juss.

Marcela de Oliveira Bernardes Moura; Carlos Roberto Sanquetta; Dirceu Lúcio Carneiro de Miranda; Ana Paula Dalla Corte; Andréia Pimentel; Laércio Barbeiro

SIMULAÇÃO DA DINÂMICA DE *Araucaria angustifolia* EM FLORESTA NATURAL COM O PROCESSO DE DIFUSÃO 376

DYNAMIC SIMULATION OF *Araucaria angustifolia* IN NATURAL FOREST WITH THE DIFFUSION METHOD

Luiz Marcelo Brum Rossi; Henrique Soares Koehler; Carlos Roberto Sanquetta

RETENÇÃO DE ÁGUA EM GLEISSOLO SOB DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS EM FLORESTA OMBROFILA Densa SUBMONTANA, ANTONINA, PR. 383

WATER RETENTION IN GLEYSOL UNDER DIFFERENT REGENERATION STAGES IN THE

ATLANTIC RAINFOREST IN SOUTHERN BRAZIL.

Tomaz Longhi Santos; Kauana Melissa Dickow; Kelly Geronazzo Martins; Renato Marques; Everaldo dos Santos

CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE CEREJEIRA (*Eugenia involucrata* DC.) EM REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA, RS 387

CHARACTERIZATION OF THE *Eugenia involucrata* DC. POPULATION IN A DECIDUOUS SEASONAL FOREST REMNANT IN SANTA MARIA, RS

Marta Silvana Volpato Scotti; Maristela Machado Araújo; Cristiane Friedrich Wendler; Thaise da Silva Tonetto; Clarice Maboni de Almeida

ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA E PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE GUAJUVIRA (*Cordia americana* (L.) Gottschling & J. S. Mill.), EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA, RS 392

PHYTOSOCIOLOGY ANALYSIS AND STANDARD FOR DISTRIBUTION IN SPACE GUAJUVIRA (*Cordia Americana* (L.) Gottschling & J. S. Mill.) WITH DECIDUAL SEASONAL FOREST, SANTA MARIA, RS

Clarice Maboni de Almeida; Anna Paula Lora Zimmermann; Clair Walker; Maristela Machado Araújo; Marta Volpato Scotti

AVALIAÇÃO DA FAUNA DE VERTEBRADOS (ANFÍBIOS, RÉPTEIS E MAMÍFEROS) EM DUAS ÁREAS DE CAATINGA SOB MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NO ESTADO DO CEARÁ. 397

EVALUATION OF VERTEBRATES FAUNA (AMPHIBIANS, REPTILES AND MAMALS) IN TWO AREAS OF CAATINGA UNDER FORESTRY SUSTAINABLE MANAGEMENT ON STATE OF CEARÁ.

Diva Maria Borges-Nojosa; Flávia Michele Vasconcelos do Prado; Maria Juliana Borges-Leite; Newton Mota Gurgel Filho; Paola Bacalini

PREPARO DO SOLO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. EM ARGISSOLO 403

SOIL TILLAGE AND INITIAL GROWTH *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden. IN HAPLUDALF SOIL

Juliana Prevedello; Dalvan José Reinert; Miguel José Reichert; Douglas Rodrigo Kaiser; Eracilda fontanela

ASPECTOS DA GERMINAÇÃO DE *Eugenia involucrata* DC. 409

GERMINATION ASPECTS OF *Eugenia involucrata* DC.

Franco E. T. H.; Paranhos J. T.

TIPO DE ESTACA E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE *Mikania laevigata* Sch. Bip. ex Baker 415

TYPE OF CUTTING AND INDOLBUTYRIC ACID ON THE ROOTING OF *Mikania laevigata* Sch. Bip. ex Baker

Elci Terezinha Henz Pacheco, Franco Jardel Pizzatto, Hugo Schumacher

ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE NOVA PALMA, RS 420

SPATIAL ANALYSIS OF EVOLUTION OF THE LAND USE AND LAND COVER IN THE MUNICIPALITY OF NOVA PALMA, RS

Berra E. F.; Ferrari R.; Benedetti A. C.; Backes K. S.; Brandelero C.; Goergen L. C.; Pereira R. S.

ESTRUTURAS E ESTIMATIVAS DENDROMÉTRICAS COM DADOS DE CUBAGEM RIGOROSA DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE TERRA-FIRME NO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL 426

STRUCTURES AND ESTIMATIVAS MENSURATION WITH DATA OF RIGOROUS VOLUME OF FOREST SPECIES OF UPLAND IN THE STATE OF THE AMAZON, BRAZIL

Nory Daniel de Carvalho Erazo; Romulo Barbosa Veloso; Samuel de Pádua Chaves e Carvalho; Natalino

Calegario; Eduardo Coutinho da Cruz

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA 433

PHYTOSSOCIOLOGICAL PARAMETERS IN A FRAGMENT OF MIXED OMBROPHYLOUS FOREST

Sebastião do Amaral Machado; Rodrigo Geroni Mendes Nascimento; Alan Lessa Derci Augustynczyk; Saulo Jorge Téó

A RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO E O DIÂMETRO DOS GALHOS E DO FUSTE, NOS VERTICILLOS DE *Araucaria angustifolia* 439

RELATION OF NUMBER AND DIAMETER OF BRANCHES AND THRUNK ON WHORLS OF *Araucaria angustifolia*

Jonas Vargas; Tatiane Chassot; César Augusto Guimarães Finger

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MADEIRA DE *Pinus* spp. - O CASO BOSQUES DEL PLATA FORESTRY YIELD OPTIMIZATION IN *Pinus* spp. - BOSQUES DEL PLATA CASE 444

Rute Berger; Raúl Pezzutti

EFEITO DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE *Ceiba speciosa* (A. St. - Hil.) Ravenna 450

EFFECT OF PRE-GERMINATION TREATMENTS ON GERMINATION OF *Ceiba speciosa* (A. St. - Hil.) Ravenna SEEDS

Marília Lazarotto, Graziela Piveta, Caciara Gonzatto Maciel, Angelina Taís Mieth, Marlove Fátima Brião Muniz

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DO CÓRREGO DO COCO COM VISTAS A ESTUDO DE MODELO SUCESSIONAIS DE RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES 455

PHYTOSSOCIOLOGICAL INVENTORY OF “CÓRREGO DO COCO”, IN ORDER TO STUDY SUCCESSIONAL MODELS FOR FOREST EDGES RECOVERY

Maria Cristina Bueno Coelho; Mauro Luiz Erpen

AJUSTE DE EQUAÇÕES NA ESTIMATIVA DE BIOMASSA EM FLORESTAS DE EUCALIPTO DE DIFERENTES IDADES 460

EQUATIONS FITNESS TO ESTIMATE BIOMASS OF EUCALYPTUS FORESTS OF DIFFERENT AGES

Rodrigues, M. F.; Wink, C.; Monteiro, J. S.; Rosa, S. F.; Braga, F. V. A.; Dalbianco, L.; Kunz, M.; Reinert, D. J.; Saidelles, F.L.F.; Fleig, F.D.; Reichert, M.

PALESTRAS / LECTURES:

INSECT PATHOGENS AND THEIR USE IN BIOLOGICAL CONTROL OF PEST INSECTS 468

INSETOS PATÓGENOS E SEU USONO CONTROLE DEDOENÇAS DOS INSETOS

Rudolf Wegensteiner

PLANIFICACIÓN DEL MANEJO DE RODALES COETÁNEOS DE *Pinus* sp. 469

MANAGMENT PLANNING OF *Pinus* sp. EVEN-AGED STANDS

Raúl Vicente Pezzutti

THE APPLICATION OF SOIL BIOENGINEERING TECHNIQUES FOR RIVER ENGINEERING PROJECTS 478

Rauch, H. P.; Sutili, F. J.; Weissteiner, C.

INCREMENTO DIAMÉTRICO DO TRONCO DE ÁRVORES DE *Apeiba tibourbou* Aubl. E RELAÇÃO COM A PRECIPITAÇÃO ANUAL NA FLORESTA AMAZÔNICA OCIDENTAL DO ESTADO DO ACRE, BRASIL

TRUNK DIAMETER INCREMENT OF *Apeiba tibourbou* Aubl. TREES AND ITS RELATIONSHIP WITH THE ANNUAL PRECIPITATION OF WESTERN AMAZONIAN FOREST, STATE OF ACRE, BRAZIL

Philippe R. C. Soares¹ Moisés S. Lobão¹ Solaine G. Costa² Jedi R. Avarado¹ Mario Tomazello Filho³
Elder F. Morato⁴

RESUMO

Quatro árvores de *Apeiba tibourbou* de diferentes classes de DAP foram coletadas em área experimentalmente perturbada e sob regeneração na Reserva Experimental Catuaba (REC), localizada no município de Rio Branco-AC, para a caracterização dos anéis de crescimento e sua correlação com a precipitação anual. Para a determinação da anualidade da formação dos anéis de crescimento foi aplicada a técnica de injúria cambial para a indução de cicatriz no lenho de uma árvore da espécie. Os resultados do presente trabalho permitem concluir que as árvores de *Apeiba tibourbou* formam anéis de crescimento anuais e a mensuração da sua largura e determinação dos incrementos corrente e médio anuais em diâmetro do tronco indicam três fases características de crescimento e a idade de corte de cerca de 8 anos. O incremento do tronco das árvores, nos primeiros anos, é influenciado pelos fatores ambientais (ex.: precipitação), enquanto que as árvores adultas se diferenciaram das jovens pelo fator tempo (idade cambial).

Palavras-chave: Anéis de crescimento, dendrocronologia, *Apeiba tibourbou*

ABSTRACT

Four trees of *Apeiba tibourbou* of different classes were collected in disturbed area and under regeneration in the Experimental Reserve of Catuaba, Acre, Brasil, for the characterization of the tree-rings and its correlation with the annual precipitation. For the determination of the annuity of the tree-ring formation cambial cells were injured the scar in the tree stem of the specie was analyzed. The results of the research allowed to distinguish three growth phases and the harvesting at 8 years-old. The *Apeiba tibourbou* trees trunk conclude that the *Apeiba tibourbou* trees form annual tree-rings and the width evaluation and current and medium annual increments in trunk diameter indicated characteristic increments, in the first years, is influenced by the environmental factors (ex.: precipitation), while the adult trees differed for the factor time (ex.: cambium age).

Key words: tree-rings, dendrochronology, *Apeiba tibourbou*.

INTRODUÇÃO

Os estudos dos ecossistemas florestais são fundamentais para entendermos o processo de sucessão da floresta parcialmente perturbada ou na recuperação de áreas degradadas causadas por ações antrópicas ou por causas naturais. Apesar da importância das árvores das espécies pioneiras no ecossistema amazônico, são escassas as pesquisas sobre a sua ecologia, crescimento e estrutura anatômica do lenho e dos anéis de crescimento. Essas informações são fundamentais para a recomendação das espécies para programas de restauração ambiental e de reflorestamento na Amazônia, gerando benefícios econômicos e/ou serviços ambientais que favoreçam as populações tradicionais e o setor madeireiro e minimizem a pressão da exploração das florestas remanescentes.

A análise dos anéis de crescimento das árvores em ecossistemas florestais tem provado ser uma ferramenta muito útil para o entendimento da sua dinâmica, aplicação de sistemas de manejo sustentável e relação com as variáveis climáticas. A dendrocronologia, como ciência que estuda a formação e a caracterização dos anéis de crescimento anuais de espécies arbóreas, surgiu a partir de 1901, com as pesquisas de Douglas sobre a relação dos ciclos de atividade solar e clima do planeta, relacionando-os com os anéis de crescimento. Os anéis de crescimento incorporam informações importantes para o entendimento dos modelos de crescimento das árvores, com implicações sobre o manejo dos recursos naturais, sendo aplicado para inúmeras espécies.

¹ Professor Adjunto, Departamento de Ciências Biológicas e da Natureza, UFAC, Rio Branco, AC

² Aluna, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Manejo de Recursos, UFAC, Rio Branco, AC

³ Professor Associado, Departamento de Ciências Florestais, ESALQ/USP, Piracicaba, SP

⁴ Professor Adjunto, Departamento de Ciências Biológicas e da Natureza, UFAC, Rio Branco, AC

Pelo exposto, o presente trabalho foi teve o objetivo caracterizar os anéis de crescimento no lenho de árvores de *Apeiba tibourbou* de diferentes classes de diâmetro e sua correlação com a precipitação anual na Reserva Experimental Catuaba, Rio Branco/AC.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O estado do Acre está localizado no sudoeste da Amazônia, possuindo uma extensão territorial de cerca de 153.000 km². A principal atividade econômica da região de Rio Branco é a pecuária e a exploração de madeiras onde grande parte das florestas primárias foi cortada e muitas se transformaram em florestas secundárias (FUNTAC 1990).

O clima do estado é considerado tropical úmido com umidade relativa em torno de 80 a 90 % nos meses chuvosos. Na maior parte do estado as precipitações são abundantes, sendo junho, julho e agosto os meses menos chuvosos (ACRE, 2000). O total médio de precipitação anual é de 1973 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso com uma média de 298,6 mm, e julho o mais seco com 25,2 mm (MESQUITA & PAIVA 1995; MESQUITA 1996). A temperatura máxima é em torno do 32°C para todo o estado, já a temperatura mínima varia de local para local. No entanto, apesar de haver diferença de temperatura, ela não constitui fator limitante para o desenvolvimento vegetal no Acre (ACRE, 2000).

A vegetação do estado divide-se entre a Floresta Ombrófila Densa e a Floresta Ombrófila Aberta, geralmente mescladas com a presença de Palmeiras e, principalmente, do Bambu, que aparece em aproximadamente 30% do território (IBGE, 1992). A espécie *Apeiba tibourbou* Aubl., pertence à família Malvaceae e é conhecida popularmente como pente de macaco, é pioneira, freqüentemente encontrada em ambientes perturbados. Apesar de sua importância ecológica existem poucas informações sobre a espécie, que poderiam auxiliar no entendimento de sua ocorrência sob condições naturais, verificando a viabilidade das mesmas serem cultivadas em larga escala para o reflorestamento de áreas degradadas (LORENZI, 2002).

A madeira de *Apeiba* sp. em condições seca ao ar o alburno é de cor amarelo claro e seu cerne marron claro. Seus anéis de crescimento são diferenciados por bandas escuras de forma irregular. Possui textura grossa e brilho médio. A massa específica básica da madeira é em torno de 0,27 g/cm³ (MALLQUE & KIKATA, 1994).

SCHNEIDER et al. (2000) afirmam que a silvicultura brasileira era restrita a plantações de espécies exóticas, pois estas atendiam as exigências impostas pelas indústrias de transformação da madeira, porém, nos últimos anos, a atenção passou a ser dividida com o cultivo de espécies nativas, sendo necessário a obtenção de informações sobre ecologia e processos silviculturas destas espécies, quando dispostas em povoamentos.

WORBES (1995) apud. ORTIZ et al. (2006) credita a definição dos anéis de crescimento a diversos fatores, como a espécie, seu caráter caducifólio, a estrutura da madeira, além das condições edafoclimáticas. Segundo LARA et al (2005), os anéis de crescimento contêm informações importantes para o entendimento dos modelos de crescimento das árvores, além das implicações sobre o manejo dos recursos naturais. Desta maneira, os anéis permitem a reconstrução das condições climáticas e a identificação de alterações na dinâmica dos recursos hídricos (BOTOSSO & MATTOS, 2002).

Segundo ENSINAS et al. (2005), o tamanho das árvores de um povoamento florestal é função de seu período de desenvolvimento (idade) e das interações entre a capacidade genética do indivíduo e aspectos do ambiente. Estes autores definem incremento como a forma de expressão do crescimento de variáveis, tais como o volume e o diâmetro das árvores, em função do tempo. Além disso, distinguem diferentes tipos de incremento: Incremento Corrente Anual (ICA), Incremento Periódico (IP), Incremento Médio Anual (IMA) e Incremento Periódico Anual (IPA).

MATERIAL E MÉTODOS

Foram selecionadas quatro árvores de *Apeiba tibourbou* (pente-de-macaco) na Reserva Experimental Catuaba, Universidade Federal do Acre, município de Rio Branco, AC. As árvores foram classificadas por classes de diâmetro, sendo 1ª : < 20cm; 2ª : 20-30cm; 3ª : 30-40cm e 4ª : > 40cm). Do tronco dessas árvores foram cortadas 2 seções transversais de lenho, com 10 cm de espessura, a 30 cm da base e no DAP. Os discos de lenho foram previamente identificados, envolvidos em sacos plásticos e transportados para o Laboratório de Anatomia e Identificação de Madeiras da UFAC (Figura 1).

Para a determinação da anuidade da formação dos anéis de crescimento, foi selecionada uma árvore da espécie, em outubro de 2005, e retirada uma seção da casca (dimensões de 5x50 mm, largura, altura), na altura do DAP do seu tronco, induzindo injúrias na camada cambial, de acordo com a metodologia preconizada por Mariaux (citado por SANTOS JR, 2006). Em fevereiro de 2007, foi cortado 1 disco do lenho no DAP do tronco da árvore de *A. tibourbou* selecionada, procedendo-se ao polimento de sua seção transversal e posterior (i) exame da cicatriz resultante das injúrias e (ii) contagem dos anéis de crescimento formados antes e após a cicatrização, visando determinar a anuidade da formação dos anéis de crescimento.

Para a análise dos anéis de crescimento os discos de lenho do DAP do tronco das 4 árvores, foram demarcadas e cortadas 3 amostras radiais, incluindo a região da medula. Essas amostras do lenho foram secas em condições normais e suas superfícies transversais foram aplainadas e lixadas para a visualização e contraste dos anéis de crescimento. Estes foram caracterizados macroscopicamente, demarcados e contados para a verificação da idade das árvores e mensurada a

sua largura por 2 métodos de mensuração, a saber (i) mesa de mensuração Velmex e (ii) do programa de análise de imagens "Image Tool").

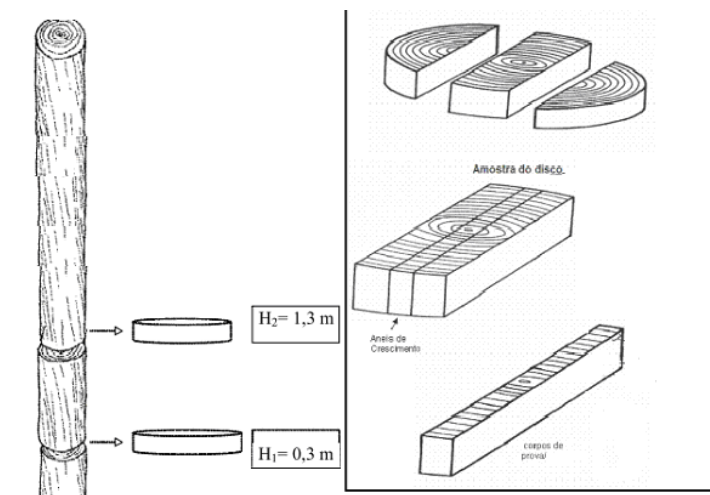


FIGURA 1: Esquema da amostragem destrutiva dos raios dos discos de árvores de *Apeiba tibourbou* em diferentes classes de DAP da espécie.

As análises estatísticas foram realizadas no programa SYSTAT versão 12, onde se procedeu as análises de correlações de Pearson entre os anéis de crescimento das classes de DAP estudadas e sua relação com a precipitação anual no período de 1995 a 2005 (INMET, 2008). Além disso, foram comparados os dados obtidos pelos dois métodos de mensuração dos anéis empregados no estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através do disco retirado na altura do DAP da árvore, submetida ao método da janela de Mauriax, verificou-se a formação de um anel completo após o processo de cicatrização da injúria provocada em outubro de 2005. Essa cicatriz ficou evidenciada logo no início da formação de um novo anel, que iniciou seu desenvolvimento no começo do período chuvoso (outubro de 2005) seguindo até o fim do período seco (agosto a setembro de 2006).

Outra constatação da anuidade do anel é que a área onde se encontrava essa árvore foi objeto de estudo, sofrendo o desmate e queima no ano de 2001, sendo a *Apeiba tibourbou* uma das primeiras espécies a germinar no local. Constatou-se a formação do primeiro anel de crescimento no final de 2002, o quinto no final de 2006 e o sexto ainda em desenvolvimento em fevereiro de 2007, como mostrado na Figura 2.

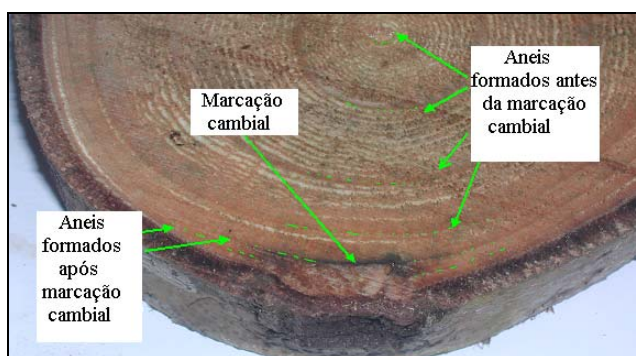


FIGURA 2: Disco retirado na altura do DAP da árvore submetida ao método de janela de Mauriax, mostrando detalhe da marcação cambial e dos anéis formados antes, durante e após a marcação.

Após a identificação, contagem e determinação da largura dos anéis de crescimento, constatou-se que não há uma relação direta entre a classe de diâmetro da árvore e o número de anéis formados, como mostrado na Tabela 1. Isto pode ser explicado pelo fato das árvores se encontrarem em locais com microclimas diferenciados (luz, nutrientes, temperatura, precipitação etc.) o que influenciará a formação do tecido madeireiro e o incremento radial das árvores.

A Figura 3 apresenta os resultados da correlação de Pearson entre os diferentes métodos de mensuração da largura dos anéis de crescimento. Observa-se que há uma alta correlação (coeficiente de correlação igual a 0,987), fato que comprova a eficácia de ambas as técnicas na mensuração da variável em questão.

TABELA 1: Número, largura média dos anéis e DAP de cada classe selecionada.

Árvore/ Classe de DAP	DAP (cm)	Número de anéis de crescimento	Largura média (mm)
1	16,77	10	7,6467
2	21,12	11	9,9062
3	34,02	19	9,6425
4	45,34	18	12,653

Os incrementos radiais/ano em diâmetro do tronco aumentam dos anos iniciais atingindo valores máximos entre o 4-5º anos, seguindo-se uma significativa redução até o 8º ano, quando estabilizam, em função da idade das árvores (Figura 4). Essa dinâmica de crescimento do tronco das árvores indica as suas características de espécie pioneira, expressa pela germinação das sementes em áreas perturbadas e/ou desmatadas e crescimento inicial acelerado em altura e em diâmetro pela disponibilidade de água e nutrientes no solo e de luz, seguindo-se uma estabilização do crescimento, pelo efeito de competição entre as árvores.

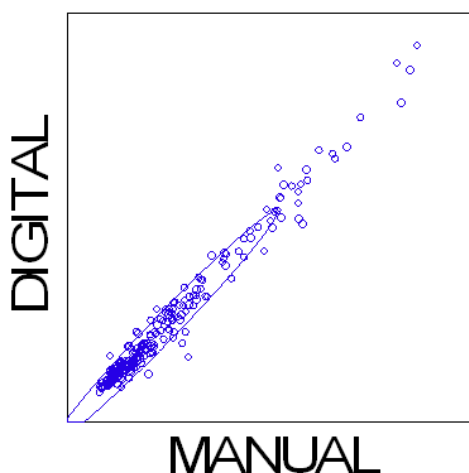


FIGURA 3: Correlação de Pearson entre a largura dos anéis de crescimento estimada pelos métodos da mesa de Velmex (manual) e do programa de análise de imagens (digital).

Os primeiros anéis de crescimento anuais presentes no tronco das árvores e localizados próximos a medula foram formados pela atividade do meristema cambial caracterizado por produzir lenho juvenil. A partir do 8º ano de idade das árvores (ou do câmbio), o meristema cambial inicia a formação de anéis de crescimento de largura mais homogênea e de estrutura anatômica mais estável e característica da espécie.

O ponto de encontro das curvas de tendência dos incrementos médio anual e corrente anual dos indivíduos indica, de modo geral, que a idade ótima para o corte da espécie é de cerca do 8º ano (Figura 4). No entanto, não foi possível determinar os incrementos em volume anual de lenho das árvores para a comprovação de que essa idade possa ser considerada no planejamento do manejo da espécie.

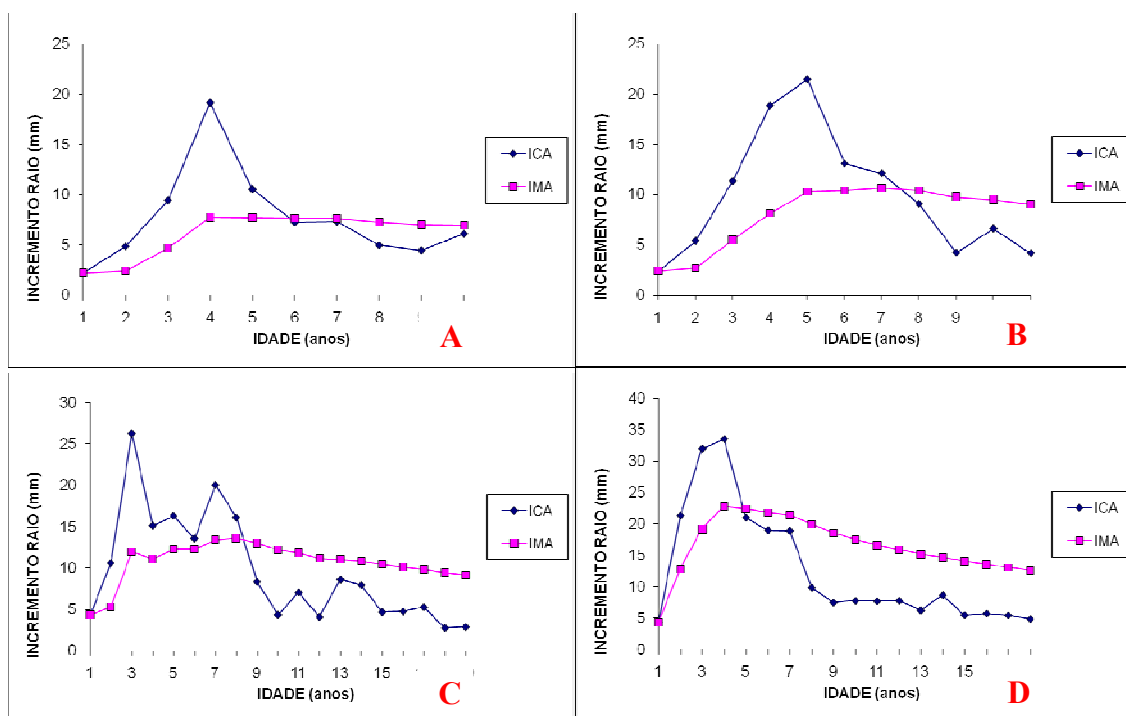


FIGURA 4: Curvas de Incremento Corrente Anual em diâmetro (ICA) e Incremento Médio Anual em diâmetro (IMA), para os quatro grupos de DAP: a) grupo 1, b) grupo 2, c) grupo 3, d) grupo 4.

Analisando-se a curva de crescimento das árvores de cada classe de DAP, é possível identificar nitidamente três fases bem definidas em todos os grupos amostrados, sendo que a fase juvenil se estende até o terceiro ano, uma fase transitória até o sétimo ano e a madura tem início no oitavo ano (Figura 5), com base nos pontos de inflexão das curvas, que coincidem com uma mudança no ritmo de crescimento em diâmetro do tronco.

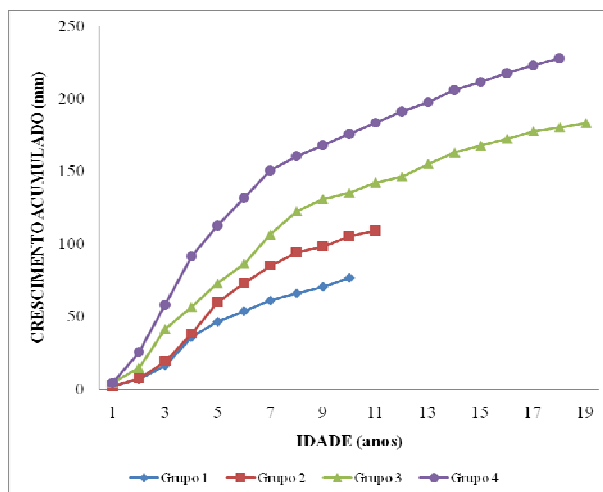


FIGURA 5: Curvas de incremento diamétrico acumulado das árvores das 4 classes de diâmetro do tronco das árvores de *Apeiba tibourbou*.

As Tabelas 2 e 3 apresentam os resultados da correlação de Pearson entre as larguras dos anéis de crescimento das diferentes classes de DAP, considerando dez anos anteriores ao corte (1995 a 2005) e os dez primeiros anos de cada indivíduo, respectivamente. Na primeira matriz, encontrou-se maiores correlações entre os grupos de DAP mais próximos (1 com 2 e 1 com 3), em relação ao grupo 4, fato provavelmente influenciado pelo fator tempo, explicado pela diferença na idade do cambio entre as árvores amostradas.

Por outro lado, na segunda matriz, com os 10 primeiros anéis de crescimento, foram verificadas grandes correlações das árvores do grupo 1 com as dos grupos 2 e 4 e baixa correlação com a do grupo 3. Esta árvore se encontrava em área de borda, diferentemente das demais localizadas no interior da floresta, indicando a influência do fator ambiental (ex.: condições micro-climáticas) diferenciando no crescimento radial e, conseqüentemente, na formação dos anéis de crescimento no lenho das árvores.

TABELA 2: Correlação de Pearson entre a largura dos anéis de crescimento dos diferentes grupos, considerando os dez anos anteriores ao corte.

Grupos	2	3	4
1	0,835	0,654	0,264
2	-	0,595	0,617
3	-	-	0,399

TABELA 3: Correlação de Pearson entre a largura dos anéis de crescimento dos diferentes grupos, considerando os dez primeiros anos de cada árvore.

Grupos	2	3	4
1	0,815	0,440	0,805
2	-	0,569	0,685
3	-	-	0,734

A Figura 6 mostra a análise de correlação de Pearson entre o incremento corrente anual em diâmetro e a precipitação anual entre os anos de 1995 e 2005. Constatou-se que os indivíduos dos grupos 1 e 2 apresentaram maiores correlações com a variável climática, respectivamente 0,736 e 0,759. No entanto as correlações com os grupos 3 e 4 apresentaram baixos valores, 0,495 e 0,098 respectivamente.

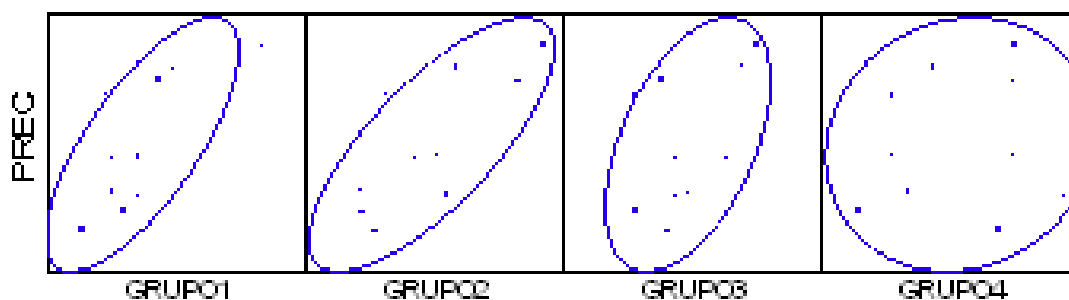


FIGURA 6: Correlação de Pearson entre o incremento corrente anual em diâmetro dos grupos e precipitação anual no período de 1995 a 2005.

Estes resultados demonstram que a precipitação exerce, para a espécie, maior influência no início da vida do indivíduo, na qual há a necessidade de maior disponibilidade de água e nutrientes para o estabelecimento das árvores. Como espécie pioneira, as árvores de *Apeiba tibourbou*, em seus primeiros anos de vida, desenvolvem-se em clareiras, com baixa competição por luz, espaço, entre outros fatores. Com o passar do tempo, a espécie deixa de compor o dossel dominante, acirrando a competição pelos fatores de crescimento.

CONCLUSÃO

Os resultados do presente trabalho permitem concluir que as árvores de *Apeiba tibourbou* (i) formam anéis de crescimento anuais; (ii) os incrementos corrente e médio anuais em diâmetro do tronco indicam que a idade de corte é de cerca de 8 anos; (iii) estudos com maior amostragem para a determinação do volume por cubagem são necessários; (iv) apresentam três fases características de crescimento; (v) o incremento do tronco, nos primeiros anos, é influenciado pelos fatores ambientais (ex.: precipitação); (vi) as árvores adultas diferenciaram das jovens pelo fator tempo (idade cambial).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRE, GOVERNO DO ESTADO. **Zoneamento ecológico-econômico: Recursos Naturais e Meio Ambiente**. Rio Branco: SECTMA, v. 1, 2000. 116p.
- BOTOSSO, P.C.; MATTOS, P.P. **A idade das árvores: importância e aplicação**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 25 p.
- ENCINAS, J.I.; SILVA, G.F.; PINTO, J.R.R. **Idade e crescimento das árvores**. Brasília: Universidade de Brasília. Departamento de Engenharia Florestal, 2005. 43 p.

IBGE INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Diagnóstico sócio ambiental e econômico: área de influência da BR 364 trecho Porto Velho/Rio Branco**. Rio de Janeiro: 1992. 132p.

INMET – INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA.. disponível no <http://www.inmet.gov.br>. em 30/03/2008.

LARA, A.; VILLALBA, R.; WOŁODARSKY-FRANKE, A.; ARAVENA, J.C.; LUCKMAN, B.H.; CUQ, E. Spatial and temporal variation in *Nothofagus pumilio* growth at tree line along its latitudinal range (35°40' - 55°S) in the Chilean Andes. **Journal of Biogeography**, v. 32, p. 879-893, 2005.

LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: Manual de Identificação e Cultivo de Plantas Arbóreas Nativas do Brasil**. Nova Odessa: Editora Plantarum, v. 1, 2002. 384 p.

MALLQUE, M.A.; KIKATA, Y. **Atlas de maderas del Peru**. Lima, Peru: Universidad Nacional Agraria La Molina e Universidad de Nagoya, 1994. 202 p.

MESQUITA, C.C. **O Clima do Estado do Acre**. Rio Branco: Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA), 1996. 53p.

MESQUITA, C.C., PAIVA, R.A. **Estudos Básicos das Precipitações do Acre**. Rio Branco: Secretaria de Estado de Planejamento, 1995. 148p.

ORTIZ, J.; HERNÁNDEZ, L.; WORBES, M. Crescimento radial de *Tachigali* y *terminalia* em bosques de tierra baja al sureste de Venezuela. **Acta Botánica**, Caracas, v. 29, n. 2, 2006.

SANTOS JÚNIOR, A. **Aspectos populacionais de *Sterculia apetala* (Jacq.) Karst (Sterculiaceae) como subsídios ao plano de conservação da arara-azul no sul do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**. Corumbá: UFMS, 2006, p. 51. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Conservação) – Universidade Federal do Mato Grosso do Sul, 2006.

SCHNEIDER, P. S. P.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. crescimento do ipê-roxo, *Tabebuia impetiginosa* Martius ex A. P. de Candolle, na depressão central do Estado do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 91-100, 2000.

ABUNDÂNCIA DA REGENERAÇÃO NATURAL DE *Tabebuia chrysotricha* NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL

NATURAL REGENERATION ABUNDANCE OF *Tabebuia chrysotricha* IN THE CENTRAL DEPRESSION OF THE RIO GRANDE DO SUL

Daniele Guarienti Rorato¹ Kelen Haygert Lencina² Paulo Renato Schneider³

RESUMO

Com o objetivo de estudar a abundância da regeneração natural de *Tabebuia chrysotricha* (Mart) Sandwith, foi implantado como arborização às margens da rodovia RS 287, no município de São Pedro do Sul – RS, foi realizada num espaçamento de 4 x 3 m, totalizando 833 plantas por hectare. O levantamento da regeneração natural realizado por classes de circunferência, altura e naturais, tendo sido analisado características fenotípicas da estrutura horizontal: abundância, dominância e frequência absoluta e relativa, índice de valor de cobertura e índice de valor de importância. Os resultados obtidos permitiram constatar a presença de 170 árvores matrizes por hectare, com uma abundância de regeneração natural de 8.470 indivíduos por hectare. Os valores de abundância relativa e índices de valor de cobertura dos indivíduos da regeneração natural indicaram a predominância de indivíduos jovens, altos e finos, com circunferência entre 1,0 a 6,29 cm e alturas entre 4,52 a 5,35 m, indicando a presença de elevada concorrência.

Palavras-chave: regeneração natural, abundância, *Tabebuia chrysotricha*.

ABSTRACT

With the objective to study the abundance of the natural regeneration of *Tabebuia chrysotricha* (Mart) Sandwith, was implanted as arborization to the edges of highway RS 287, in the city of São Pedro do Sul – RS, was carried through in a spacing of 4 x 3 m, having totalized 833 plants for hectare. The survey of the natural regeneration carried through by class of circumference, height and natural, having been attributed characteristic fenotípicas to each individual. The survey of the natural regeneration carried through by class of circumference, height and natural, having been analyzed characteristic fenotípicas of the horizontal structure: absolute and relative abundance, dominancy and frequency, index of value of covering and index of value of importance. The gotten results had allowed evidencing the presence of 170 plus trees for hectare, with an abundance of natural regeneration of 8470 individuals for hectare. The values of relative abundance and indices of value of covering of the individuals of natural regeneration had indicated the predominance of young, high and fine plants, with circumference 1,0 the 6,29 cm and heights between 4,52 the 5,35 m, indicating the presence of raised competition.

Key words: natural regeneration, abundance, *Tabebuia chrysotricha*.

INTRODUÇÃO

As inúmeras estradas, que tem a grande importância no escoamento de cargas e transporte de passageiros, foram construídas sem grandes preocupações com o impacto ambiental, o que resultou em imensas extensões de áreas degradadas. Isto determinou medidas recuperação destas áreas, através de ações que restaurem a biodiversidade, e o seu gerenciamento de forma consciente, o que vem sendo feito pelos Estados e por organizações privadas que estão cada vez mais preocupados com o meio ambiente (PAIVA, 2004).

Atualmente, a Lei nº 10233 de 5 de julho de 2001, determina a compatibilidade dos transportes com a prevenção da natureza, reduzindo os níveis de poluição sonora e de contaminação atmosférica dos solos e dos recursos hídricos. Com o intuito de revegetação de uma área situada às margens de uma rodovia 287 foi utilizada a *Tabebuia chrysotricha* (ipê-amarelo), escolhida devido as suas características morfológicas adequadas. Esta espécie por sua flor amarela vivo é considerada como símbolo do Brasil, apresentando grande valor paisagístico na arborização urbana. Isto se deve à sua concomitante floração, de cor amarela vistosa, e a queda de suas folhas o que confere um fenômeno exclusivo dessa espécie.

A área onde se situa o povoamento de ipê, nunca foi manejada, sem sofrer nenhum tipo de trato silvicultural e hoje, após anos da introdução desse povoamento, é possível perceber que houve uma significativa abundância de regeneração natural. Porém, a regeneração natural do ipê-amarelo não se dá de forma fácil, pois apesar de suas sementes

¹ Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Erly de Almeida Lima, 180, 97105-120 Santa Maria, RS, E-mail: danielerorato@bol.com.br

² Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Rua José Marciano Caitano, 715, 97032-250 Santa Maria, RS, E-mail: khaygert@rotmail.com

³ Prof. Titular, Dr. Manejo Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, 97660-900 Santa Maria, RS. E-mail: paulors@smail.ufsm.br

possuírem mecanismos que favoreçam a sua dispersão e altas taxas de germinação, perdem sua viabilidade rapidamente em ambiente natural devido a pequena quantidade de reservas de energia (KAGEYAMA e MARQUES, 1981).

Desta forma, desenvolveu-se a presente pesquisa com o objetivo de estudar a abundância da regeneração natural de *Tabebuia chrysotricha*, inicialmente utilizada para arborização às margens da rodovia RS 287, no município de São Pedro do Sul - RS, visando entender do seu desenvolvimento, estabelecimento e abundância em ambiente natural através das características fenotípicas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O ipê-amarelo é uma árvore de porte, que varia de 3 a 35 m de altura e circunferência podendo chegar a 130 cm na idade adulta. Possui tronco reto, mas geralmente tortuoso com seção cilíndrica até 10 m de comprimento. Sua ramificação é grossa, irregular, simpódica, com copa alta densifoliada, arredondada a umbeliforme, com folhagem pubescente-ferrugíneo característica (CARVALHO, 2006). Possui casca com espessura de até 10 mm de cor acinzentada com ritidoma fissurado, com descamação em pequenas placas retangulares. A casca interna é branca e a textura é curto-fibrosa, com estrutura trançada (ROTTA, 1977). É uma espécie caducifolia com folhas compostas, opostas, cruzadas digitadas que variam de 2 a 10 cm de comprimento por 1,5 a 6 cm de largura, usualmente apresenta de 3 a 7 folíolos membranosos obovados, verdes, rugosos e piloso-estrelado-ferrugíneo em ambas as faces (CARVALHO, 2006).

As flores do ipê-amarelo são monóicas e apresentam coloração amarelo vistoso com 6 a 7 cm de comprimento, em tirso multifloral terminal curto (CARVALHO, 2006). A espécie floresce de setembro a novembro no Rio Grande do Sul (BACKES; NARDINO, 1998).

O fruto apresenta-se em síliqua alongada, cilíndrica, deiscente, amarelo-castanha com 11 a 38 cm de comprimento, coberta de pêlos dourados glabrescentes com a idade, com grande número de sementes aladas membranáceas de cor esbranquiçada e corpo cinzento, com 6 a 9 mm de comprimento e com 1,7 a 3,5 mm de largura com dispersão anemocórica (CARVALHO, 2006).

As sementes têm de 6 a 9 mm de comprimento, e 1,7 a 3,5 mm de largura, com corpo castanho-escuro e asas pálido-sujas e membranáceas de cor castanho-esbranquiçadas, ou quase brancas com corpo cinzento. A germinação é do tipo plântulas epigeas ou fanerocotiledonar e inicia entre 8 a 15 dias após a semeadura, com facultade germinativa em média de 59 a 70 %. A repicagem deve ser feita de 25 a 30 dias após a germinação, quando as plântulas atingirem 5 a 8 cm de altura (CARVALHO, 2006).

Segundo Alcalay et al. (1988), o ipê-amarelo apresenta raiz pivotante, o que dificulta a formação de mudas. No entanto, as mudas podem ser produzidas com sucesso em raiz nua, em fardos. O tempo total em viveiro é de aproximadamente 5 meses, ocasião que as mudas apresentam porte adequado para plantio (CARVALHO, 2006).

É uma espécie heliófila, tolerando baixas temperaturas. Seu crescimento apresenta forma irregular, com fuste principal não claramente evidenciado, simpodial, com muitas bifurcações e fortes ramificações laterais (TOLEDO FILHO, 1988). Não apresenta boa desrama natural, necessitando de poda freqüente para condução dos galhos (CARVALHO, 1994).

O ipê-amarelo ocorre naturalmente entre a latitude 3°30' Sul (Ceará) a 30° Sul (Rio Grande do Sul). É encontrado principalmente nas formações secundárias, localizadas nas encostas suaves (FERRETTI et al., 1995). Ocorre em vários tipos de solos, principalmente, em sítios baixos com solos úmidos e profundos, com drenagem boa a regular e textura franca a argilosa (CARVALHO, 2006).

A madeira de ipê é de ótima qualidade, muito resistente e moderadamente pesada, com massa específica aparente de 1,05 g/cm³ a 15% de umidade. A cor da madeira do cerne é pardo-havana-claro a escuro. Apresenta superfície lisa ao tato, irregularmente lustrosa, aspecto fibroso atenuado, textura média, grã irregular para reversa, gosto e cheiro indistintos (MAINIERI, 1970) e apresenta durabilidade natural alta, quando exposta ao tempo (CARVALHO, 2006).

As principais pragas do ipê-amarelo são *Trioza tabebuiae*- Hemiptera: Psylloidea, Triozidae (SANTANA e BURCKHARDT, 2001), que ataca as folhas dessa espécie em viveiro. Já as sementes são atacadas por fungos patogênicos como *Fusarium*, *Alternaria*, *Phomopsis* e *Phoma* (WIELEWSKI, 2001).

Segundo Carvalho (2006), a crosta-marrom é a doença de maior incidência e severidade em locais de alto tráfego de vaículos que ataca a espécie *Tabebuia chrysotricha*. Esta doença é causada por um fungo, *Apiosphaeria guaranitica*, que pertence à classe Ascomycetes, ordem Sphaeriales, família Polystigmataceae. Este fungo ataca as folhas que inicialmente apresentam manchas amarelo-esverdeadas, de formas irregulares nos folíolos, predominando as irregularmente circulares que evoluem rapidamente para fortes necroses e em virtude da grande freqüência e severidade que ocorre esta doença necessita ser controlada. Em Curitiba, em árvores de rua, foi encontrada a crosta-marrom, oídio e a fumagina.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécie estudada

A espécie *Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl é pertencente a família Bignoniaceae e gênero *Tabebuia*.

Descrição da área de estudo

O presente trabalho foi realizado no município de São Pedro do Sul, localizado na região central do estado do Rio Grande do Sul, fazendo parte da Depressão Central. A área do estudo situa-se nas coordenadas 29°37'04'' de latitude sul e 54°10'44'' de longitude oeste, e altitude de 173m.

Condições Climáticas

O clima da região do estudo é temperado do tipo subtropical, classificado como mesotérmico úmido. Segundo a classificação de Köppen, enquadra-se na zona fundamental temperada “C” e no tipo fundamental “Cf”, apresenta chuvas durante todos os meses do ano, com temperatura do mês mais quente superior a 22° C e a do mês mais frio superior a 3° C (MORENO, 1961).

Condições edáficas

Segundo o SBCS (Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos – EMBRAPA), o solo de região de São Pedro do Sul é classificado com Argissolo Vermelho Distrófico Arênico. Este tipo de solo caracteriza-se por ser geralmente profundo a muito profundo, variando de bem drenados a imperfeitamente drenados, ocorrem em relevo suave ondulado até forte ondulado e podem ser originados de diversos tipos de materiais, tais como basaltos, granitos, arenitos, argilitos e siltitos. Estes solos apresentam baixa fertilidade natural (distróficos), elevada acidez e alta saturação por alumínio (alíticos e aluminicos. Além disso, são solos suscetíveis à erosão e a uma decomposição mais rápida dos resíduos culturais (STRECK et al., 2008).

Área de estudo

Na implantação a área de estudo foi preparada com aração, seguida de uma gradagem leve. O plantio foi realizado com coveamento manual, seguido de uma adubação de NPK (10-20-10) com dosagem de 250 g por cova.

O plantio foi realizado por linha, num espaçamento de 4 x 3 m, perfazendo inicialmente 833 plantas por hectare.

Amostragem

No estudo da regeneração natural foram fixadas parcelas circulares baseadas na amostragem sistemática, distribuídas na população, resultando em uma regularidade devido a distribuição igualitária das unidades amostrais.

No total foram demarcadas 10 unidades amostrais circulares, com raio de 5,64 m e área de 1000 m². A altura dos indivíduos foi medida com o Blume-leiss, a circunferência com fita métrica.

Nas unidades amostrais foi considerado todos os indivíduos arbóreos e da regeneração natural, para os estudos estrutura horizontal. Estes indivíduos foram classificados em classes altura, com os seguintes limites: 1: 0 a 0,5 metros; 2: 0,51 a 1,0 m; 3: 1,01 a 1,5 m; 4: > 1,5 m. A circunferência foi medida somente nos indivíduos pertencentes à classe 4, ou seja, com altura igual e superior a 1,5 m. Também, os indivíduos presentes nas unidades amostrais foram enquadrados em classes e recebeu uma codificação, correspondente às características fenotípicas, apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1: Classificação fenotípica da regeneração natural de *Tabebuia crhysostricha*.

Código	Características simples	Códigos	Características combinadas
1	Bifurcada	14	Bifurcada e doente
2	Cortada com brotação	15	Bifurcada e extremamente tortuosa
3	Doente	16	Bifurcada e pouco promissora
4	Extremamente tortuosa	17	Bifurcada e tortuosa
5	Jovens, altas e finas	18	Jovens, altas e finas e doentes
6	Levemente tortuosa	19	Jovens, altas e finas e pouco promissora
7	Matriz	20	Levemente tortuosa e promissora
8	Morta	21	Matriz e bifurcada
9	Pouco promissora	22	Promissora e reta
10	Promissora	23	Tortuosa e pouco promissora
11	Reta		
12	Tortuosa		
13	Vigorosa e bifurcada		

Numa unidade amostral, tomada aleatoriamente, foi medida a altura e circunferência de todos os indivíduos pertencentes à classe 4, com altura igual e superior a 1,5 m, para posterior determinação da abundância por classe de altura.

Os dados levantados permitiram analisar a estrutura fitossociológica da regeneração natural, através de parâmetros da estrutura horizontal: densidade absoluta (DA) e relativa (DR), dominância absoluta (DoA) e relativa (DoR), frequência absoluta (FA) e frequência relativa (FR), índice de valor de importância (IVI), e índice de valor de cobertura (IVC).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do total de 833 plantas por hectare de ipê-amarelo implantadas na arborização da rodovia, permaneceram cerca de 170 árvores matrizes por hectare, a partir das quais se obteve um grande número de regeneração natural. Observou-se que a densidade de árvores matrizes encontra-se distribuída sobre 90% da área do estudo.

No levantamento da regeneração natural verificou-se a presença de grande número de indivíduos de espécies de canela (*Ocotea acutifolia*) e chá-de-bugre (*Casearia silvestris*). Além destas duas espécies de maior abundância, observou-se a presença de canafístula (*Peltophorum dubium*) que se desenvolveu devido à dispersão de sementes de árvores situadas no outro lado da rodovia, pteridófita (*Pteridium aquilinum*), que se desenvolvem em lugares úmidos, camboatá-vermelho (*Cupania vernalis*), xau-xau (*Alophylus edulis*) e mamica-de-cadela (*Zanthoxylum fagara*).

Na Tabela 2 encontram-se os resultados da abundância da regeneração natural de ipê-amarelo da área do estudo classificados através das características fenotípicas.

Verifica-se que a maior parte da regeneração natural da área estudada encontra-se classificada na classe 5, que representa os indivíduos jovens, altos e de CAP reduzido, perfazendo 3.930 indivíduos de um total de 8.470 indivíduos por hectare. Isto corresponde a 46,39 % de abundância relativa, seguido de 19,71 % dos indivíduos levemente tortuosos (classe 6), os quais totalizam 1.670 árvores por hectare. Contrariamente, observa-se uma drástica redução da densidade da classe 10 (promissores) e 13 (vigorosos e bifurcados), correspondendo respectivamente a 0,35 e 0,11 % de abundância relativa dos indivíduos, respectivamente.

As classes 6, 11 e 12 possuem frequência de 100 %, ou seja, foram encontradas em todas as 10 unidades amostrais estabelecidas, enquanto que as classes 1, 4, 5, 7 e 9 foram encontradas entre 80 a 90 % das unidades amostrais e as classes 2, 3, 8, 10 e 13 ocorreram entre 10 e 40 % da área.

Os resultados apresentados na Tabela 3 evidenciam uma maior abundância dos indivíduos jovens, altos e finos e pouco promissores (classe 19) e dos levemente tortuosos e promissores (classe 20), respondendo respectivamente por 17,85 e 28,57 % do percentual da abundância relativa, e os valores das demais classes estão compreendidos entre 3,57 e 10,71 %. A frequência relativa calculada para as classes estabelecidas com códigos combinados não difere significativamente, apresentando valores entre 6,66 e 20 %, sendo assim considerada pouco expressiva.

TABELA 2: Estado fitossociológico da regeneração natural de *Tabebuia crhysotricha* por classes naturais.

Classes Naturais	Abundância		Frequência	
	Abs (ha)	Rel (%)	Abs (%)	Rel (%)
1	270	3,18	80	10,0
2	70	0,82	40	5,0
3	140	1,65	10	1,25
4	280	3,30	80	10,0
5	3930	46,39	90	11,25
6	1670	19,71	100	12,5
7	160	1,88	80	10,0
8	50	0,59	10	1,25
9	350	4,13	90	11,25
10	30	0,35	10	1,25
11	840	9,91	100	12,5
12	670	7,91	100	12,5
13	10	0,11	10	1,25
Total	8470	100	800	100

Sendo: Abs = Absoluta; Rel = Relativa.

A Tabela 4 estabelece intervalos de CAP com amplitude de 5,2 cm, a fim de possibilitar a classificação exclusivamente dos indivíduos pertencentes à classe 4, ou seja, aqueles que possuem altura superior a 1,5 metros. Observa-se, a partir da interpretação dos dados, que a maior representatividade dos indivíduos encontra-se no intervalo de 1,0 – 6,29 cm, perfazendo 45,13 % do total de abundância relativa dos indivíduos desta classe, confirmado pelo índice de valor de cobertura (IVC) que totaliza 48,54 %, o que contrasta com o percentual de 0,51 % e IVC de 4,35 % obtidos com os representantes do intervalo de 38,1 – 43,4 cm de CAP.

TABELA 3: Estado fitossociológico da regeneração natural de *Tabebuia crhysotricha* das classes naturais com características combinadas.

Classes Naturais	Abundância		Frequência	
	Abs (ha)	Rel (%)	Abs (%)	Rel (%)
14	10	3,57	10	6,66
15	20	7,14	20	13,33
16	20	7,14	20	13,33
17	10	3,57	10	6,66
18	50	17,85	10	6,66
19	80	28,57	20	13,33
20	20	7,14	10	6,66
21	10	3,57	10	6,66
22	30	10,71	10	6,66
23	30	10,71	30	20
Total	280	100	150	100

Sendo: Abs = Absoluta; Rel = Relativa.

O valor de cobertura, que indica a ocupação total da área pelos indivíduos, verificando pela frequência relativa tem influência mínima na hierarquia de uma comunidade, o que pode ser confirmado, através dos dados presentes na Tabela 5. Observa-se que os valores de IVC das classes 1 e 4 têm valores próximos, o que se deve ao fato do CAP das árvores da classe 4 ser maiores, o que compensa a menor densidade.

TABELA 4: Estado fitossociológico da regeneração natural de *Tabebuia crhysotricha* por classes de CAP das plantas com altura maior que 1,5 metros.

Ordem N°	Classe CAP (cm)	Abundância		Dominância		Frequência		Índices	
		Abs (ha)	Rel (%)	Abs (ha)	Rel (ha)	Abs (%)	Rel (%)	IVC (%)	IVI (%)
1	1,0 - 6,29	3520	45,13	0,0505	3,41	100	15,38	48,54	63,92
2	6,3 - 11,59	560	7,18	0,0410	2,77	90	13,85	9,95	23,8
3	11,6 - 16,89	1150	14,74	0,1771	12,0	90	12,85	26,74	40,59
4	16,9 - 22,19	1260	16,15	0,3838	26,0	100	15,38	42,15	57,53
5	22,2 - 27,49	740	9,49	0,3680	24,90	100	15,38	34,39	49,77
6	27,5 - 32,79	430	5,51	0,3041	20,6	90	13,85	26,11	39,96
7	32,8 - 38,09	100	1,28	0,0987	6,70	40	6,15	7,98	14,13
8	38,1 - 43,4	40	0,51	0,0568	3,84	40	6,15	4,35	10,5
Total	-	7800	100	1,4804	100	650	100	200	300

Sendo: Abs = Absoluta; Rel = Relativa; IVI = Índice de Valor de Importância em percentagem; IVC = Índice de Valor de Cobertura em percentagem.

Na Figura 1 pode ser observada a abundância absoluta da distribuição da regeneração natural por classe de CAP. A classe que compreende os indivíduos com CAP entre 1,0 e 6,29 cm corresponde a 3.520 indivíduos de um total de 7.800, tendo valores de abundância muito superiores às demais classes, totalizando aproximadamente 45,13 % da população. Os 54,87 % restantes é composto pelas demais classes, as quais apresentam valores de abundância visivelmente inferiores. Esta elevada abundância de indivíduos na primeira classe de CAP deve-se ao ingresso dos indivíduos mais velhos da regeneração natural como árvores matrizes. Isto permitiu um aumento da produção de sementes sobre a área, o que contribuíram significativamente para o aumento da regeneração natural, verificando pela grande presença de indivíduos jovens de pouca circunferência e altura.

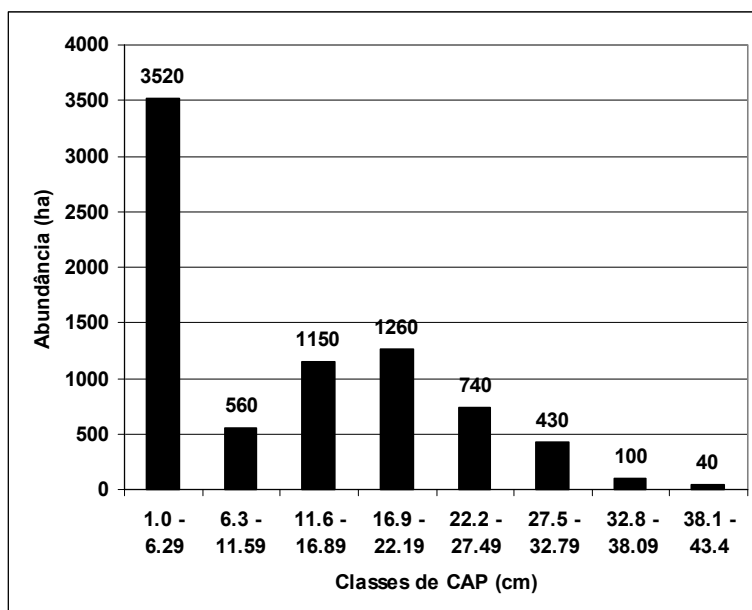


FIGURA 1: Abundância da regeneração natural da *Tabebuia crhysostricha* por classe de CAP.

Na Figura 2 pode ser analisado os valores de Índices de Valor de Importância e Índices de Valor de Cobertura por classe de CAP. Nota-se que a classe de CAP entre 1,0 a 6,29 cm ainda possui maiores valores de ambos índices. Porém, nas classes que possuem valores baixos de abundância quando comparados com a classe dominante, aqui possuem valores elevados de Valor de cobertura, caso das classes de CAP de 11,6 a 32,79 cm. Esta mesma tendência foi verificada para o Índice de Valor de Importância. Os indivíduos pertencentes às classes de CAP entre 32,8 e 43,4 cm, são os que possuem os menores índices de abundância, índices de valor de cobertura e importância.

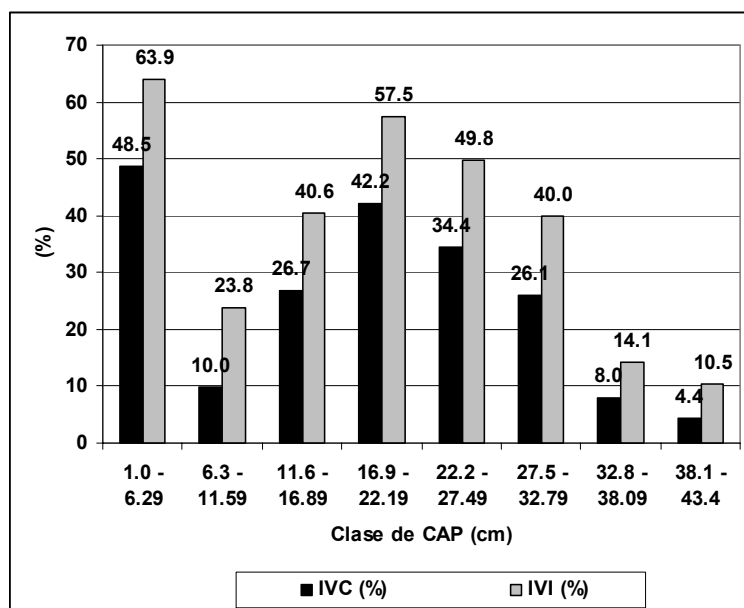


FIGURA 2: Índice de Valor de Cobertura e Índice de Valor de Importância da regeneração natural do *Tabebuia crhysostricha* por classe de CAP.

Na Tabela 5, a regeneração natural foi distribuída em classes de altura com intervalo de 0,83 m. Observa-se na classe 4, que varia de 4,52 a 5,35 m, um grande número de indivíduos, correspondendo a 50 % do total de abundância relativa e conseqüentemente um IVC elevado de 54,8 %. A soma dos valores de abundância relativa e do índice de valor de cobertura das demais classes de altura contabiliza a outra metade. Estes resultados de abundância e IVC podem ser visualizados nas Figuras 3 e 4, respectivamente.

TABELA 5: Estado fitossociológico da regeneração natural de *Tabebuia crhysotricha* por classes de altura das plantas com altura maior que 1,5 metros.

Ordem N°	Classes Altura (m)	Abundância		Dominância		IVC (%)
		Abs (ha)	Rel (%)	Abs (ha)	Rel (%)	
1	2,0 – 2,83	300	8,0	0,0025	2,05	5,03
2	2,84 – 3,67	600	17,0	0,0090	7,17	12,09
3	3,68 – 4,51	500	14,0	0,0098	7,80	10,90
4	4,52 – 5,35	1800	50,0	0,0750	59,6	54,80
5	5,36 – 6,19	300	8,0	0,0162	12,86	10,43
6	6,20 – 7,0	100	3,0	0,0133	10,61	6,81
Total	-	3600	100	0,1260	100	100

Sendo: Abs = Absoluta; Rel = Relativa; IVI = Índice de Valor de Importância.

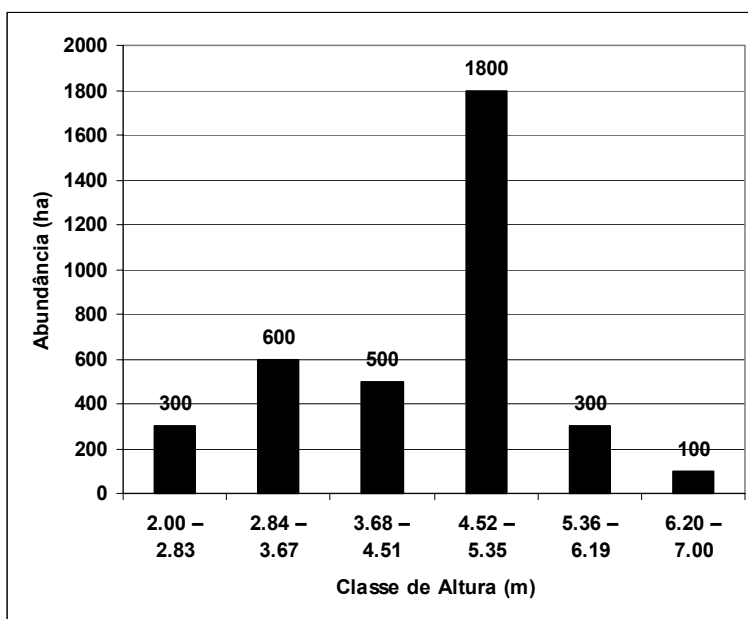


FIGURA 3: Abundância da regeneração natural do *Tabebuia crhysotricha* por classe de altura.

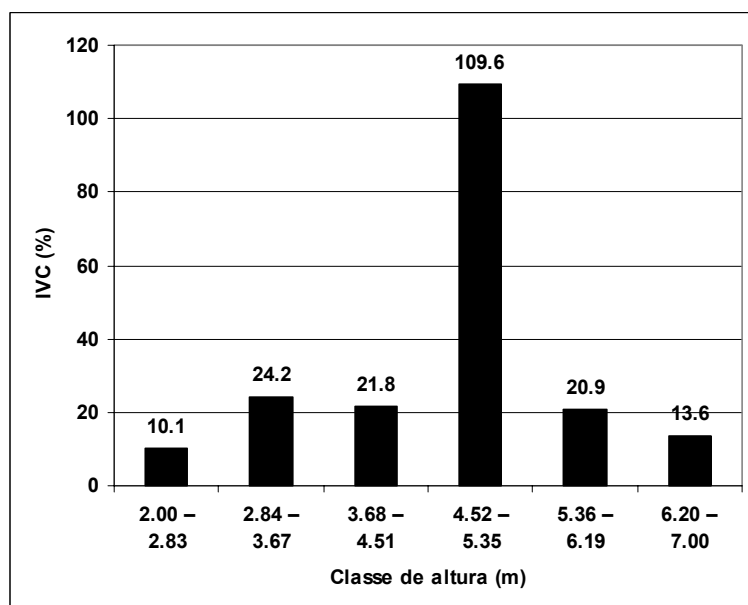


FIGURA 4: Índice de Valor de Cobertura da regeneração natural da *Tabebuia crhysotricha* por classe de altura.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos do estudo da regeneração natural de *Tabebuia chrysotricha* (Mart) Standl, originada de árvores matrizes, implantados com objetivo inicial de arborização promoveram uma abundante densidade populacional, na presença de 170 árvores matrizes por hectare, com uma abundância de regeneração natural de 8.470 indivíduos por hectare. Os valores de abundância relativa e índices de valor de cobertura dos indivíduos da regeneração natural indicaram a predominância de indivíduos jovens, altos e finos, com circunferência entre 1,0 a 6,29 cm e alturas entre 4,52 a 5,35 m, indicando a presença de elevada concorrência.

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ALCALAY, N.; DIAS, L. L.; AMARAL, D. M. I.; et al. **Informações sobre tecnologia de sementes e viveiro florestal**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis “AP”, 1988. 9 p. (Publicação IPRNR, 22).
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras**: Recomendações Silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Colombo: Embrapa- CNPF/ SPI, 1994. 488-492 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies Arbóreas Brasileiras**. 2. vol. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006. p. 283-290.
- FERRETTI, A. R.; KAGEYAMA, P. Y.; ÁRBOCZ, G. de; et al. Classificação das espécies arbóreas em grupos ecológicos para revegetação com nativas no Estado de São Paulo. *Florestar Estatístico*, São Paulo, v. 3, n. 7, p. 73-84, 1995.
- KAGEYAMA, P. Y.; MARQUEZ, F. C. M. Comportamento de espécies de curta longevidade armazenadas com diferentes teores de umidade inicial (gênero *Tabebuia*). Piracicaba: IEF, 1981. 4 p. (Circular técnico, 26).
- MAINIERI, C. **Madeiras brasileiras**: características gerais, zonas de maior ocorrência, dados botânicos e usos. São Paulo: Instituto Florestal, 1970. 109 p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Oficinas Gráficas da Secretaria da Agricultura. 1961. 41 p.
- PAIVA, K. Subsídios para a implementação de um sistema de gestão ambiental para a operação de rodovias. 2004. Disponível em: < [http:// transportes.ime.eb.br/DIS/DIS192.pdf](http://transportes.ime.eb.br/DIS/DIS192.pdf) >. Acesso em: 05 de jul. 2008
- ROTTA, E. **Identificação dendrológica do Parque Municipal da Barreirinha, Curitiba, PR (baseada em característica macromorfológicas)**. 1977. 271 f. Tese (Mestrado em Ciências) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SANTANA, D. L. de Q.; BURCKHARDT, D. H. A new trioizid pest (Hemiptera, Psylloidea, Trioizidae) on ornamental trumpet trees (*Tabebuia* spp., Bignoniaceae) in Brazil. *Revue Suisse de Zoologie*, v. 108, n. 3, p. 541-550, Sept. 2001.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 38-52 p.
- TOLEDO FILHO, D. V. de. Competição de espécies arbóreas de cerrado. *Boletim Técnico de Instituto Florestal*, São Paulo, v. 42, p. 61-70, 1988.
- WIELEWSKI, P. **Patologias em *Tabebuia chrysotricha* (Mart. ex DC.) Standl (ipê-amarelo) Bignoniaceae em Curitiba – PR**. 2001. 35 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

**DIFERENTES ESTRATEGIAS DE AJUSTE DE MODELOS HIPSOMETRICOS EM PLANTIOS DE
Eucalyptus spp.**

**DIFFERENT STRATEGIES FOR ADJUSTMENT OF HYPSONOMETRIC MODELS ON STANDS OF
Eucalyptus spp.**

Andressa Ribeiro¹ Antonio Carlos Ferraz Filho² José Márcio de Mello³ Maria Zélia Ferreira⁴

RESUMO

O presente trabalho teve como objetivo testar diferentes estratégias de ajuste de modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para melhor estimar a altura em plantios de *Eucalyptus* spp. Foram coletados pares de altura e diâmetro de árvores distribuídas em 36 parcelas. Essas foram divididas em diferentes tratamentos conforme idade, sítio, e combinação de sítio e idade do plantio, totalizando 14 tratamentos. Foram testados os modelos de Curtis, Prodan e Parabólico bem como os modelos genéricos de Campos e Scolforo. O coeficiente de determinação em porcentagem (R^2), o erro padrão residual em metros (Syx) e análise gráfica dos resíduos foram as medidas utilizadas para seleção do melhor modelo por estratégia de ajuste. No cômputo geral, para seleção do melhor modelo foi realizado um teste de média de Scott Knott com os valores de erro absoluto da base total de dados por tratamento, selecionando assim como melhor estratégia de ajuste o modelo de Curtis por parcela, e os modelos genéricos propostos por Campos e Scolforo.

Palavras-chave: relação hipsométrica, inventário florestal, modelos tradicionais e genéricos

ABSTRACT

The present research was aimed at testing different adjustment strategies of traditional and generic hypsonometric models in order to better estimative *Eucalyptus* spp. height. Height and diameter pairs of trees distributed in 36 plots were collected. The data was divided in to different treatments according to the age, site, and combination of age and site of the stands, totaling 14 treatments. The Curtis, Prodan and Parabolic models as well as the generic models of Campos and Scolforo were tested. The standard error of estimate in meters, coefficient of determination in percent and graphic residue analysis were used to select the best adjustment strategy. Finally, to determine the best strategy/model, the Scott Knott mean test was conducted by using the total data base absolute error values for each treatment. Hence, the Curtis model per plots and Campos e Scolforo generics models were select as being the best adjustment strategies.

Key words: height-diameter relationship, forest inventory, traditional and generic models.

INTRODUÇÃO

A relação hipsométrica é bastante utilizada no inventário florestal, ela permite estimar a altura das árvores da parcela a partir da mensuração de pares de altura e diâmetro medido a 1,30m do solo (DAP) e posterior formulação de modelos matemáticos. As árvores são medidas com uso de hipsômetros, que quando utilizados sob condições inadequadas de visibilidade da copa das árvores, topografia, e sub-bosque, podem acarretar procedimentos demorados e de alto custo, onerando seu uso e apresentando erros graves de medição, proporcionando considerável aumento do viés no inventário.

A relação hipsométrica é influenciada por diversas variáveis tais como: idade, região de plantio, variação genética, tratos silviculturais, sistema de amostragem, densidade, tamanho da copa e posição sociológica. Na composição da base de dados para ajustar uma relação hipsométrica, procura-se estratégias de ajustes capazes de captar os diversos fatores que afetam essa relação.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo testar diferentes estratégias de ajuste, bem como os melhores modelos hipsométricos tradicionais e genéricos selecionados na literatura, onde as estratégias de ajuste foram feitas por parcela, por sítio, idade do plantio, e combinação do sítio e idade do plantio. As estratégias adotadas foram ajustadas a fim de obter informações definidas para a aplicação correta de relações hipsométricas na realização de inventários florestais.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A relação hipsométrica expressa o relacionamento entre a altura e o diâmetro das árvores, em um povoamento em determinada idade, podendo essa relação ser representada por um modelo matemático (SCHMIDT, 1977).

¹ Graduanda em Eng. Florestal, UFLA-Universidade Federal de Lavras, andressa_ufla@yahoo.com.br, Lavras MG.

² Mestrando em Eng. Florestal, UFLA-Universidade Federal de Lavras, acferrazfilho@gmail.com, Lavras MG

³ Professor Departamento de Ciência Florestal, UFLA-Universidade Federal de Lavras, jmello@ufla.br, Lavras MG

⁴ Engenheira Florestal, Veracel Celulose S.A, maria.zelia@veracel.com.br, Eunápolis BA

Utilizando-se os pares de altura e diâmetro de árvores mensuradas, constrói-se uma curva altura-diâmetro e, através de análise de regressão, estima-se a altura das demais árvores. Essa técnica proposta por Ker e Smith (1957), resulta numa sensível redução no custo do inventário.

Soares et al. (2004), trabalhando com ajustes por parcela em *Eucalyptus* sp. verificaram que os modelos de Curtis, Parabólico e Sttofels apresentaram melhores desempenhos. No mesmo trabalho, os autores verificaram que o modelo de Sttofels obteve o melhor desempenho quando ajustado para todo o povoamento. O uso da altura dominante média na relação hipsométrica conjuntamente com o DAP, contribuiu para um menor vício na variável volume (LEITE et al. 2003).

MATERIAL E MÉTODOS

Localização e caracterização da área de estudo

Os dados utilizados para desenvolver o presente estudo foram obtidos em plantios de *Eucalyptus* spp., pertencentes à empresa Veracel Celulose S.A, situados na região sul do estado da Bahia. Os sítios possuem diferentes características de produtividade, sendo o sítio 1 de maior produtividade, o sítio 2 de produtividade mediana e o sítio 3 de produtividade inferior, conforme tipo de solo, clima, altitude, regime de chuvas e a periodicidade das mesmas.

Modelos avaliados

No presente estudo avaliou-se o desempenho de três modelos tradicionais e dois modelos genéricos selecionados na literatura florestal. Os modelos tradicionais avaliados foram Prodan, Curtis e Parabólico e os modelos genéricos avaliados foram Scolforo e Campos.

Coleta de dados

Para realização do trabalho, foram obtidos diâmetros e alturas reais de 782 árvores distribuídas em 36 parcelas. Cada parcela contém 22 covas de plantio distribuídas em 9 talhões, representando as idades de 3, 5 e 7 anos, em cada sítio conforme produtividade (1, 2 e 3). As árvores ocupam uma área de 12 m² cada. Os valores médios por parcela estão apresentados na Tabela 1.

Estratégia de ajuste

O número de árvores utilizadas no ajuste dos modelos variou conforme a estratégia de ajuste adotada. Para verificar o desempenho dos modelos por parcela, utilizou-se as 5 primeiras árvores mensuradas. No caso da estratégia de ajuste por idade, uniu-se as 5 primeiras árvores de todas as parcelas com a mesma idade. O mesmo aconteceu para a formação da base de dados para ajuste por sítio e para a combinação de idade e sítio (estrato). Para o ajuste dos modelos genéricos foram utilizadas 782 árvores, ou seja, a base total de dados. As diferentes estratégias de ajuste formaram 14 tratamentos conforme apresentados na Tabela 3.

Seleção da melhor estratégia de ajuste

A seleção da melhor estratégia de ajuste foi baseada nos seguintes parâmetros estatísticos: coeficiente de determinação (R^2) em porcentagem, erro padrão residual (S_{yx}) em metros, análise gráfica de resíduos e teste de média de Scott Knott (1974), realizado através do software SISVAR desenvolvido por Ferreira (1999).

A análise gráfica foi gerada por tratamento a partir de todos os valores presentes na base de dados. Os gráficos de resíduos por tratamentos, foram elaborados com todos os dados e não apenas com os dados que geraram os ajustes; isto se deu por dois motivos, primeiro porque o valor real da altura de todas as árvores é conhecido, e segundo o número de equações ajustadas se diferem conforme o tratamento adotado.

O teste de média foi empregado para seleção do melhor tratamento. O teste foi gerado com os valores de erro absoluto de todos os valores do banco de dados por tratamento. Os mesmos motivos citados anteriormente são aplicáveis à forma que se conduziu o teste de média.

TABELA 1: Caracterização média da base de dados da área de estudo, altura total (Ht), diâmetro a 1,30 m do solo (DAP), diâmetro médio quadrático (Dg), altura dominante (Hd)

Parcela	Idade (anos)	Ht (m)	DAP (cm)	Dg (cm)	Hd (m)
1	3	20,36	15,60	15,64	21,75
2	3	19,45	14,66	14,72	20,75
3	3	19,05	15,73	15,84	20,00
4	3	17,76	14,79	14,83	19,50
5	5	29,65	19,53	15,09	32,00
6	5	30,05	19,58	19,62	31,00
7	5	29,11	18,78	18,95	31,75
8	5	29,52	18,56	18,40	32,75
9	7	30,63	19,03	19,53	36,25
10	7	31,34	18,78	18,92	34,75
11	7	32,05	19,59	20,01	37,25
12	7	34,58	20,39	20,41	38,00
13	3	19,69	13,75	13,90	21,00
14	3	19,71	14,07	14,43	21,25
15	3	19,52	13,78	13,86	20,75
16	3	19,83	14,29	14,50	21,50
17	5	25,84	16,98	17,10	27,75
18	5	25,68	17,59	17,74	27,75
19	5	27,93	17,64	17,75	31,00
20	5	24,88	16,82	16,97	27,50
21	7	29,34	18,31	18,42	32,75
22	7	30,14	19,67	19,73	32,75
23	7	29,64	18,24	18,36	33,00
24	7	29,43	18,43	18,57	32,50
25	3	19,50	15,63	15,64	20,25
26	3	23,70	17,41	17,45	24,50
27	3	23,80	16,72	16,77	23,75
28	3	22,59	16,27	16,37	24,25
29	5	33,18	20,76	20,86	36,00
30	5	32,84	20,18	20,24	36,00
31	5	32,61	19,35	19,48	36,00
32	5	33,34	20,70	21,08	37,25
33	7	29,09	18,94	18,97	31,50
34	7	31,74	19,01	19,17	34,25
35	7	30,89	18,88	18,96	32,50
36	7	29,39	18,06	18,33	32,75

TABELA 3: Tratamentos empregados no estudo..

Tratamento	Estratégia
1	Prodan por parcela
2	Curtis por parcela
3	Parabólico por parcela
4	Prodan por idade
5	Parabólico por idade
6	Curtis por idade
7	Prodan por região
8	Parabólico por região
9	Curtis por região
10	Prodan por estrato
11	Parabólico por estrato
12	Curtis por estrato
13	Campos
14	Scolforo

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 4 estão apresentados os resultados relativos à estratégia de ajuste por parcelas (tratamento 1, 2 e 3), referentes aos parâmetros estimados e as estatísticas de precisão dos ajustes.

TABELA 4: Coeficientes dos ajustes e estatísticas de precisão por parcela para os três modelos avaliados.

Parcela	PRODAN					CURTIS				PARABÓLICO				
	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²	β_0	β_1	Syx	R ²	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²
1	51,8688	-5,9927	0,2235	0,2645	92,0037	3,8155	-12,6389	0,0188	88,2461	-91,6876	13,3860	-0,3975	0,2526	92,7058
2	4,9924	-0,3484	0,0547	0,0933	99,8097	3,4940	-7,4974	0,0057	99,8384	-4,7820	2,8148	-0,0778	0,0915	99,8169
3	-6,6432	1,4392	-0,0106	1,0418	7,6362	3,5205	-8,4317	0,0439	54,6994	32,5000	-2,6554	0,1175	1,0408	7,8014
4	-47,5580	7,3261	-0,2208	0,9614	17,8379	3,4475	-7,5398	0,0473	48,2915	76,3082	-9,0479	0,3488	0,9546	18,9926
5	-12,5419	1,5828	-0,0127	0,0621	99,6147	3,7935	-7,8842	0,0064	97,3044	37,1600	-1,3938	0,0513	0,0699	99,5112
6	-41,1555	4,4505	-0,0854	0,2416	91,6594	3,8734	-8,9672	0,0104	89,0132	200,8940	-17,7721	0,4619	0,1279	97,6623
7	13,2474	-0,9996	0,0513	0,1944	99,0556	3,9530	-11,0157	0,0097	98,5575	-20,6055	4,3732	-0,0914	0,2049	98,9504
8	22,5932	-2,1025	0,0819	0,3240	85,0022	3,8462	-8,0057	0,0111	87,6828	-46,1403	7,4165	-0,1770	0,3182	85,5335
9	-2,8242	0,6926	0,0044	0,8372	73,7999	4,1071	-12,4309	0,0203	87,4902	7,7313	1,4783	-0,0118	0,8368	73,8237
10	-1,2297	0,8496	-0,0089	0,3642	85,6632	4,6035	-21,5012	0,0090	93,0649	858,8570	-88,1890	2,3499	0,2887	90,9910
11	9,6850	-0,5914	0,0365	0,7038	86,5226	4,1078	-12,0865	0,0178	93,0983	-28,7365	5,2542	-0,1073	0,6935	86,9136
12	17,3633	-1,2941	0,0514	0,3457	98,6421	4,3179	-15,6901	0,0177	97,1774	-44,6186	6,6710	-0,1356	0,3471	98,6308
13	63,4107	-7,7602	0,2882	0,1314	98,8859	3,7911	-12,0200	0,0247	88,8224	-101,7480	15,1415	-0,4669	0,1285	98,9346
14	-17,1707	2,5916	-0,0441	0,1348	96,3658	3,3975	-5,5878	0,0072	96,6346	98,4408	-10,8531	0,3748	0,0440	99,6136
15	1,3711	0,1633	0,0373	0,8092	31,0691	3,3820	-5,9993	0,0340	66,1786	6,6713	1,1998	-0,0220	0,8109	30,7866
16	29,2377	-3,5290	0,1569	0,3073	87,4102	3,6760	-9,7681	0,0127	93,6041	-59,6926	10,1832	-0,3214	0,3067	87,4565
17	-19,3680	2,7569	-0,0538	0,6731	69,7916	3,7448	-8,3924	0,0210	85,7648	46,1868	-3,3902	0,1278	0,6730	69,8055
18	-3,7552	0,8959	0,0017	0,3612	97,3642	3,7758	-9,0398	0,0133	98,3829	13,9371	0,4311	0,0145	0,3544	97,4625
19	-0,7805	0,4359	0,0146	0,0103	99,9971	3,8526	-8,8335	0,0026	99,8909	8,9641	1,3860	-0,0159	0,0110	99,9967
20	-17,4588	2,5311	-0,0464	0,4068	76,3567	3,7873	-9,5593	0,0142	86,4639	56,8516	-4,7096	0,1669	0,4032	76,7745
21	-0,5980	0,5625	0,0066	0,3703	98,3528	4,1092	-13,2036	0,0126	98,7641	3,4613	1,6638	-0,0133	0,3693	98,3617
22	40,5044	-3,6142	0,1130	1,2735	0,0000	3,7369	-5,9690	0,0329	28,0753	-158,4520	17,5144	-0,4018	1,2571	0,0000
23	-0,5038	0,5078	0,0090	0,2193	99,4657	4,0384	-11,7485	0,0077	99,5922	4,6898	1,6409	-0,0151	0,2178	99,4727
24	-15,5316	2,3040	-0,0435	0,2176	97,1727	4,4024	-18,9168	0,0089	96,6631	103,6960	-9,2007	0,2801	0,1394	98,8391
25	-48,3634	7,1473	-0,2042	1,1699	0,0000	3,6179	-10,0673	0,0486	49,1649	13,1822	-0,1033	0,0327	1,1634	0,0000
26	-62,9620	7,2721	-0,1646	0,5155	0,0000	3,2851	-2,2304	0,0198	6,9463	661,0280	-72,6889	2,0687	0,3294	37,9901
27	45,4264	-5,2166	0,1927	0,2545	94,4889	3,7336	-9,1671	0,0238	80,5509	-79,6703	11,9855	-0,3443	0,2527	94,5650
28	3,0511	0,3185	0,0156	0,2502	97,0542	3,9734	-13,8148	0,0088	98,6392	-1,7922	1,8035	-0,0183	0,2500	97,0586
29	-17,5769	2,1405	-0,0306	0,9332	80,9629	4,1509	-13,4607	0,0265	87,1812	44,9235	-2,1820	0,0771	0,9374	80,7945
30	-10,8664	1,5431	-0,0167	0,7555	95,4525	4,0931	-12,4592	0,0274	95,4468	26,9431	-0,5646	0,0394	0,7864	95,0724
31	-12,6398	1,6550	-0,0190	0,9132	79,1500	3,9566	-9,3473	0,0265	86,2849	46,1415	-2,3262	0,0819	0,8840	80,4651
32	-1,0268	0,6462	0,0031	0,8784	98,9887	3,9865	-10,0143	0,0671	97,0909	4,6219	1,4630	-0,0052	0,8844	98,9748
33	85,1715	-8,5335	0,2472	0,7591	75,7395	3,9982	-11,3767	0,0337	67,9002	-229,2210	26,2664	-0,6620	0,7105	78,7431
34	54,6379	-5,2502	0,1570	1,0790	70,5253	4,1779	-13,8250	0,0125	96,9864	84,8152	-6,7982	0,2081	0,2496	98,4226
35	39,2428	-3,7416	0,1219	0,2572	99,5684	4,4598	-19,8769	0,0312	96,5882	-88,3941	11,5989	-0,2798	0,2571	99,5688
36	6,3783	-0,4302	0,0387	0,5645	97,6530	3,9436	-9,7436	0,0260	97,3039	-12,7595	4,0246	-0,0903	0,5214	97,9976

O coeficiente de determinação (R²) para os três modelos foi superior a 70 % em 80,5% das parcelas avaliadas (29 parcelas). Estes resultados mostraram que os três modelos apresentaram ótimas estimativas da altura a partir do DAP. Alguns valores baixos foram constatados, inclusive R² zero em algumas parcelas. Porém esta situação é comum, em função de dois pontos básicos: devido ao número reduzido de observações para ajuste e homogeneidade entre os valores de altura dos pares utilizados para o ajuste, havendo uma degeneração da relação hipsométrica devido à semelhança nas alturas e diferenças em valores diamétricos. Valores de R² iguais a zero estão associados a baixos valores dos coeficientes de inclinação (β_1 e β_2). Desta forma, a estimativa da altura fica em função apenas de β_0 , o qual significa a média das alturas avaliadas.

A tabela 5 apresenta os resultados relativos à estratégia por idade, ou seja, organizou-se todos os pares de diâmetro e altura por idade, independente da parcela e sítio.

TABELA 5: Coeficientes dos ajustes e estatísticas de precisão para estratégia de ajuste por idade.

Idade (anos)	PRODAN					CURTIS				PARABÓLICO				
	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²	β_0	β_1	Syx	R ²	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²
3	-5,9862	1,51049	-0,02087	1,10814	70,6258	3,71841	-10,6181	0,05708	67,729	12,6724	-0,11753	0,04075	1,10703	70,6844
5	-2,06215	0,79066	-0,00053	1,48733	85,2613	3,97616	-11,0617	0,06312	80,1269	7,82678	1,02153	0,00641	1,48582	85,2913
7	2,06412	0,23749	0,01536	1,35154	79,1439	4,09222	-12,4387	0,04417	80,9635	-3,32074	2,50523	-0,03648	1,34823	79,2459

Verificou-se para esta estratégia de ajuste valores de R² variando de 67% a 85% aproximadamente. O R² apresentou tendência de crescimento com o aumento da idade. Este comportamento foi verificado para os três modelos. A melhoria dos valores de R² nesta estratégia de ajuste pode ser explicada pelo aumento da base de dados, assim como, uma heterogeneidade maior dos valores de altura dentro das diferentes classes diamétricas.

A tabela 6 apresenta os ajustes efetuados conforme a de ajuste por idade, porém para estratégia de ajuste por sítio.

TABELA 6: Coeficientes dos ajustes e estatísticas de precisão para a estratégia de ajuste por sítio.

Sítio	PRODAN					CURTIS				PARABÓLICO				
	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²	β_0	β_1	Syx	R ²	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²
1	-3,70316	1,13876	-0,01352	2,66271	75,5993	4,06653	-13,2778	0,12668	61,6073	9,40655	0,45773	0,03006	2,66313	75,5917
2	29,9648	-2,3645	0,0759	2,23911	87,5573	4,48358	-21,0273	0,10714	82,2378	-11,8303	2,3608	-0,00999	2,39569	85,7562
3	4,27591	0,3255	0,00742	1,97532	81,8658	4,33884	-18,6426	0,08415	79,6632	-5,33043	1,95849	-0,00867	1,97713	81,8326

A tabela 7 apresenta os resultados dos ajustes efetuados com a base de dados organizada por estrato.

TABELA 7: Coeficientes dos ajustes e estatísticas de precisão para a estratégia de ajuste por estrato.

Estrato	PRODAN					CURTIS					PARABÓLICO				
	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²	β_0	β_1	Syx	R ²	β_0	β_1	β_2	Syx	R ²	
Sítio 1 / 3 anos	26,3998	-2,54996	0,10444	1,46781	50,4118	3,96052	-14,0639	0,06752	54,3524	-43,0602	6,87764	-0,17545	1,46596	50,5372	
Sítio 1 / 5 anos	0,52877	0,38481	0,01161	0,89084	96,3766	3,98805	-10,1077	0,03631	96,0626	1,24907	2,0486	-0,02453	0,89212	96,3662	
Sítio 1 / 7 anos	-0,99019	0,57806	0,00641	1,32541	83,855	4,02636	-11,4186	0,04861	83,9109	5,16635	1,55851	-0,01146	1,32535	83,8565	
Sítio 2 / 3 anos	-2,84102	0,95959	0,00369	0,65877	78,0921	3,46257	-7,39389	0,03534	80,4497	7,94732	0,68394	0,0056	0,65884	78,0878	
Sítio 2 / 5 anos	21,4817	-1,91449	0,07596	0,61655	77,2427	3,87811	-9,176	0,0228	74,5464	-38,7127	6,41073	-0,1468	0,62181	76,8528	
Sítio 2 / 7 anos	16,3971	-1,25835	0,05284	0,80661	81,4493	4,14138	-12,6478	0,02452	82,5899	-35,648	5,90543	-0,12207	0,81132	81,2321	
Sítio 3 / 3 anos	8,18251	-0,66917	0,06083	0,58195	67,5018	3,53953	-7,96735	0,02916	70,0752	-9,43759	3,2815	-0,0865	0,58145	67,5574	
Sítio 3 / 5 anos	-11,4286	1,85158	-0,02857	1,14006	70,4739	3,8422	-9,83726	0,04474	70,508	33,4433	-1,93845	0,08744	1,12412	71,2939	
Sítio 3 / 7 anos	6,47519	-0,27902	0,03117	0,69287	90,9634	4,01831	-11,5881	0,02183	92,6816	-12,2294	3,5283	-0,06768	0,67808	91,3451	

A tabela 8 apresenta os ajustes referentes aos modelos genéricos adotados para os tratamentos 13 e 14. Onde variáveis independentes características do povoamento tais como Dg, I e H_{dom} foram incluídas.

TABELA 8: Coeficientes dos ajustes e estatísticas de precisão para os modelos genéricos (Campos e Scolforo)

β_0	CAMPOS				R ²	β_0	SCOLFORO				Syx	R ²
	β_1	β_2	Syx	β_2			β_3	β_4	Syx			
1,8590	-10,4370	0,6020	1,0908	97,6440	1,6138	0,6373	-0,1160	-1,2406	-7,9520	1,0847	97,6853	

Os valores de R² foram altos para modelos genéricos, mostrando o potencial destes modelos para estimativa da altura, conforme constatado por Leite et al. (2003). O modelo Scolforo teve melhor comportamento por considerar mais variáveis independentes tais como: altura dominante, diâmetro quadrático, idade. Enquanto o modelo Campos adotou apenas DAP e altura dominante.

Análise gráfica de resíduos

Para avaliação da qualidade dos ajustes, além do cálculo do erro padrão residual e do coeficiente de determinação, utilizou-se também a análise gráfica de resíduos. A seguir são apresentados os gráficos referentes aos 14 tratamentos, conforme mostrado na figura 1.

Para escolha do melhor modelo ajustado foi realizada uma análise de variância com os valores dos erros absolutos da base total de dados de cada tratamento.

TABELA 9: Análise de variância para altura estimada pelos tratamentos do estudo realizado com povoamento de *Eucalyptus spp.*

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Tratamentos	13	3086,6430	237,4341	88,237	0,000
Erro	10934	29409,9974	2,6898		
Total corrigido	10947	32496,6404			

Pela tabela 9 foi detectado que houve diferença entre os tratamentos (Fc=88,237). Isto significa que pelo menos um tratamento diferiu dos demais. Portanto, é necessário aplicar um teste de média para separação dos tratamentos. Para tal, utilizou-se o teste de média de SCOTT KNOTT para escolha da melhor estratégia de ajuste, abaixo tabela 10 contendo os resultados.

TABELA 10: Teste de médias de Scott Knott a 95% de probabilidade de acerto das estimativas médias de altura*

Tratamento	Descrição	Média	
2	Curtis por parcela	0,727621	a
13	Campos	0,750639	a
14	Scolforo	0,753197	a
12	Curtis por estrato	0,854220	b
1	Prodan por parcela	0,934783	b
10	Prodan por estrato	0,951407	b
11	Parabólico por estrato	0,974425	b
5	Parabólico por idade	1,245524	c
4	Prodan por idade	1,255754	c
6	Curtis por idade	1,381074	d
3	Parabólico por parcela	1,428389	d
8	Parabólico por sítio	2,120205	e
7	Prodan por sítio	2,121483	e
9	Curtis por sítio	2,345269	f

* As médias seguidas de letras iguais, não apresentam diferenças estatísticas na probabilidade de 95% de acerto.

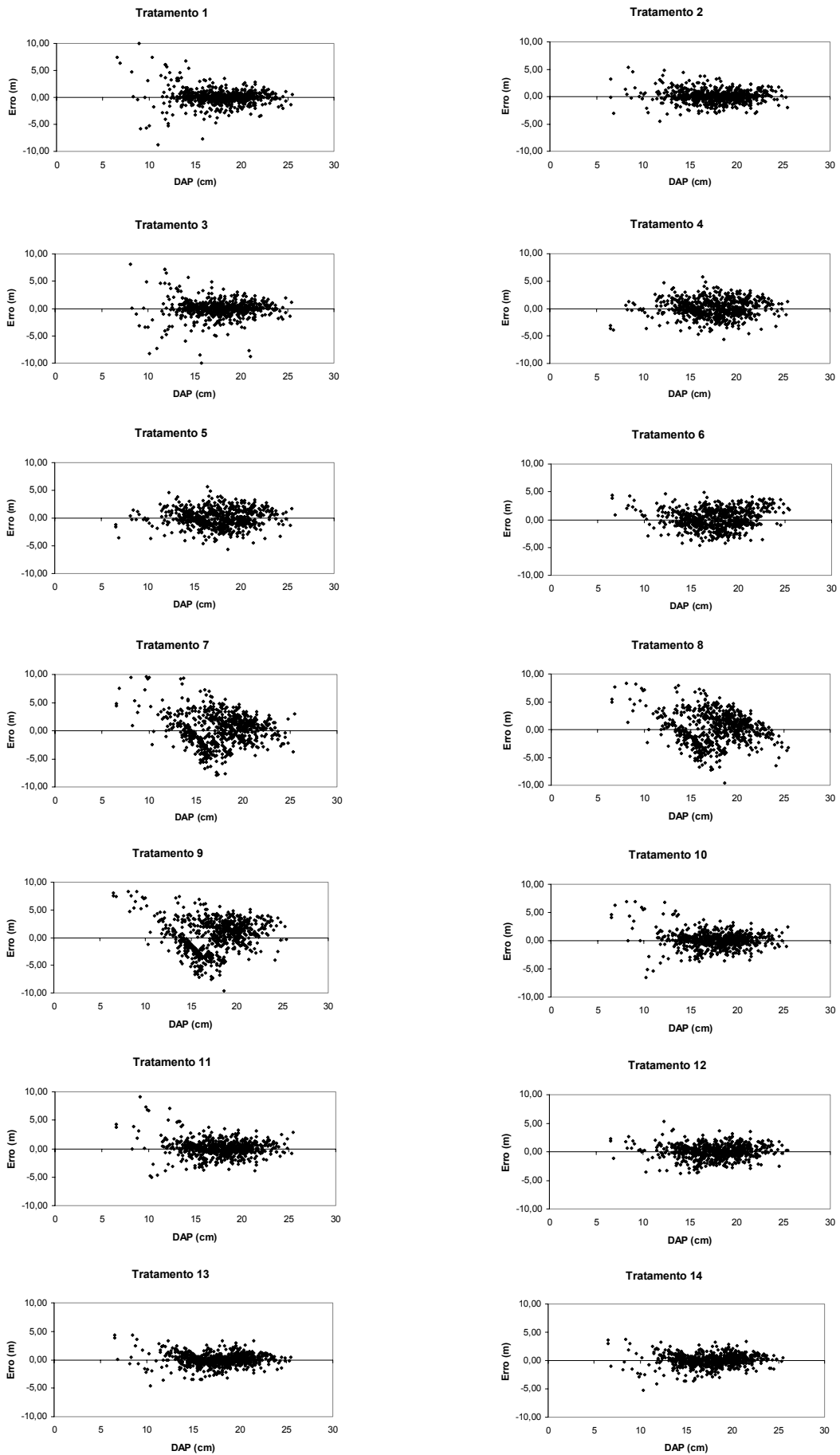


FIGURA 1: Dispersão dos erros em metros em função do diâmetro

CONCLUSÕES

Conforme resultados oriundos do teste de médias de Scott Knott a 95% de probabilidade de acerto, as três melhores estratégias de ajuste foram Curtis por parcela e os modelos genéricos propostos por Campos e Scolforo. Analisando o S_{yx} , R^2 e análise gráfica de resíduos o melhor modelo ajustado foi o de Curtis por parcela. Confirmando a preferência de ajustes feitos por parcela, onde se tem uma menor área possibilitando controle de fatores que interferem na relação hipsométrica, tais como espécie, idade, densidade de plantio e outras.

O uso de modelos genéricos implica em um processo menos moroso na prática de inventário florestal, visto que o ajuste de apenas uma equação que poderá ser aplicada em toda a base de dados. O ajuste de modelos por parcela apresentou resultados satisfatórios, comprovando a eficácia desta estratégia de ajuste muito empregada em empresas florestais, porém deve ser utilizada com ressalvas, tendo em vista que o baixo número de árvores empregadas no ajuste pode acarretar em inconsistências nas estimativas de altura, especialmente quando modelos não lineares são utilizados, podendo super ou subestimar os valores das mesmas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, V. C. L.; MARTINS, V. S.; CALEGARIO, N.; CHICHORRO, J. F. **Influência de três sistemas de amostragem na estimativa da relação hipsométrica e do volume de árvores em um fragmento de Mata Atlântica.** Revista Scientia Forestalis, n.70, p. 31-37, 2006.

ASSIS, D. S.; MANZATTO, C. V.; COUTINHO, S. C. **Zoneamento Agroecológico de Microbacias Hidrográficas da Costa do Descobrimento: Município de Porto Seguro e Santa Cruz Cabrália, Bahia.** Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2003.

BARROS, D.A.; MACHADO, S. A.; ACERBI, F.W.; SCOLFORO, J.R.S. **Comportamento de modelos hipsométricos tradicionais e genéricos para plantações de *Pinus oocarpa* em diferentes tratamentos.** Boletim de Pesquisa Florestal, v. 45, p. 3 - 28, 2002.

BATISTA, J. L. F.; COUTO, H. T. Z.; MARQUESINI, M. **Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo em três tipos de floresta.** Revista Scientia Forestalis, n.60, p.149-163, 2001.

FERREIRA, D. F. **SISVAR:** sistema de análise de variância para dados balanceados, versão 4.0. Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software estatístico)

LEITE H.G. & ANDRADE V. C. L. **Importância das variáveis altura dominante e altura total em equações hipsométricas e volumétricas.** Revista Árvore, Viçosa - MG, v.27, n.3, p.301-310, 2003.

OLIVEIRA, Y. M. M.; OLIVEIRA, E. B. **Relação hipsométrica para bracatinga.** In: EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. Manual técnico de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth). Curitiba: Embrapa-CNPQ, p.46-47. 1988.

SCOLFORO, J. R. S. **BIOMETRIA FLORESTAL:** Parte I: modelos de regressão linear e não-linear; Parte II: modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento, e peso de matéria seca. Lavras: ESAL/FAEPE, 2005. 352 p.

SOARES, T. S.; SCOLFORO, J. R. S.; FERREIRA, S. O.; MELLO, J. M. **Uso de diferentes alternativas para viabilizar a relação hipsométrica no povoamento florestal.** Revista Árvore, v.28, n.6, Viçosa-MG, 2004.

ESTRUTURA E ECOLOGIA DE POPULAÇÕES DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM FRAGMENTO DE MATA CILIAR

STRUCTURE AND ECOLOGY OF POPULATIONS OF ARBOREAL SPECIES IN FRAGMENT OF RIPARIAN FOREST

Angela Luciana de Avila¹ Maristela Machado Araújo² Ezequiel Gasparin³ Clarice Maboni de Almeida¹ Marta Volpato Scoti¹

RESUMO

Este estudo teve como objetivo identificar os padrões de distribuição espacial, sistema sexual, síndromes de polinização e dispersão e grupos ecológicos das espécies amostradas em um fragmento de Mata Ciliar, Cachoeira do Sul, RS. A vegetação arbórea foi inventariada utilizando 36 parcelas de 10x10m, distribuídas em faixas sistemáticas e perpendiculares a margem do rio. Foram identificados e medidos todos os indivíduos com circunferência a 1,3m do solo (CAP) \geq 15cm. A identificação dos padrões de distribuição espacial foi realizada através do índice de Morisita, desconsiderando as espécies com menos de 4 indivíduos na área. As informações sobre a biologia reprodutiva e grupos ecológicos foram obtidas através de revisão bibliográfica. Foi identificada a predominância de espécies com distribuição agrupada e grande proporção de espécies com baixa com baixa densidade (menos de 4 indivíduos amostrados). O sistema sexual hermafrodita obteve maior incidência e identificou-se uma grande interação com a fauna nas síndromes de polinização e dispersão. A análise dos grupos ecológicos permitiu identificar que o fragmento estudado encontra-se em processo de sucessão, com predomínio de espécies pioneiras e secundárias iniciais.

Palavras-chave: distribuição espacial, sistema sexual, síndromes de polinização, síndromes de dispersão, grupos ecológicos.

ABSTRACT

We aimed to identify the patterns of spatial distribution, breeding system, pollination and dispersion syndromes and ecological groups of the species sampled in a Riparian Forest fragment, Cachoeira do Sul, RS. The arboreal vegetation was inventoried using 36 plots of 10x10m, distributed in systematic and perpendicular strips to the margin of the river. Were identified and measured all to the individuals with a girth at breast height (GBH) \geq 1,3m. The identification of spatial distribution was accomplished through Morisita's index, disrespecting species with less than 4 individuals in the area. The information about reproductive biology and ecological groups were obtained through bibliographical revision. It was identified the predominance of species with clumped distribution and great proportion of species with lower density (less than 4 individuals sampled). The hermaphrodite breeding system obtained larger incidence and was identified a great interaction with the fauna in the pollination and dispersion syndromes. The analysis of the ecological groups allowed to identify that the studied fragment is in succession process with predominance of pioneering species and secondary initials.

Key words: spatial distribution, breeding system, pollination syndrome, dispersion syndrome, ecological groups.

INTRODUÇÃO

No Rio Grande do Sul, os ecossistemas florestais sofreram alterações expressivas sendo que muitas áreas de floresta contínua foram suprimidas ou reduzidas a fragmentos isolados. Entre estes, as matas ciliares sofrem constante pressão e alteração a partir da ação antrópica, principalmente pela agricultura, pecuária e ocupação urbana.

Por outro lado, o crescente avanço dos trabalhos de conscientização ambiental tem conduzido a uma preocupação com a preservação, conservação e restabelecimento das matas ciliares. Todavia, a carência de informações básicas sobre estes ecossistemas dificulta a implantação de projetos bem sucedidos, quanto ao correto manejo destas áreas. Se o objetivo for a restauração florestal, deve-se aproximar o máximo possível às condições de fauna, flora, solo, clima e recursos hídricos que existiam anteriormente no local (CARPANEZZI, 2005).

O conhecimento sobre a distribuição espacial das espécies arbóreas pode auxiliar a nortear o arranjo a ser utilizado. Além disso, informações sobre a biologia reprodutiva são importantes para subsidiar a escolha das espécies a serem utilizadas, visando disponibilizar recursos para a fauna polinizadora e dispersora, bem como, orientar a prática de

¹. Acadêmicas de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Viveiro Florestal, Av. Roraima, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS.

². Professora da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Viveiro Florestal, Av. Roraima, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS.

³. Acadêmico de graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Viveiro Florestal, Av. Roraima, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS.

colheita de sementes, de forma a manter a variabilidade genética da população e garantir seu potencial auto-regenerativo (OLIVEIRA e PAULA, 2001).

Desta forma, este trabalho teve como objetivo contribuir para gerar conhecimento sobre a estrutura e ecologia das espécies nativas quanto aos padrões de distribuição espacial, sistema sexual, polinização, dispersão e grupos ecológicos, em um Fragmento de Mata Ciliar.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A variabilidade genética de uma população está diretamente relacionada ao fluxo gênico, o qual é influenciado pela distribuição espacial das espécies e pelos processos de polinização e dispersão das sementes (KAGEYAMA, 1987).

Na floresta, a distribuição espacial de uma população pode ser caracterizada como: uniforme quando seus indivíduos ficam mais ou menos equidistantes; aleatória quando a posição de um indivíduo não interfere na posição do outro e; agrupada quando os indivíduos ocorrem agregados (PIRES O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

O sistema sexual tem importância fundamental na reprodução e variabilidade genética, sendo que espécies dióicas desenvolvem obrigatoriamente reprodução por alogamia e, hermafroditas e monóicas podem apresentar alogamia ou autogamia, dependendo se a espécie apresenta ou não mecanismos de auto-incompatibilidade (PIÑA-RODRIGUES *et al.*, 2007).

A atuação de agentes polinizadores também é de grande importância e o seu comportamento pode influenciar na variabilidade genética das populações através da sua capacidade de alcance, disponibilidade de recursos e distribuição das plantas na área (FREIRE e PIÑA-RODRIGUES, 2006).

A dispersão das sementes influencia o padrão de distribuição espacial das plantas, podendo acarretar a agregação de indivíduos, assim como, distribuí-los de forma mais ampla na área (TOWNSEND, 2006). Além disso, os indicativos das síndromes de dispersão em mata ciliar podem conduzir a uma manipulação consciente na composição de espécies para recuperação de áreas alteradas (PINHEIRO e RIBEIRO, 2001).

A diferenciação das espécies quanto ao seu grupo ecológico permite identificar o seu papel na floresta e a relação existente com a estrutura genética das espécies, pela predominância de um sistema reprodutivo em detrimento de outro, influenciando na estrutura de amostragem das populações (KAGEYAMA, 1987).

Observa-se, portanto, uma interação entre os padrões de distribuição espacial das espécies, sua biologia reprodutiva e seus grupos ecológicos. Assim, a identificação prévia destes aspectos irá proporcionar melhores condições de restabelecer a vegetação dentro dos princípios da recuperação, visando a restauração destes ambientes, mantendo a estrutura e diversidade genética das espécies vegetais e também dos processos ecológicos e evolutivos entre fauna e flora.

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado em um fragmento de mata ciliar, nas margens do rio Jacuí (30°04'36"S e 52°53'09"W), sudoeste do município de Cachoeira do Sul, RS. A área apresenta, aproximadamente, 4ha e ocupa 600m da margem do rio, com largura variada e atingindo no máximo 190m.

O solo foi classificado por MOSER (1990) como Planossolo, caracterizado por apresentar excesso de água temporária ou permanente. Conforme Araujo (2002) é comum ocorrer extravasamento do rio no período de maior precipitação.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "Cfa", definido por apresentar temperatura média no mês mais frio entre -3° e 18°C e no mês mais quente superior a 22°C. A precipitação média anual (1500 a 1600mm) é bem distribuída durante o ano todo (MORENO, 1961).

A vegetação pertence à região fitogeográfica de Floresta Estacional Decidual, caracterizada por apresentar duas estações térmicas distintas e que provocam a caducifolia de algumas espécies arbóreas do estrato emergente (KLEIN, 1984).

A amostragem da vegetação foi realizada a partir de 36 parcelas de 10x10m, distribuídas em seis faixas sistemáticas e perpendiculares a margem do rio. A distância entre as faixas foi de 50m e a vegetação amostrada foi representada por todos os indivíduos com circunferência a altura do peito (CAP) igual ou maior que 15cm.

Os padrões de distribuição espacial das espécies foram analisados através do Índice de Morisita (I), conforme Barros e Machado (1984). Este índice assume valor 1 (um) quando os indivíduos estão distribuídos aleatoriamente, 0 (zero) quando os indivíduos ocorrem de maneira uniforme e, maior que 1 (um) quando os indivíduos ocorrem agrupados (BARROS e MACHADO, 1984; NASCIMENTO, 2000). Barros e Machado (1984) relataram que o Índice de Morisita é pouco influenciado pelo tamanho das parcelas, desde que as mesmas não sejam muito grandes. A significância do desvio da aleatoriedade foi determinada estatisticamente utilizando o teste χ^2 (BARROS e MACHADO, 1984). Para o cálculo dos padrões de distribuição espacial foram desconsideradas as espécies com número de indivíduos menor ou igual a quatro ('raras').

A identificação do sistema sexual, síndromes de polinização e dispersão, bem como, grupo ecológico das espécies foi realizada através de pesquisa bibliográfica. A classificação do sistema sexual foi realizada conforme Piña-

Rodrigues et al. (2007), síndromes de polinização de acordo com Yamanoto (2007), síndromes de dispersão segundo Pinheiro e Ribeiro (2001) e grupo ecológico conforme Budowski (1965).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na composição florística da área observou-se a presença de 45 espécies pertencentes a 38 gêneros e 23 famílias (Tabela 1). As famílias mais representativas da área foram Myrtaceae com 11 espécies, Fabaceae com 6 e Euphorbiaceae, Rubiaceae e Sapindaceae com 3 espécies cada.

O padrão de distribuição espacial predominante foi o agrupado o qual elucidou o comportamento de 26 das 45 espécies amostradas no fragmento. O número de espécies com baixa densidade, também foi elevado, representando 33% do total. Estes resultados condizem com a afirmação de Kageyama (1987) que relatou ser freqüente a grande porcentagem de espécies raras e agrupadas em ecossistemas florestais tropicais. Além disso, Jacquemyn *et al.* (2001) *apud* Jordano *et al.* (2006) relataram que a fragmentação resulta num padrão de distribuição agregado das plantas nos indivíduos adultos. Esta distribuição estimula um menor deslocamento em busca de alimento pelos animais frugívoros o que reforça a dispersão agrupada das sementes (JORDANO *et al.*, 2006).

Em trabalho realizado na Floresta Ombrófila Mista, também foi encontrada a predominância do padrão de distribuição espacial agrupado ou com tendência ao agrupamento e, assim como no presente estudo, as espécies raras, possivelmente, necessitam de uma maior área de amostragem para que se possa explicar seu padrão de distribuição espacial (NASCIMENTO, 2000).

O sistema sexual das espécies amostradas demonstrou predominância de hermafroditas (42%), 16% de espécies monóicas e 13% de dióicas. Para 13 espécies não foram encontradas informações sobre seu sistema sexual, indicando a necessidade do desenvolvimento de pesquisas nesta área de estudo.

Terminalia australis, *Trichilia elegans* e *Ruprechtia laxiflora* indicadas como fundamentais na conservação e na recuperação de áreas alteradas (ARAUJO, 2002), são espécies dióicas e, conseqüentemente, alógamas. Desta forma, a coleta de sementes destas espécies pode ser realizada dentro de uma mesma população, tendo em vista que a alogamia propicia maior diversidade dentro de populações que entre estas (PIÑA-RODRIGUES, 2007). Todavia, outros aspectos também devem ser observados, como a distância mínima entre matrizes e o tamanho efetivo da população, os quais não serão abordados neste trabalho.

A melitofilia (abelhas) foi a síndrome de dispersão predominante (35,56%) entre as espécies, juntamente com a ação de outros pequenos insetos (20%), os quais são descritos por apresentarem forrageamento de pólen à curta distância (FREIRE e PIÑA-RODRIGUES, 2006). Esse comportamento, relacionado ao padrão de distribuição espacial dominante, parece corroborar as afirmações feitas por Kageyama (1987) de que espécies agrupadas tendem a ter dispersão de pólen com 'vôo curto'.

A análise das síndromes de dispersão demonstrou que 60% das espécies apresentam dispersão zoocórica e a segunda maior porcentagem ocorreu para a anemocoria (11,1%), porém, com valores bastante inferiores à primeira. Estes resultados confirmam afirmações de que a maior parte das espécies florestais tropicais dependem de interações com a fauna para que ocorra a dispersão de sementes (PINHEIRO e RIBEIRO, 2001).

Entre as espécies amostradas, predomina a presença dos grupos ecológicos das pioneiras e secundárias iniciais. Estes resultados podem indicar que o fragmento encontra-se em processo de sucessão, com presença reduzida de espécies características de estágio clímax. Este fato pode estar associado ao pequeno tamanho da área e às interferências ambientais (extravasamento do rio) e antrópicas a que está exposto, o que dificulta o estabelecimento de espécies características de sucessão mais avançada.

Quanto ao padrão de distribuição espacial, identificou-se grande presença de espécies agrupadas no grupo ecológico das secundárias iniciais (70%) e para as pioneiras este valor diminuiu para 50%.

A proporção de espécies hermafroditas foi elevada para pioneiras (80%) e secundárias tardias (75%), indicando necessidade de maior cuidado na coleta de propágulos destas espécies, com o objetivo de evitar elevado grau de parentesco no lote de sementes, o que reduz a variabilidade genética.

TABELA 1: Espécie, índice de Morisita (I), padrão de distribuição espacial (PD), sistema sexual (SS), síndrome de polinização (SinPol), síndrome de dispersão (SinDisp) e grupo ecológico (GE) de espécies amostradas em fragmento de Mata Ciliar.

Espécie	I	PD*	SS**	SinPol***	SinDisp****	GE*****
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. Et al.) Radlk.	5,9	AG	M ²	Meli ²	Auto,Bar,Zoo ²	Si ²⁶
<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	3,6	TA G	H ¹	Meli,InsPeq ¹	Auto,Bar,Ane ¹	Si,St ¹
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O.Berg	-	R	H ¹⁸	Meli,InsPeq ²	Zoo ²	St,C ²
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.	-	R	H ²⁵	Meli ⁵	Zoo ⁶	St ⁷
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg.	9,5	AG	M ²	Meli,InsPeq ²	Zoo ²	St,C ²⁶

4º Simpósio Latino-americano sobre Manejo Florestal

TABELA 1: Continua...

Espécie	I	PD*	SS**	SinPol***	SinDisp****	GE*****
<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	4,5	AG	H ¹⁷	Meli ²	Zoo ¹⁴	Si ¹²
<i>Celtis iguanaea</i> (Jacq.) Sarg.	2,6	AG	M ¹⁶	Sinf	Zoo ⁹	P ⁹
<i>Chomelia obtusa</i> Cham. et Schltl.	-	R	Sinf	Meli, Psi ⁴	Zoo ⁴	Si ⁸
<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler ex Miq.) Engl.	-	R	D ²	InsPeq ²	Orni ²	Si, St, C ²
<i>Cordia americana</i> (L.) Gottshling & J.S. Mill.	3,3	AG	H ¹	Meli, InsPeq ¹	Ane, Auto, Bar ¹	Si, St ¹
<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	-	R	H ³	Miio ⁴ , Zoo ⁷	Zoo ^{4,7}	P ^{3,7}
<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	3,1	AG	H ³	Meli ³ , Zoo ⁷	Zoo ³	P ⁷
<i>Diospyros inconstans</i> Jacq.	-	R	Sinf	Nesp ⁴	Zoo ⁴	C ³
<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.-Hil.	-	R	H ¹⁶	Zoo ⁷	Zoo ⁷	P ⁷
<i>Eugenia hyemalis</i> Cambess.	3,9	AG	Sinf	Meli ⁴	Zoo ^{4,10,13}	P ¹⁰
<i>Eugenia involucrata</i> DC.	7	AG	H ³	Meli ⁴	Zoo ^{3,13}	St ²⁶
<i>Eugenia mansoi</i> Berg	12	AG	Sinf	Meli ⁵	Zoo ⁷	Sinf
<i>Eugenia ramboi</i> D. Legrand	12,8	AG	Sinf	Meli ⁵	Zoo ¹³	Sinf
<i>Eugenia uniflora</i> L.	6,8	AG	M ²	Meli ²	Bar, Orni, Mast ²	P, Si ²⁶
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	-	R	Sinf	Meli ⁵	Zoo ^{3,13}	St ¹⁰
<i>Guettarda uruguayensis</i> Cham. et Schltl.	-	R	Sinf	Meli ⁵	Zoo ¹³	P ²⁶
<i>Gymnanthes concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	4,3	AG	Sinf	Ane ⁷	Auto ⁷	St ⁷
<i>Inga uruguayensis</i> Hook & Arn.	26,5	AG	H ³	Zoo ¹⁴	Zoo ¹⁴	P ¹⁴
<i>Luehea divaricata</i> Mart.	4,1	AG	H ¹	Meli, Orni ¹	Ane ¹	Si ²⁶
<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	2,1	TA G	H ³	Sinf	Ane ¹³	St ²⁶
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	23,7	AG	M ²	Meli ²	Orni, Mirme ²	St ²⁶
<i>Mimosa bimucronata</i> (DC.) Kuntze	-	R	H ¹	Meli, InsPeq ¹	Auto, Bar ¹	P ¹
<i>Myrcianthes pungens</i> (O.Berg) D.Legrand	-	R	H ³	Meli ³	Zoo ^{3,13}	St ²¹
<i>Myrciaria tenella</i> (DC.) O.Berg	12	AG	H ³	Meli ⁴	Zoo ^{3,13}	St ²¹
<i>Myrcarpus frondosus</i> Allemão	36	AG	H ¹	Meli ¹	Ane ¹	Si ²⁶
<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	25,7	AG	D ²	Meli, InsPeq ²	Zoo ²	St ²⁶
<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	2,3	AG	H ¹	Meli ¹	Auto, Bar, Ane, Hidro ¹	Si ²⁶
<i>Pouteria gardneriana</i> (A. DC.) Radlk.	12	AG	Sinf	Zoo ⁷	Zoo ⁷	St ⁷
<i>Randia armata</i> (Sw.) DC.	3,6	TA G	Sinf	Meli ²²	Zoo ¹⁰	St ²⁶
<i>Rollinia salicifolia</i> Schltl.	2,2	AG	H ³	Can ¹¹	Bar ¹¹ , Zoo ¹³	P ³
<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meisn.	2,6	AG	D ¹	Meli, InsPeq ¹	Ane ¹	St ¹
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	-	R	H ³	Sinf	Zoo ¹⁹	P ²⁴
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	2,4	AG	Sinf	Ane ⁷	Auto ⁷	Si ⁷
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm. et Downs	9,6	AG	H ¹	Meli, InsPeq ¹	Auto, Bar, Hidro, Zoo ¹	Si ¹
<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.	2,4	TA G	Sinf	Sinf	Zoo ⁴	Sinf

TABELA 1: Continua...

Espécie	I	PD*	SS**	SinPol***	SinDisp****	GE*****
<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W.C.Burger, Lanj. & Wess. Boer	5,1	AG	D ³	Zoo ⁷	Zoo ³	Si ⁸ St ⁷
<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	-	R	Sinf	Sinf	Zoo ¹³	Si ²³
<i>Terminalia australis</i> Cambess.	36	AG	D ³	Sinf	Ane ¹⁵	C ²⁶
<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.	-	R	D ²⁰	Nesp ⁴	Zoo ⁴	Si ⁸
<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	-	R	M ²	Meli,InsPeq ²	Zoo,Hidro ²	C ²⁶

* AG – Agrupado; TAG – Tendência ao agrupamento; R – Espécie rara. ** M – Monóica; H – Hermafrodita; D – Dióica; Sinf – Sem informação. *** Meli – Melitofilia (abelhas); InsPeq – Insetos pequenos; Psi – Psicofilia (borboletas); Miiio – Miiiofilia (moscas); Zoo – Zoofilia; Nesp – Não específico; Ane – Anemofilia (vento); Orni – Ornitofilia (pássaros); Can – Cantarofilia (besouros), Sinf – Sem informação. **** Auto – Autocoria; Bar – Barocoria; Zoo – Zoocoria; Ane – Anemocoria; Orni – Ornitocoria; Mast – Mastocoria; Mirme – Mirmecoria; Hidro – Hidrocoria; Sinf – Sem informação. ***** P – Pioneira; Si – Secundária inicial; St – Secundária tardia; C – Clímax; Sinf – Sem informação. ¹CARVALHO, 2003; ²CARVALHO, 2006; ³BACKES e IRGANG, 2002; ⁴YAMANOTO, 2007; ⁵GRESSLER, 2006; ⁶SPINA, 2001; ⁷REBELO, 2006; ⁸DIAS et al., 1998; ⁹ALVARENGA, 2006; ¹⁰SCHERER, 2007; ¹¹VIBRANS, 2008; ¹²MARANGON, 2007; ¹³BUDKE, 2005; ¹⁴SILVA, 2006; ¹⁵REYS, 2005; ¹⁶RESSEL et al., 2004; ¹⁷BARBOSA, 1997 *apud* OLIVEIRA e PAULA, 2001; ¹⁸PROENÇA e GIBBS, 1994 *apud* OLIVEIRA e PAULA, 2001; ¹⁹ARAUJO, 2002; ²⁰MORELLATO, 2004; ²¹FONSECA e RODRIGUES, 2000; ²²ANDENA et al., 2005; ²³BERTOCINI, 2003; ²⁴VAMOSI, 2006; ²⁵WERNECK et al., 2000; ²⁶RIO GRANDE DO SUL, 2007.

A melitofilia apresentou maior associação com espécies secundárias iniciais (70%) e tardias (75%) e as pioneiras demonstraram maior diversidade de síndromes de polinização. Com relação à dispersão das sementes, identificou-se que as espécies pioneiras e secundárias tardias apresentaram grande interação com animais (80 e 67% de zoocoria, respectivamente). Estes resultados demonstram que a polinização e a dispersão constituem importantes mecanismos evolutivos, devido ocorrerem através de interações entre duas ou mais espécies (PIRES O'BRIEN e O'BRIEN, 1995).

Desta forma, o restabelecimento da vegetação em matas ciliares também deve observar aspectos sobre a estrutura da vegetação (distribuição), ecologia das populações de espécies arbóreas e interações entre fauna e flora para possibilitar a recuperação ambiental destas áreas.

CONCLUSÕES

Os resultados do presente estudo, permitem concluir:

- A predominância de espécies agrupadas e com baixa densidade reflete a estrutura atual da vegetação arbórea, porém, o seu monitoramento permitiria identificar possíveis variações temporais nos padrões de distribuição espacial das espécies;
- O sistema sexual hermafrodita prevaleceu entre as espécies, o que requer maior cuidado na seleção de árvores matrizes para coleta de sementes;
- A grande interação com a fauna, na polinização e dispersão, corrobora a necessidade da conservação de remanescentes e do restabelecimento de áreas alteradas, intensificando corredores ecológicos;
- O predomínio de espécies de estágio inicial sugere o isolamento da área, impedindo ação antrópica, e o enriquecimento com espécies de estágio sucessional avançado, em ambiente com menor ação de extravasamento do rio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVARENGA, A.P.; BOTELHO, S.A.; PEREIRA, I.M. Avaliação da regeneração natural na recomposição de matas ciliares em nascentes da região sul de Minas Gerais. *Cerne*, Lavras, v.12, n.4, p.360-372, 2006.
- ANDENA, S.R.; BEGO, L.R.; MECHI, M.R. A comunidade de abelhas (Hymenoptera, Apoidea) de uma área de cerrado (Corumbataí, SP) e suas visitas às flores. *Revista Brasileira de Zoociências*, Juiz de Fora, v.7, n.1, p.55-91, 2005.
- ARAUJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de floresta Estacional Decidual Riparia, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. Santa Maria: UFSM, 2002, 153 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002. 325p.

- BARROS, P.L.; MACHADO, S.A. **Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia Brasileira**. Curitiba: 1984. 44p.
- BERTONCINI, A.P. **Estrutura e dinâmica de uma área perturbada na terra indígena Araribá, Avaí (SP): implicações para o manejo e a restauração florestal**. Campinas: UNICAMP, 2003. Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) – Universidade Estadual de Campinas, 2003.
- BUDKE, J.C.; ATHAYDE, E.A.; GIEHLL, E.L.H.; *et al.* Composição florística e estratégias de dispersão de espécies lenhosas em uma floresta ribeirinha, arroio Passo das tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.60, n.1, p.17-24, 2005.
- BUDOWSKI, G. N. Distribution of tropical American rain forest species in the Light of sucesión processes. **Turrialba**, v. 15, n.2, p. 40-52. 1965.
- CARPANEZZI, A.A. Fundamentos para a reabilitação de ecossistemas florestais. In: GALVÃO, A.P.M.; PORFÍRIO-DA-SILVA, V. **Restauração Florestal: Fundamentos e Estudo de Caso**. Colombo: Embrapa Florestas, 2005. p. 27-34.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Floresta. v.1. 2003. 1039p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Floresta. v.2. 2006. 627p.
- DIAS, M.C.; VIEIRA, A.O.S.; NAKAJIMA, J.N. *et al.* Composição florística e fitossociológica do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.21, n.2, 1998.
- FONSECA, R.C.B.; RODRIGUES, R.R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Florestalis**, n.57, p.27-43, 2000.
- FREIRE, J.M.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. Polinização de espécies florestais e suas implicações para a produção de sementes. In: HIGA, A.R. e SILVA, L.D. **Pomar de Sementes de Espécies Florestais Nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. p. 139-182.
- GRESSLER, E.; PIZO, M.A.; MORELLATO, L.P.C. Polinização e dispersão de sementes em Myrtaceae do Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.29, n.4, p.509-530, 2006.
- JORDANO, P., GALETTI, M.; PIZO, M.A. *et al.* Ligando Frugivoria e Dispersão de Sementes à biologia da conservação. In: DUARTE, C.F.F., BERGALLO, H.G.; SANTOS, M.A. *et al.* (Editores.) **Biologia da conservação: essências**. São Paulo: Editorial Rima, 2006. p. 411-431.
- KAGEYAMA, P. Y. Conservação ‘in situ’ de recursos genéticos de plantas. **IPEF**, Piracicaba, n. 35, p. 7-37, 1987.
- KLEIN, R. M. Síntese ecológica da floresta estacional da bacia do Jacuí e importância do reflorestamento com essências nativas (RS). In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 5, Nova Prata, 1984, **Anais...** Nova Prata, v.2, 1984, p.265-278.
- MARANGON, L.C.; SOARES, S.J.; FELICIANO, A.L.; *et al.* Estrutura fitossociológica e classificação sucessional do componente arbóreo em um fragmento de Floresta Estacional Semidecidual no Município de Viçosa, Minas Gerais. **Cerne**, Lavras, v.13, n.2, p.208-221, 2007.
- MORELLATO, L.P.C. Phenology, sex ratio, and spatial distribution among dioecious species of *Trichillia* (Meliaceae). **Plant Biology**, New York, v.6, p.491-497, 2004.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura. 1961. 42p.
- MOSER, J. M. Solos. In: IBGE. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro. 1990. p. 151-187.
- NASCIMENTO, A.R.T. **Análise estrutural e padrões de distribuição espacial de uma amostra de floresta Ombrófila Mista**. Santa Maria: UFSM, 2000, 90 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.
- OLIVEIRA, E.A.M. de; PAULA, F.R. de Fenologia e biologia reprodutiva de plantas de Matas de Galerias. In: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C.E.L.; SOUZA-SILVA, J.C. **Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA, 2001. p. 303-332.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FREIRE, J.M.; SILVA, L.D. Parâmetros genéticos para a colheita de sementes de espécies florestais. In: PINA-RODRIGUES, F.C.M. *et al.* (Orgs.) **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**. 1ed. Seropédica: EDUR. 2007. p. 51-99p.

PINHEIRO, F.; RIBEIRO, J.F. Síndromes de dispersão de sementes em Matas de Galeria do Distrito federal. In: RIBEIRO, J. F., FONSECA, C.E.L.; SOUZA-SILVA, J.C. **Cerrado: Caracterização e recuperação de Matas de Galeria**. Planaltina: EMBRAPA, 2001. p. 335-375.

PIRES O'BRIEN, M.J.; O'BRIEN C.M. **Ecologia e modelamento de Florestas Tropicais**. Belém, 1995. 400p.

REBELO, M.A. **Florística e fitossociologia de um remanescente florestal ciliar: subsídio para a reabilitação da vegetação ciliar para a microbacia do Rio Três Cachoeiras, Laguna, SC**. Criciúma: UNESC, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2006.

RESSEL, K.; GUILHERME, F.A.G.; SCHIAVINI, I.; *et al.* Ecologia morfofuncional de plântulas de espécies arbóreas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.27, n.2, p. 311-323, 2004.

REYS, P.; GALETTI, M.; MORELLATO, L.P.C. *et al.* Fenologia reprodutiva e disponibilidade de frutos de espécies arbóreas em mata ciliar no rio Formoso, Mato Grosso do Sul. **Biota Neotropica**, v.5, n.2, p.1-10. 2005.

RIO GRANDE DO SUL. **Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Porto Alegre: SEMA. 2007. 33p.

SCHERER, A.; MARASCHIN-SILVA, F.; BAPTISTA, L.R.M. Regeneração arbórea num capão de restinga no Rio Grande do sul, Brasil. **Iheringia, Série Botânica**, Porto Alegre, v.62, n.1-2, p.89-98, 2007.

SILVA, R.T. **Florística e estrutura da sinúsia arbórea de um fragmento urbano de Floresta Ombrófila Densa do Município de Criciúma, Santa Catarina**. Criciúma: UNESC, 2006. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, 2006.

SPINA, A.P.; FERREIRA, W.M.; FILHO, H.F.L. Floração, frutificação e síndromes de dispersão de uma comunidade de floresta de brejo na região de Campinas (SP). **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v.15, n.3, p.349-368, 2001.

TOWSEND, C.R.; BEGON, M.; HARPER, J.L. **Fundamentos em Ecologia**. 2.ed. Porto Alegre: ARTMED, 2006.

VAMOSI, S.M. A reconsideration of the reproductive biology of the Atlantic Forest in the Volta Velha Reserve. **Biodiversity and Conservation**, v.15, p.1417-1424, 2006.

VIBRANS, A.C. **Apostila dendrologia**. Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB. Blumenau, 2008. 42p.

WERNECK, M.S.; FRANCESCHINELLI, E.V.; TAMEIRÃO-NETO, E. Mudanças na florística e estrutura de uma floresta decídua durante um período de quatro anos (1994-1998), na região do Triângulo Mineiro, MG. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v.23, n.4, p.401-413, 2000.

YAMANOTO, L.F., KINOSHITA, L.S.; MARTINS, F.R. Síndromes de polinização e dispersão em fragmentos da Floresta Estacional Semidecídua Montana, SP, Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, n. 21(3). p. 553-573, 2007.

AValiação DE MODELOS LINEARES E NÃO LINEARES APLICADOS NA ESTIMATIVA DO VOLUME DE *Toona ciliata* var. *australis*. F.Muell.

EVALUATE OF THE NON-LINEAR AND LINEAR MODELS APLLIED TO ESTIMATE THE VOLUME OF *Toona ciliata* var. *australis*. F.Muell.

Augusto Morais Ferrão¹ Samuel de Pádua Chaves e Carvalho² Natalino Calegario³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a acurácia de modelos lineares e não lineares na estimativa do volume de *Toona ciliata* var. *australis* F.Muell. O coeficiente de determinação (R^2), o erro padrão da estimativa em porcentagem (Syx%) e a análise dos resíduos foram os critérios utilizados para avaliar os modelos testados. Dentre os modelos de melhor ajuste para o povoamento, destacou-se o de Schumacher-Hall como o melhor, tendo obtido um R^2 de 0,9730 e Syx% de 11,29. A análise gráfica de resíduos em função da variável dependente estimada confirmou o bom comportamento dos modelos ajustados ao longo da linha de regressão. Concluiu-se que todos os modelos testados, apresentaram boa performance.

Palavras-chave: modelos lineares, não-lineares, volume, *Toona ciliata*.

ABSTRACT

The objective this work was evaluate the accuracy of linear and non linear models to estimate the volume of *Toona ciliata* var. *australis* F.Muell. The coefficient of determination (R^2), the standard error of the estimate in percentage (Syx%) and analysis of the waste were the criteria used to evaluate the models tested. Among the models of best fit to stand, highlighted by the Hall-of Schumacher as the best and obtained an R^2 of 0.9730 and 11.29% of Syx. The graphic analysis of waste according to the dependent variable estimated confirmed the good performance of models adjusted along the line of regression. It was concluded that all models tested, showed good performance.

Key words: linear models, non-linear, volume, *Toona ciliata*.

INTRODUÇÃO

Na engenharia florestal, muitos profissionais que atuam na área técnica, na administração ou na pesquisa florestal necessitam, segundo Scolforo (2005), com frequência, quantificar variáveis que apresentam um alto custo para que sejam determinadas em grande escala. Muitas vezes, mesmo com um alto custo, é totalmente inviável a sua determinação, já que implicam na restrição da base de dados.

Pode citar-se, como exemplo, a determinação do volume de árvores, o seu peso se matéria seca, a densidade da madeira ou alguma outra característica tecnológica, os sortimentos que a árvore pode propiciar e muitas outras possibilidades. Uma alternativa que tem sido utilizada com sucesso é fazer uso de modelos de regressão nos quais procura-se estimar a variável mais complexa de ser determinada (variável dependente) através de uma ou mais variáveis ou, ainda, combinação destas, que sejam facilmente determinadas (variáveis independentes) (Scolforo, 2005).

O presente estudo tem como objetivo ajustar modelos, através de dados dendrométricos, DAP e altura total, baseando-se na utilização da teoria dos modelos lineares e não-lineares, para a escolha daquele que apresentar a melhor estimativa do volume de um povoamento de *Toona ciliata* var. *australis*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Características da Espécie

Grijpma e Ramalho (1969), descrevem a espécie *Toona ciliata* var. *australis*. É uma espécie exótica, proveniente de várias regiões da Austrália. Apresenta bom crescimento em regiões de 500 a 1.500 m de altitude e com regime pluviométrico de 800 a 1.800 mm/ano, com 2 a 6 meses de estiagem. Tolerante a geadas leves de curta duração. As plantas não suportam solos mal drenados, que acarretam morte por encharcamento das raízes.

O Cedro Australiano, como é conhecido aqui no Brasil, encontrou condições favoráveis ao seu desenvolvimento, que é comparável ao do eucalipto. A idade “ideal” de corte é aos 15 anos, podendo ser antecipada ou adiada, dependendo das condições específicas do povoamento. Indica-se o plantio no espaçamento 3x2 m. E já foi

¹ Graduando em Engenharia Florestal, DCF, UFLA, Cx. Postal 3037, Lavras/MG.

² Mestrando em Engenharia Florestal, DCF, UFLA, Cx. Postal 3037, Lavras/MG.

³ Professor do Departamento de Ciências Florestais, DCF, UFLA, Cx. Postal 3037, Lavras/MG.

comprovado que a broca da gema apical (*Hypsipyla grandella*), que causa grandes danos ao cedro e mogno brasileiros, não ataca a *Toona*.

Modelo Matemático

O usuário de regressão tem normalmente dois objetivos. O primeiro consiste em encontrar um modelo para representar a relação funcional entre Y e X. O segundo consiste em testar hipóteses entre a variável dependente e uma ou mais variáveis independentes (Graybill, 1976).

Então, segundo Graybill (1976), para que esta relação funcional seja ajustada, é preciso uma amostra onde tanto os valores de X como os valores de Y sejam determinações. Pode-se, então, utilizando o método de ajuste linear ou não-linear, quando for o caso, obter a estimativa dos parâmetros da regressão (βis).

a) Modelos lineares

De acordo com Scolforo (1997), os modelos lineares são aqueles em que os parâmetros estão na forma aditiva. Podem ser linear simples se associado a variável dependente (Y) existir uma única variável independente (X) ou linear múltiplo quando associado a variável dependente existem duas ou mais variáveis independentes.

b) Modelos não lineares

Já os modelos não-lineares, segundo Scolforo (1997), são aqueles em que pelo menos um dos parâmetros não esteja na forma aditiva. Eles podem ser linearizáveis por transformações, principalmente as logarítmicas, ou não serem linearizáveis, quando não existirem propriedades que permitam tal ação.

Modelos Volumétricos

De acordo com Scolforo (2005), a estimativa do volume da árvore é de uso corrente em biometria, inventário, manejo, economia e planejamento florestal. Após quantificada, esta informação permite compor o volume das parcelas base para os estudos de crescimento e produção e para estruturação de planos de suprimento na floresta plantada e de planos de manejo na floresta nativa. Existem diferentes alternativas para viabilizá-la. Dentre as várias modalidades, pode-se citar o modelo de simples entrada, o modelo de dupla entrada, o modelo de dupla entrada associado a modelo hipsométrico, o modelo para o povoamento, entre outros.

a) Modelos de simples entrada

São modelos que explicam o volume através de uma única variável, no caso o diâmetro tomado na árvore a 1,30 metros de altura do solo. Este procedimento pode ser adotado quando existe uma forte relação hipsométrica de modo que a altura seja explicada pelo diâmetro. Assim pode-se utilizar somente o diâmetro para explicar o volume (Scolforo, 2005). Conhecido também como modelo local, devido à possibilidade de ocorrer tal comportamento normalmente em áreas menores.

TABELA 1: Exemplo de modelos volumétricos de simples entrada para árvores individuais. $V = f(DAP)$

AUTOR	MODELOS
Hohenadl – Krenm	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2$
Berkhout	$V = \beta_0 DAP^{\beta_1}$
Husch	$Ln(V) = \beta_0 + \beta_1 Ln(DAP)$

V - Volume; DAP - Diâmetro a 1,3m do solo; βi - Parâmetro da equação; Ln - Logaritmo neperiano

b) Modelos de dupla entrada

Segundo Scolforo (2005), são modelos que explicam o volume através de duas variáveis, no caso o diâmetro tomado na árvore a 1,30 metros de altura do solo, também conhecido como diâmetro a altura do peito, e a altura. Este procedimento é adotado na maioria das situações já que normalmente não existe uma forte relação hipsométrica. Assim, deve-se utilizar o diâmetro e a altura para explicar o volume. Este comportamento normalmente ocorre em escala regional. Por isso também é conhecido como modelo regional.

Para estes modelos, as variáveis independentes variaram, de modelo para modelo, em função do diâmetro a 1,3 m do solo, da altura total e de seus produtos. Os modelos podem ser vistos na Tabela 2.

TABELA 2: Exemplos de modelos volumétricos de dupla entrada para árvores individuais. $V = f(DAP, H)$

AUTOR	MODELOS
Honner	$V = DAP^2 / (\beta_0 + \beta_1 (1/H))$
Naslund	$V = \beta_1 DAP^2 + \beta_2 DAP^2 H + \beta_3 DAPH^2 + \beta_4 H^2$
Meyer	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP + \beta_2 DAP^2 + \beta_3 DAP * H + \beta_4 DAP^2 H + \beta_5 H$

V, Dap, β_i e Ln – definidos anteriormente; H - Altura total da árvore.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo pertence à Fazenda Bela Vista Florestal, localizada no Município de Campo Belo, região Sudoeste de Minas Gerais, a 210 km de Belo Horizonte.

O clima da região é caracterizado como clima tropical de altitude, com uma temperatura média anual de 22°C, e máxima de 30°C. Nessa região, ocorrem solos silico-argilosos, e o relevo é tido como ondulado.

Dados coletados

Os dados utilizados para desenvolver este trabalho foram originados de 85 árvores distribuídas e selecionadas de forma aleatória em 4 talhões, com diferentes espaçamentos e idades.

Foi realizada cubagem rigorosa das 85 árvores pelo método de Smalian. Foram tomados em cada fuste, em torno de 6 diâmetros em alturas referenciadas pela base da planta, mais seus respectivos diâmetros à altura do peito (DAP), tomados a 1,30 m do solo.

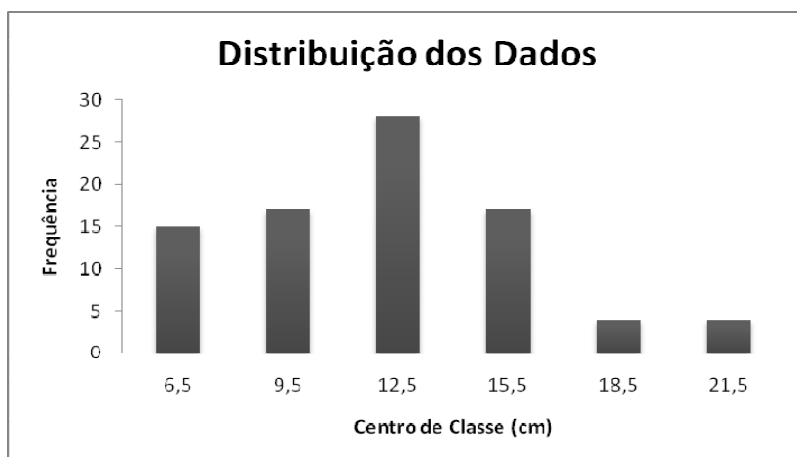


FIGURA 1: Distribuição das árvores cubadas por centro de classe

Modelos avaliados

Foram testados quatro modelos volumétricos encontrados na literatura florestal (Tabela 3). A base de dados passou pelo ajuste de cada um dos modelos no software Excel, obtendo assim, os coeficientes de regressão, os parâmetros estatísticos de comparação entre os modelos e suas análises de resíduos.

TABELA 3: Modelos avaliados

AUTOR	MODELOS
Schumacher – Hall	$V = \beta_0 \times DAP^{\beta_1} \times H^{\beta_2} + \varepsilon_i$
Schumacher - Hall (linearizado)	$Ln(V) = \beta_0 + \beta_1 Ln(DAP) + \beta_2 Ln(H) + \varepsilon_i$
Spurr	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 H + \varepsilon_i$
Stoate	$V = \beta_0 + \beta_1 DAP^2 + \beta_2 DAP^2 H + \beta_3 H + \varepsilon_i$

V - Volume; DAP - Diâmetro a 1,3m do solo; β_i - Parâmetro da equação; Ln - Logaritmo neperiano

Os modelos matemáticos utilizam como variáveis independentes à altura de fuste (H) e os diâmetros tomados à altura do peito (DAP), de forma a obter a variável dependente volume (Vcc) em m³ com casca.

Seleção do modelo volumétrico

Para seleção do melhor modelo foram observados as seguintes medidas de precisão: coeficiente de determinação ajustado (R^2); erro padrão da estimativa em m^3 (Sy_x) e em percentagem ($Sy_x\%$), recalculados para as equações onde a variável dependente sofreu transformações, além da análise gráfica dos resíduos.

Sendo que para os modelos lineares, as medidas de precisão que são observados e levados em consideração são: coeficiente de determinação (R^2), erro padrão da estimativa (Sy_x), além da análise gráfica dos resíduos. Já para os modelos não lineares, as principais medidas de precisão analisadas para a seleção do melhor modelo são, o R^2 e a análise gráfica dos resíduos.

De acordo com Machado et al. (2002), o R^2 expressa a quantidade de variação da variável dependente que é explicada pelas variáveis independentes. Quanto mais próximo de um for o valor de R^2 , melhor terá sido o ajuste. Para o recálculo do R^2 utiliza-se a seguinte formulação matemática:

$$R^2 = 1 - \left[\frac{(n-1)}{n-p-1} \right] \frac{SQ_{Res}}{SQ_{Total}}$$

em que: R^2 = coeficiente de determinação ajustado; SQ_{Res} = soma dos quadrados dos resíduos; SQ_{Total} = soma dos quadrados do total; n = número de dados; e p = coeficientes de cada modelo utilizado.

O Sy_x tem a mesma unidade do parâmetro pesquisado (m^3), demonstrando a dispersão média entre os volumes observados e os volumes estimados, onde quanto mais baixo for o $Sy_x\%$, melhor o ajuste. Para o recálculo do Sy_x , procede-se da seguinte forma:

$$Sy_{x\text{recalculado}} = \sqrt{\frac{\sum (V_{obs} - V_{est})^2}{n-p-1}}$$

Em que: Sy_x = erro padrão da estimativa (m^3); V_{obs} = volume observado (m^3); V_{est} = volume estimado (m^3); n = número de dados; e p = coeficientes de cada modelo utilizado.

Para considerar uma equação como a de melhor ajuste, analisou-se os resultados conjuntos do coeficiente de determinação, do erro padrão da estimativa e da análise gráfica de resíduos.

Draper e Smith (1966) utilizam os resíduos na forma relativa (percentagem), em função da variável dependente estimada, considerando esta forma de análise gráfica como a mais adequada para se ter melhor noção da dimensão das sub e super estimativas do valor real e comparar os diversos modelos ajustados. Assim, utilizou-se tal procedimento neste estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Indicadores gerais de ajuste

A Tabela 4 apresenta os resultados da análise de regressão dos quatro modelos testados. Conforme demonstrado na tabela, todos os quatro modelos apresentaram bons ajustes. Observou-se, que todos os modelos apresentaram erros padrões da estimativa em porcentagem, inferiores a 14%, sendo considerados muito bons.

TABELA 4: Resultados da análise de regressão para os quatro modelos testados

MODELO	R^2 ajustado	Sy_x (m^3)	Sy_x (%)
Schumacher – Hall	0,9730	0,00719	11,29
Schumacher - Hall (linearizado)	0,9886	0,00722	11,34
Spurr	0,9641	0,00828	13,00
Stoate	0,9725	0,00725	11,38

Os gráficos de resíduos são de grande utilidade na validação de uma equação estimativa, critério este que não deve ser observado isoladamente, mas sim aliado as demais medidas de precisão, como o $Sy_x\%$, de forma a verificar o comportamento do modelo em toda a linha de regressão.

O modelo volumétrico de Schumacher-Hall obteve o ajuste, tendo entre os modelos testados, o segundo melhor R^2 calculado em 0,9730 e com o menor $Sy_x\%$ que é de 11,29. A equação resultante é a seguinte:

$$V = 0,000152369 \times DAP^{1,84458} \times H^{0,603153}$$

O modelo de Schumacher-Hall (linearizado), teve um dos melhores ajustes do trabalho, tendo um R^2 de 0,9886 e com o $Sy_x\%$ de 11,34. A equação resultante apresenta-se da seguinte forma:

$$\ln(V) = -8,91495 + (1,8439 \ln(Dap)) + (0,657076 \ln(H))$$

O modelo de Spurr, dentre todos os modelos testados, foi quem apresentou os piores ajustes, sendo R^2 igual a 0,9641 e $Sy_x\%$ de 13,00. Assim a equação resultante é a seguinte:

$$V = 0,009221 + 0,00003469 Dap^2 H$$

Já o modelo de Stoate, teve uma boa performance, com o R^2 de 0,9725 e $Syx\%$ de 11,38. Sendo que a equação com seus coeficientes ajustados apresenta-se da seguinte forma:

$$V = -0,0084126 + 0,000210696Dap^2 + 0,0000159529Dap^2H + 0,00149295H$$

Um modelo matemático pode realmente ser indicado após ser verificado se existe a ocorrência ou não de um comportamento tendencioso dos coeficientes sobre toda a linha de regressão. Apesar de ser uma avaliação subjetiva, deve constar em qualquer tipo de estudo desta natureza.

Pode ser verificado na Figura 21, o comportamento das equações validadas, sendo consideradas aceitáveis, com uma tendência de super estimativas para menores valores de volume.

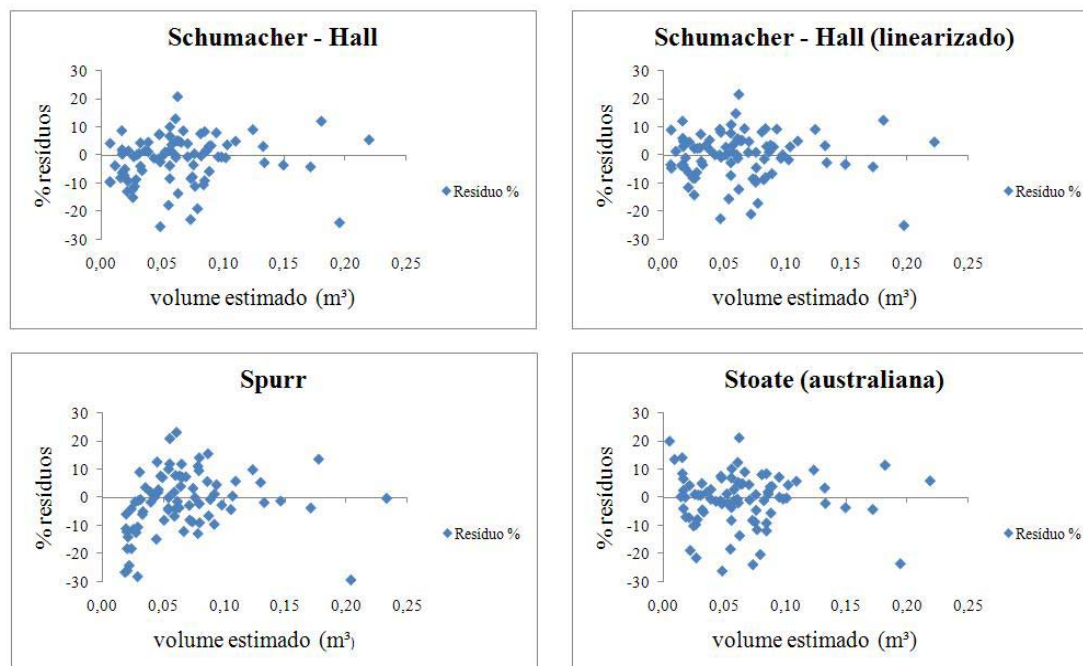


FIGURA 2: Gráficos de dispersão de resíduos em percentual para os modelos ajustados

CONCLUSÕES

A análise realizada neste estudo permite concluir o seguinte:

Todos os modelos de volume testados ajustaram-se bem aos dados observados, com valores elevados de R^2 , baixos erros ($Syx\%$) sem tendências, com exceção de Spurr, conforme também demonstrado pela análise gráfica de resíduos.

A análise dos dados do povoamento para os ajustes dos modelos gerou equações muito boas para estimar o volume de *Toona ciliata*, levando em consideração a base de dados como um todo.

As equações geradas através deste estudo são recomendadas para estimar volume de povoamentos de *Toona ciliata* (Cedro australiano), sendo úteis para Biometria, Inventários, Planos de Manejo, Planejamento Florestal, entre outras atividades envolvidas.

AGRADECIMENTOS

A Fazenda Bela Vista Florestal, localizada no município de Campo Belo – MG, pela colaboração na obtenção dos dados e realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELA VISTA FLORESTAL. **Site oficial**. Campo Belo: Fazenda Bela Vista, 2008. Disponível em: <<http://www.belavistaflorestal.com.br/cedro1.html>>.

DRAPER, N.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York: John Wiley e Sons, 407 p. 1966.

GRAYBILL, F. A. **Theory and application of the linear model**. Belmont: Duxbury Press, 1976.

GRIJPM, R.; RAMALHO, R. **Toona spp., posibles alternativas para el problema del barrenador *Hypsipyla grandella* de lãs Meliaceae em América Latina**. Turrialba: Costa Rica. 1969.

MACHADO, S. A.; CONCEIÇÃO, M. B.; FIGUEIREDO, D. J. **Modelagem do volume individual para diferentes idades e regimes de desbaste em plantações de *Pinus oocarpa***. Revista Ciências Exatas e Naturais, Vol. 4, nº 2, jul/dez. p.185-197. 2002.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal**: Parte I: modelos de regressão linear e não linear, Parte II: modelos para relação hipsométrica, volume, afilamento e peso de matéria seca. Lavras: UFLA/FAEPE, 2005. 352p.

SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal 2**: técnicas de regressão aplicada para estimar: volume, biomassa, relação hipsométrica e múltiplos produtos de madeira. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 292p.

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE *Acacia mearnsii* De Wild. – FABACEAE, SUBMETIDAS AO TESTE DE ENVELHECIMENTO ACELERADO

EVALUATION OF THE PHYSIOLOGIC AND SANITARY QUALITY OF *Acacia mearnsii* De Wild. - FABACEAE, SEEDS SUBMITTED TO THE ACCELERATED AGING TEST.

Caciara Gonzatto Maciel¹ Angelina Mieth¹ Graziela Piveta² Marília Lazarotto² Marlove Fátima Brião Muniz³
Elena Blume³

RESUMO

A acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) destaca-se pela sua importância econômica, situando-se logo após as espécies de Pinus e Eucalyptus, no Rio Grande do Sul. O objetivo deste trabalho foi estudar a influência do teste de envelhecimento acelerado no vigor de diferentes lotes de sementes dessa espécie. O ensaio foi conduzido utilizando “gerbox”, adaptados como minicâmaras de envelhecimento acelerado, com temperatura de $40 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 95 %, com tempo de permanência, zero (T₁); 24 (T₂); 48 (T₃); 72 (T₄) e 96 horas (T₅). O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de 25 sementes, por tratamento. O teste de germinação foi realizado a uma temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, tendo como substrato folhas de papel esterilizado dispostas em “gerbox”. A primeira contagem foi efetuada no sétimo e a última no 21º dia da instalação. Concomitantemente com a primeira contagem, foi realizada a avaliação fitossanitária em cada tratamento. Observou-se que o Lote I, apresentou a máxima germinação no tempo zero (68%), diferindo dos Lotes II e III, que apresentaram 20% e 18%, respectivamente. Constatou-se que, a incidência de fungos foi significativamente superior nos Lotes II e III, quando comparados com o Lote I.

Palavras-chave: *Acacia mearnsii*, vigor, envelhecimento acelerado.

ABSTRACT

The acacia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) she stands out for her importance economic, placing soon after the species of Pinus and Eucalyptus in Rio Grande do Sul. The objective of this work was to study the influence of accelerated aging test in the vigour of different lots of seeds. For test, were used gerbox, adapted as mini-chambers and the seed were exposed by $40 \pm 2^\circ\text{C}$ of temperature and 95% of relative humidity, by zero (T₁); 24 (T₂); 48 (T₃); 72 (T₄) and 96 hours (T₅) of exposition. The statistic design used was completely randomized with four repetitions of 25 seeds for treatment. The germination test was carried out under 30 °C temperature and 12 hours of light. The first counting was made in the seventh day and it finishes in the 21 days. The sanity test was evaluated at seven days. It was observed that the Lot I, presented the major germination in the T₁ (68%), differing of the Lots II and III, that they presented 20% and 18%, respectively. Was verify that the Lot 1 presented the best sanity.

Key words: *Acacia mearnsii*, vigour, accelerated ageing

INTRODUÇÃO

A *Acacia mearnsii* De Wild. (acácia negra), pertence à família *Fabaceae*, subfamília *Mimosoideae* (MARCHIORI, 1997), é uma leguminosa nativa da Austrália com múltiplas finalidades, tais como restauração de ambientes degradados, produção de tanino, fixação de nitrogênio, alto potencial para produção de lenha, celulose e papel. É uma espécie muito promissora em sistemas agroflorestais, em virtude do seu desenvolvimento em curto prazo.

A aplicação de testes de vigor em sementes de espécies florestais é uma prática que permite estimar e comparar lotes de sementes para diferentes objetivos. A simplicidade, inerente a vários desses testes, aliada aos bons resultados, tornam-os de utilização promissora em vários campos de pesquisa.

Na fitopatologia, os fungos são considerados os principais agentes causais de doenças em plantas. O estudo de microorganismos em sementes de essências florestais é de grande importância, uma vez que as informações sobre a associação patógeno-semente são escassas e pouco estudadas. Devido às condições favoráveis de temperatura e umidade do ambiente, a maioria das sementes de espécies florestais fica vulnerável ao ataque de fungos tanto no campo

¹. Acadêmicas do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Defesa Fitossanitária, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS. caciara.gonzatto@gmail.com

². Mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Defesa Fitossanitária, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS.

³. Engenheira Agrônoma, Dr^a, Professora Adjunta do Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS.

como no armazenamento. Diversos fungos podem causar deformação, redução de germinação, destruição das sementes e doenças em plântulas (CARVALHO e NAKAGAWA, 1988).

Deste modo, o trabalho teve como objetivo estudar a influência do teste de envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Acacia mearnsii* De Wild., e identificar os fungos presentes nas sementes submetidas a essas situações adversas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.), é uma espécie semi-decídua, de 8-15 m de altura, de tronco revestido por casca quase lisa com fissuras avermelhadas. Ramagem formando copa densa, de forma arredondada. Folhas compostas bipinadas de 10-25 pares de pinas, com folíolos numerosos muito pequenos, verde-escuros, de menos de 0,5 cm de comprimento. Inflorescência densa, em racemos curtos de capítulos esféricos, com flores muito perfumadas, amarelo-claras, disposta na extremidade dos ramos, formadas de setembro a novembro. Produz vagens marrom-pretas, acinturadas entre a semente, pequenas, alongadas (LORENZI, 2003).

Essa espécie apresenta boa adaptação no Sul do Brasil, principalmente no Rio Grande do Sul, desenvolve-se bem em solos levemente profundos e bem drenados, com uma produtividade de 16 a 25 m³ ha⁻¹ano⁻¹. Por apresentar um sistema radicular superficial, deve-se ter precaução no manejo da plantação, para evitar tombamentos.

O teste de envelhecimento acelerado ou envelhecimento precoce, se baseia no fato de que a taxa de deterioração das sementes é aumentada consideravelmente através de sua exposição a níveis muito adversos de temperatura e umidade relativa. Nessas condições, sementes de menor qualidade deterioram-se mais rapidamente do que as mais vigorosas, com reflexos na germinação após o período de envelhecimento acelerado (TORRES & MARCOS FILHO, 2001).

Figliolia *et al.* (1993) relatou que a análise de sementes é de fundamental importância na medida em que fornece parâmetros que expressam as qualidades física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento.

O teste de envelhecimento acelerado consiste em verificar o desempenho das sementes submetendo-as a condições desfavoráveis de temperatura e umidade. Estas condições são favoráveis ao desenvolvimento de microorganismos, plenamente capazes de interferir no processo germinativo das sementes. Fungos com potencial fitopatogênico pertencentes a diferentes gêneros, como *Fusarium* spp., *Alternaria* spp., *Cylindrocladium* spp., entre outros, têm sido encontrados associados às sementes de espécies florestais podendo causar necrose no sistema radicular, lesões no colo das mudas, tombamento, murcha e morte de plântulas, diminuição no poder de germinação e podridão de sementes (CARNEIRO, 1986).

MATERIAL E MÉTODOS

As sementes de *Acacia mearnsii* De Wild, utilizados neste estudo são oriundos do Centro de Pesquisa de Recursos Florestais – FEPAGRO - Florestas, no distrito de Boca do Monte, município de Santa Maria, RS. O trabalho foi conduzido nas instalações do Laboratório de Pesquisa em Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária da Universidade Federal de Santa Maria.

As sementes, divididas em três lotes, foram submetidas ao teste de envelhecimento acelerado (EA) a uma temperatura de 40 ± 2°C e umidade relativa em torno de 95%.

Esse teste foi conduzido pelo método do gerbox, adaptando metodologia proposta por Marcos Filho (1994). Foram utilizadas caixas transparentes de plástico (gerbox) com 11 x 11 x 3 cm, com tampa, adaptadas como mini-câmaras, dentro das quais foram adicionados 40 mL de água destilada. Acima da água, foi colocada uma tela de aço inox sustentada por quatro calços internos, situados à meia altura em cada um dos cantos da caixa. Sobre a tela, em cada gerbox, foram colocadas as sementes. E estas submetidas aos diferentes períodos de envelhecimento acelerado: tempo zero (T₁); 24 horas (T₂); 48 horas (T₃); 72 horas (T₄) e 96 horas (T₅), cada tratamento foi composto de 100 sementes divididas em quatro repetições.

Decorrido o período de envelhecimento acelerado, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, à temperatura de 25°C e fotoperíodo de 12 horas, tendo como substrato três folhas de papel esterilizado dispostas em caixas do tipo gerbox. A primeira contagem de germinação foi realizada no sétimo dia após a instalação do teste, e concomitantemente, foi feita à análise sanitária das sementes. A contagem final foi realizada no vigésimo primeiro dia, seguindo orientação das Regras de Análise de Sementes (RAS).

Os parâmetros avaliados no teste de germinação foram, percentagem de plântulas germinadas, subdividindo-se em normais e anormais e percentagem de sementes duras e mortas. Na avaliação aos sete dias, foi adotado como parâmetro de germinação a emissão de radícula com no mínimo 0,5 cm de comprimento. Considerou-se como plântula normal aquela que foi avaliada ao vigésimo primeiro dia e apresentou as estruturas primordiais, radícula e caulículo.

O teste de sanidade foi realizado com o auxílio dos microscópios estereoscópio e ótico, nos quais as estruturas fungicas presentes foram identificadas.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com quatro repetições de 25 sementes cada. Para o teste de germinação e sanidade os dados foram submetidos ao teste de regressão polinomial onde foram testados os modelos linear, quadrático e cúbico, sendo selecionado para explicar os resultados, o modelo significativo

de maior ordem. Para as análises, utilizou-se o Sistema de Análise Estatística - SANEST (ZONTA e MACHADO, 1986).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

A máxima percentagem de plântulas normais (67%) ocorreu no Lote I, seguido pelo Lote II e III, com 21 % e 18 %, respectivamente. Ambos valores no foram constatados, no período em que as sementes não foram submetidas ao envelhecimento acelerado (Figura 1A). À medida que as sementes, foram sujeitas a tempos crescentes de envelhecimento acelerado, a percentagem de plântulas normais reduziu drasticamente, para todos os lotes (Figura 1A), que tiveram seus dados ajustados ao modelo linear. Santos et al. (2007) encontraram resultados semelhantes quando avaliaram a germinação de distintos lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilho), sob diferentes períodos e temperaturas de envelhecimento acelerado.

Esses resultados indicam que a exposição de sementes de *Acacia mearnsii* a partir de 24 horas, a condições adversas de umidade e temperatura, provocou redução na formação de plântulas normais. Garcia et al. (2004), ao estudar os efeitos do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (vellozo) Brenan, obtiveram o mesmo resultado. Camargo et al. (2000), também constataram um decréscimo na taxa de plântulas normais de *Eucalyptus grandis* quando envelhecidas precocemente.

Para *Chorisia speciosa* St Hil. (paineira), quanto maior o tempo de envelhecimento maior a redução da percentagem de germinação, sendo que o período de 144 horas inibiu totalmente a germinação (FANTI et al., 2005).

Foi observado que o aumento no tempo de envelhecimento acelerado acarretou também, em uma diminuição do percentual de plântulas anormais (Figura 1B). Para os Lotes II e III a equação ajustou-se ao modelo linear, no entanto para o Lote I os resultados referentes a percentagem de plântulas anormais, não foram significativos. Este resultado se deve ao fato das sementes terem perdido sua viabilidade, e com isso aumentou o percentual de sementes mortas (Figura 2A).

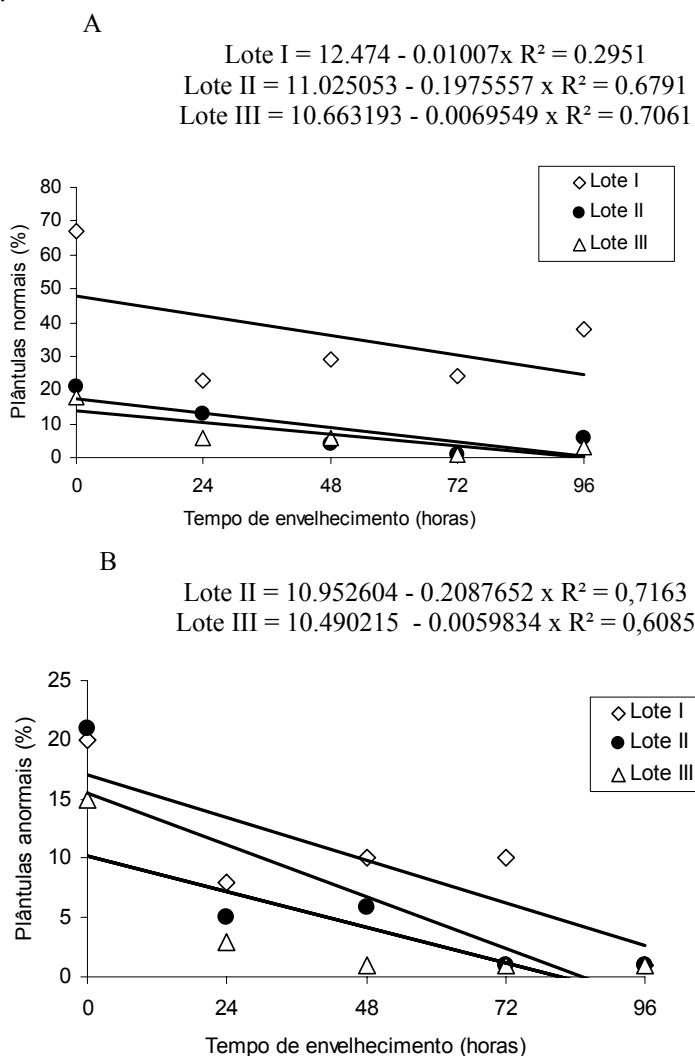


FIGURA 1: Equações representativas das modificações ocorridas nas plântulas normais (A), e plântulas anormais (B), de três lotes de sementes de *Acacia mearnsii* após envelhecimento acelerado, por diferentes períodos de tempo.

Garcia et al. concluíram que a partir do tempo de 24 horas de envelhecimento, as sementes de *Anadenanthera colubrina*, apresentam uma maior ocorrência de plântulas anormais (27 %), quando comparadas com as normais (5%).

A viabilidade das sementes foi reduzida com o aumento do tempo em que estas permaneceram expostas a condições adversas de temperatura e umidade. Pode-se constatar na Figura 2A, que com o aumento da permanência das sementes no teste de envelhecimento acelerado, aumenta também a porcentagem de sementes deterioradas. Fica evidente que, o Lote III, apresenta o maior percentual de sementes mortas (59 %), no período de envelhecimento de 72 horas (T₄). Foi utilizado o modelo linear para ajustar os dados de sementes mortas no Lote III, já para os Lotes I e II a análise de regressão não foi significativa.

Garcia et al (2004) ao estudar o efeito de diferentes tempos de envelhecimento acelerado com sementes de *Anadenanthera colubrina*, em iguais condições temperatura e umidade obtiveram os mesmos resultados, para esses autores tanto a temperatura quanto o período de permanência na câmara de envelhecimento acelerado são fatores que condicionam a diminuição da viabilidade das sementes. Borges et al (1992), avaliando sementes de *Piptadenia communis* obtiveram resultados semelhantes.

Essas alterações degenerativas, que ocorrem nas estruturas internas da semente, promovem alterações no metabolismo e nas trocas de água e de solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda da viabilidade da semente. Quando comparados os parâmetros, plântulas normais (Figura 1A) e sementes mortas (Figura 2A), pode-se constatar que com o aumento do percentual de sementes deterioradas, ocorre uma queda na germinação. Borges et al (1992), avaliando sementes de *Piptadenia communis* obtiveram resultados semelhantes, quanto ao declínio da viabilidade das sementes em função do aumento do tempo de envelhecimento acelerado.

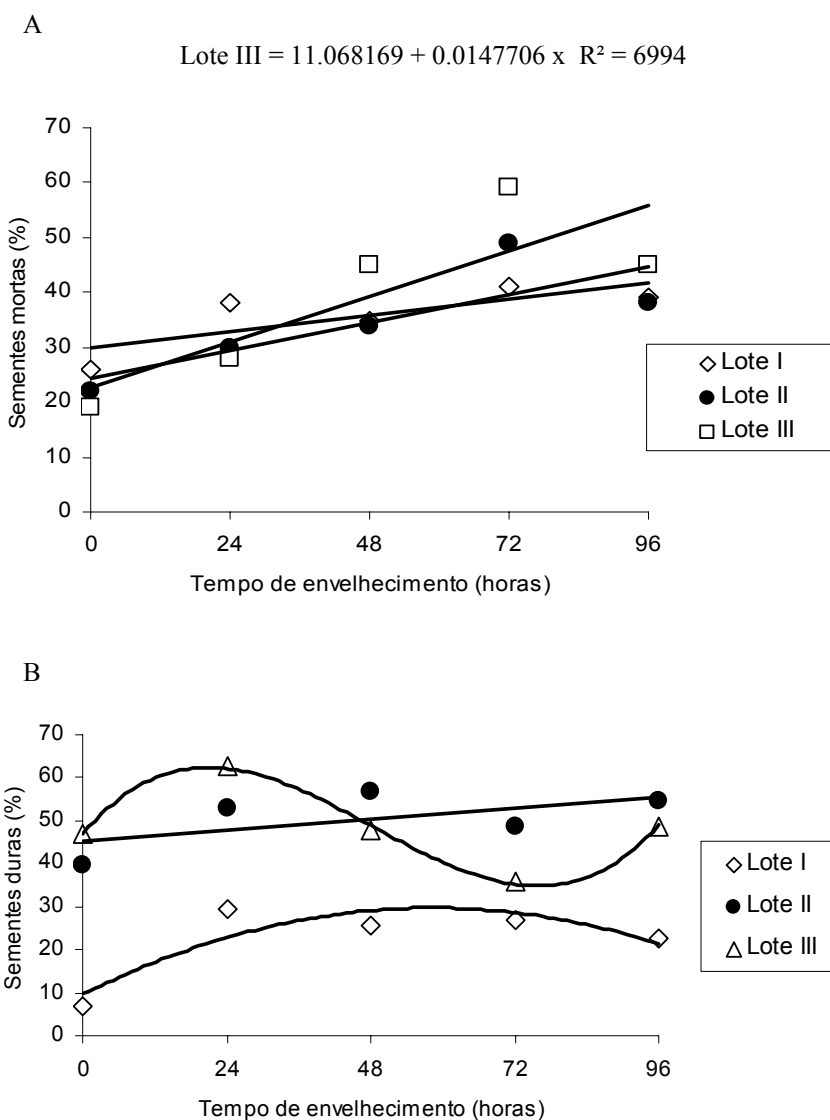


FIGURA 2: Equações representativas das modificações ocorridas nas sementes mortas (A), e sementes duras (B), de três lotes de sementes de *Acacia mearnsii* após envelhecimento acelerado, por diferentes períodos de tempo.A

As sementes de *Acacia mearnsii* De Wild., apresentam um elevado grau de dormência, que pode ocorrer devido à impermeabilidade do tegumento a água (POPINIGIS, 1977). Quando comparados aos demais Lotes o I foi o que apresentou menor percentual de sementes duras (7 %), no período em que as sementes não foram submetidas ao envelhecimento (Figura 2B). O Lote II também apresentou menor percentagem de sementes duras, quando estas não foram envelhecidas, no entanto a incidência foi alta (40 %). No Lote III, o percentual de sementes duras, variou de 36 % a 63 %, sendo que a menor ocorrência foi no tempo de 72 horas (Figura 2B). Nenhum dos dados foi significativo estatisticamente.

Outras espécies da família *Fabaceae*, como *Eterolobium contortisiliquum* apresentam sementes muito resistentes ao envelhecimento precoce, não apresentando variações significativas na germinabilidade e velocidade de emergência de plântulas mesmo após 15 dias de tratamento (HEBLING, 1997).

O envelhecimento precoce não foi eficiente para superar a dormência imposta pela casca das sementes de *Adenantha pavonina*, porém, acarretou perda da viabilidade com o aumento da temperatura e com o tempo de permanência das sementes na câmara de envelhecimento (FANTI, 1996).

Aspergillus sp. e *Penicillium* sp. foram os patógenos que encontraram situações mais favoráveis para o seu desenvolvimento. Estes fungos são considerados de armazenamento, e encontraram nos Lotes II e III, sob período de 96 horas de envelhecimento acelerado condições favoráveis para seu máximo desenvolvimento. Os dados de *Aspergillus* sp. ajustaram-se nos Lotes II e III ao modelo linear e no Lote I ao modelo quadrático. Já os dados de *Penicillium* sp. ajustaram-se ao modelo linear, nos Lotes I e II, e ao modelo quadrático no Lote III (Figura 3 (A e B)).

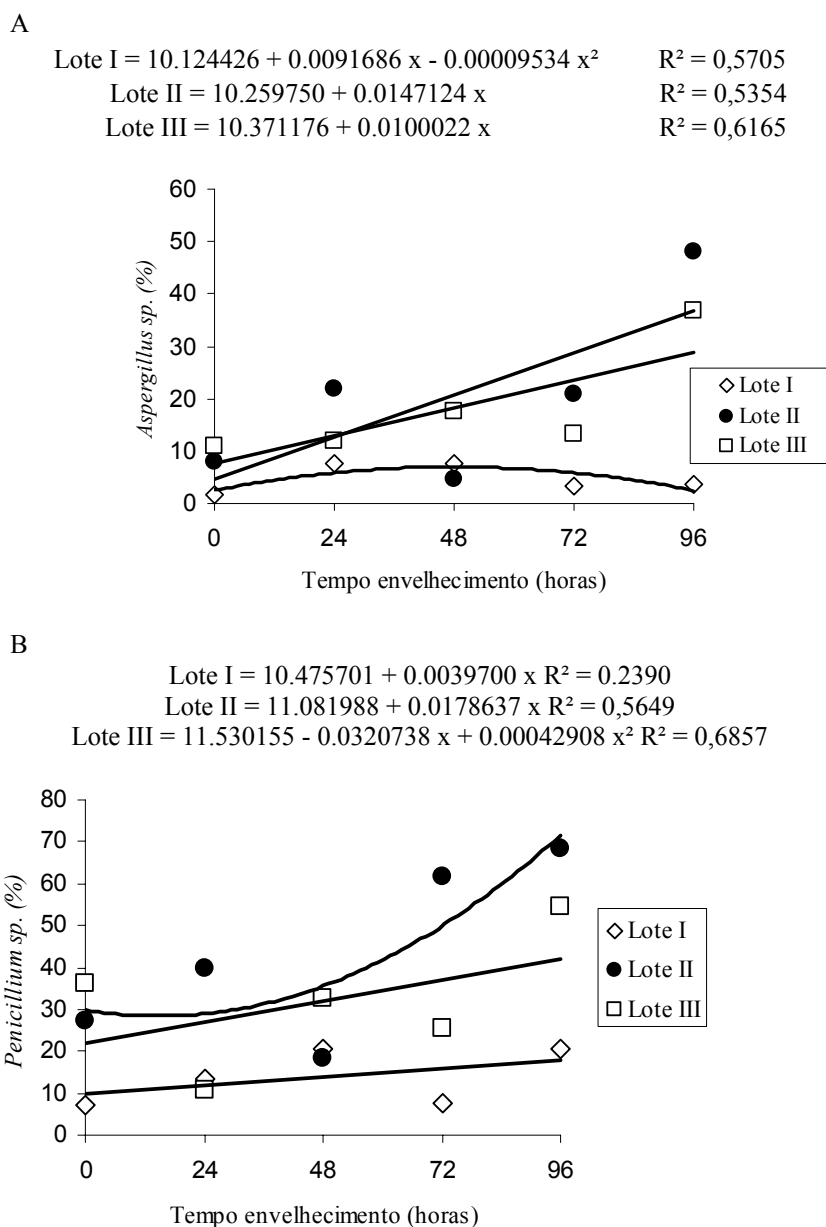


FIGURA 3: Ocorrência de *Aspergillus* sp. (A) e *Penicillium* sp. (B), em três diferentes lotes de sementes de *Acacia mearnsii*, submetidas a diferentes períodos de envelhecimento acelerado.

Fungos desses gêneros podem afetar a germinação, causar perdas dos constituintes químicos essenciais e diminuir o crescimento das plântulas (GHOSHI e NANDI, 1986).

O percentual de plântulas normais, no período de 96 horas de envelhecimento acelerado apresenta-se em declínio para ambos os Lotes quando comparado com os demais períodos (Figura 1A), neste tempo também ocorre o maior percentual total de fungos. Conclui-se que a permanência das sementes neste tempo de envelhecimento acelerado acarreta em problemas na germinação.

A partir de 72 horas em permanência na câmara de envelhecimento acelerado, Fanti *et al.*, 2005 verificaram um aumento na presença de fungos sobre as sementes de *Chorisia speciosa* St Hil., tanto quando retiradas da câmara de envelhecimento quanto após a instalação do teste de germinação. Ferreira *et al.* (2004), durante a realização dos testes de germinação, observaram uma alta infestação de fungos, nos tratamentos a partir de 48 horas de envelhecimento artificial em sementes de *Copaifera langsdorffii*.

CONCLUSÃO

O teste de envelhecimento acelerado foi eficiente na estratificação dos lotes de sementes de acácia negra, em relação à qualidade fisiológica.

O aumento do período de exposição no teste de envelhecimento acelerado, acarreta na perda da viabilidade das sementes de ambos os Lotes, reduzindo a germinação.

Foram identificados os fungos *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp, nas sementes durante o teste de envelhecimento acelerado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BORGES, E.E.L., CASTRO, J.L.D., BORGES, R.C.G. Alterações fisiológicas em sementes de jacaré (*Piptadenia communis*) submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 14, n. 1, p. 9-12, 1992.

CAMARGO, M.L.P., MORI, E.S., MELLO, E.J., ODA, S., LIMA, G.P. Atividade enzimática em plântulas de *Eucalyptus grandis* provenientes de sementes envelhecidas artificialmente e naturalmente. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 113-122, 2000.

CARNEIRO, J. S. Microflora associada às essências florestais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 11, n. 3, p. 557 - 566, 1986.

CARVALHO, N. C. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: Ciências, Tecnologia e Produção**. Jaboticabal: FUNEP, 1988.424p.

FANTI, S.C. **Comportamento germinativo sob condições de estresse e influência do sombreamento artificial e adubação química na produção de mudas de *Adenanthera pavonina***. São Carlos: UFSCar, 1996. 153p. Dissertação de Mestrado.

FANTI, S.C. e PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil – Bombacaceae. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.3, p.345-352, 2005.

FERREIRA, R.A.; OLIVEIRA de M.L.; CARVALHO de D.; OLIVEIRA de F.A.; GEMAQUE, R.C.R. Qualidade fisiológica de sementes de *Copaifera langsdorffii* envelhecidas artificialmente. **Revista Ciência Agronômica**, Vol. 35, N.1, jan.-jun., p. 82 – 86, 2004.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de Sementes. In: AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.; FIGLIOLA, M.B. (Org.) **Sementes florestais tropicais**. Brasília: ABRATES, 1993. 350 p.

GARCIA, L. C., NOGUEIRA, A.C.; ABREU, D. C. A. Influência do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de *Anadenanthera colubrina* (Vellozo) Brenan – Mimosaceae. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 85-90, 2004.

GHOSH, J.; NANDI, B. Deteriorative abilities of some common storage fungi of wheat. **Seed Science and Technology**, v. 14, p. 141-149, 1986.

LORENZI, H. **Arvores Exóticas no Brasil: madeiras, ornamentais e aromáticas**. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2003. p. 185.

MARCHIORI, J.N.C. **Dendrologia das angiospermas: leguminosas**. Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. 200p.

MARCOS FILHO, J. Teste de envelhecimento acelerado. In: **Teste de vigor em sementes**. VIEIRA, R. D.; CARVALHO, N. M. (Ed.). Jaboticabal. FUNEP, 1994, 164p. p133-149.

NEEGARD, P. **Seed pathology**. London: Mac Millan Press, 1997. v. 2. 839 p.

POPINIGIS, f. **Fisiologia da semente**. Brasília, MINAGRI/AGIPLAN/BIRD, 1977. 290p.

SANTOS, S. R. G. dos; PAULA, R. C. de. Teste de envelhecimento acelerado para a avaliação do vigor de lotes de sementes de *Sebastiania commersoniana* (Baill.) Smith & Downs (branquilha) – Euphorbiaceae. **Rev. Inst. Flor.**, São Paulo, v. 19, n. 1, p. 1-12, jun. 2007.

DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA PARA POVOAMENTO DE *Pinus taeda* EM FUNÇÃO DA IDADE

DIAMETER DISTRIBUTION TO STAND OF *Pinus taeda* TO DIFFERENTS AGES

Camila Carelli Netto¹ Paulo Renato Schneider²

RESUMO

O uso de formulações matemáticas para estimar a distribuição diamétrica em povoamentos florestais é uma ferramenta de relevante importância para o planejamento e controle das atividades florestais, determinação da produção e do crescimento das árvores, além de possibilitar o conhecimento de produções futuras do povoamento. O objetivo desse estudo foi determinar a distribuição de frequência por classe de diâmetro em um povoamento de *Pinus taeda* L. sem desbastes, com espaçamento 2 m x 2 m, aos 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 anos de idade. As distribuições de probabilidade utilizadas foram a Normal, Weibull, Ln-normal e Gama, obtidas por meio do procedimento CAPABILITY (Proc Capability) do pacote estatístico SAS. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com um tratamento (espaçamento) e três repetições. Os resultados indicaram que a distribuição Normal promoveu o melhor ajuste nas idades iniciais de 6, 8 e 10 anos, e nas idades de 12, 14, 16 e 18 anos a distribuição Ln-normal foi a que melhor representou a distribuição por classe diamétrica.

Palavras-chave: frequência, distribuição de probabilidade, classe diamétrica.

ABSTRACT

The use of mathematical formulations to estimate the diameter distribution on forest stands is a factor of importance to the planning and control of forest activities, determining the production and growth of the trees, allowing the knowledge of future productions of stand. The objective of this study was determining the distribution of frequencies per diameter in a stand of *Pinus taeda* L. without thinning, using spacing 2 x 2 m, in the 6, 8, 10, 12, 14, 16 and 18 years old. The probabilities distributions used were the Normal, Weibull, Ln-normal and Gamma, through of procedure CAPABILITY (Proc Capability) of statistical program SAS. The experimental design used was randomized blocks, with one treatments and three repetitions. The results indicated that the Normal distribution have the best adjustment on the ages of 6, 8 and 10 years ond for spacing 2 x 2 m and to the ages of 12, 14, 16 and 18 years old the Ln-normal distribution is that best represents the distribution per diameter class.

Key words: frequency, probability distribution, diameter class.

INTRODUÇÃO

A atividade de planejamento da produção florestal demanda a avaliação de diversos aspectos, que exercem influência direta ou indireta no custo final de produção, bem como na produtividade silvicultural. A avaliação da estrutura de um povoamento é um aspecto fundamental para o bom planejamento, permitindo uma análise detalhada da predição do porte das árvores e, conseqüentemente, a simulação de uma série de regimes de manejo.

No Brasil, o estudo das distribuições diamétricas tem sido utilizado como ferramenta para o manejo de florestas, sendo também difundido e aplicado na Europa e Estados Unidos por ser um método fácil e eficiente na caracterização de um povoamento. Os modelos de distribuição diamétrica baseiam-se em funções probabilísticas que permitem descrever as alterações ocorridas na estrutura do povoamento, nas relações hipsométricas e nas taxas de mortalidade, podendo todas essas características ser analisadas simultaneamente. Dessa forma, o estudo da distribuição diamétrica, por meios de formulações matemáticas, pode ser um instrumento de relevante importância para o controle das atividades florestais a serem desenvolvidas, especialmente por possibilitar o conhecimento das produções futuras.

A análise da distribuição diamétrica permite estimar o número de árvores por hectare para cada classe de diâmetro, bem como determinar a altura média nas distintas classes. Dessa forma, esse tipo de análise é um indicador do estoque de crescimento, pois considera a frequência por classes de diâmetro, podendo eventualmente incluir a área basal, o volume, assim como os incrementos em diâmetro propiciando a elaboração de conclusões a respeito da estrutura da floresta.

¹ Engenheira Florestal, MSc. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). cacnetto@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Dr, Professor do Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. Departamento de Ciências Florestais. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. Av. Roraima, 1000, CEP 97105-900, Santa Maria (RS). paulors@smail.ufsm.br

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo é determinar a distribuição de frequência por classe diamétrica em um povoamento de *Pinus taeda* L. de diferentes idades, com espaçamento de 2 x 2 m, utilizando variáveis dendrométricas como principal ferramenta.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A utilização de reflorestamentos no Brasil com fins comerciais teve início na década de 1970, promovendo a introdução de uma grande variedade de espécies exóticas, especialmente o gênero *Pinus* sp. Inicialmente, os plantios mais extensos foram estabelecidos nas Regiões Sul e Sudeste, utilizando o *Pinus taeda* L. na produção de matéria-prima para as indústrias de celulose e papel, e o *Pinus elliottii* Engelm. para madeira serrada e extração de resina. O destaque dessas espécies se deve, em especial, por apresentarem excelentes características de produtividade, qualidade da madeira e maiores incrementos de volume, substituindo a madeira da *Araucaria angustifolia* (SBS, 2006).

A estrutura diamétrica de uma floresta, sob o ponto de vista da produção, permite caracterizar e indicar o estoque de madeira disponível anterior a uma exploração, fornecer informações que auxiliem na tomada de decisões sobre a necessidade de reposição florestal (SCOLFORO et al., 1998; PULZ et al., 1999), além disso, descreve importantes características de um povoamento e probabilidades de projeção através do tempo. Com o conhecimento da estrutura diamétrica é possível avaliar o comportamento da espécie, tendo em vista os vários fatores que possam interferir em seu crescimento, dentre eles, o manejo e as atividades de exploração comercial (BARTOSZECK et al., 2004).

Os pioneiros no uso dessas metodologias foram Bliss e Reinker (1964), com o estudo da distribuição Ln-normal em povoamentos de *Pseudotsuga menziesii*; Nelson (1964), estudando a distribuição Gama em *Pinus taeda*; e Clutter e Bennett (1965) utilizando a distribuição Beta também para o *Pinus taeda* (SAQUETTA, 1996). Finger (1982) ajustou algumas distribuições de probabilidade para *Acacia mearnsii*, concluindo que a SB de Johnson foi a que melhor representou a distribuição de diâmetros. Já Maestri (1992), utilizando a distribuição Weibull para o estudo da produção presente e futura da *Acacia mearnsii*, obteve bons resultados empregando o método dos percentis. Scolforo (1990) também utilizou a distribuição Weibull em estudo com *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, obtendo a compatibilidade da área basal determinada pela soma das classes diamétricas. Essa mesma função foi utilizada por Leite et al. (1990) na determinação da produção de madeira de *Eucalyptus saligna* para celulose e energia.

Diversos trabalhos na área florestal utilizando distribuições probabilísticas têm sido estudados ao longo dos anos, o que tem possibilitado o conhecimento da estrutura diamétrica dos povoamentos florestais e, conseqüentemente, o manejo e as atividades de exploração comercial dos mesmos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a realização desse estudo utilizaram-se dados de um experimento instalado em 1988 em povoamentos de *Pinus taeda* da Empresa Klabin S.A, localizada no município de Otacílio Costa, SC. Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo "Cfb", mesotérmico, subtropical úmido, com verões frescos, não apresentando estação seca definida, com geadas freqüentes, em média mais de 15 dias por ano. A precipitação média anual de 1.740 mm, distribuída em 108 dias, e temperatura média anual de 16,8 °C. A altitude do local é bastante variável, ficando em torno das isométricas de 800 e 1.200 m acima do nível do mar (MOTTA et al., 1971). A região apresenta solos dos tipos TBHa2, definido como terra bruna húmica álica mais cambissolo bruno húmico álico de textura argilosa e muito argilosa, com face pedregosa e não-pedregosa e, Cha5, definido como cambissolo húmico álico, pedregoso e não-pedregoso mais solo litólico húmico álico, arenito e basalto, ambos com textura argilosa e médio argilosa (SANTA CATARINA, 1986).

Para a instalação do experimento nas áreas da empresa, realizou-se o preparo do solo, com aração e uma leve gradagem. O plantio foi realizado manualmente, com posteriores tratamentos culturais de capinas, roçadas, coroamentos e combate à formiga. Esse experimento foi avaliado anualmente até os 18 anos de idade, realizando-se medidas da circunferência à altura do peito (CAP) e altura de todas as árvores no interior de cada unidade amostral. Os CAPs foram obtidos com fita métrica com precisão de décimos de centímetros e, posteriormente, transformados para diâmetro à altura do peito (DAP = CAP/ π). Para a medição das alturas, utilizou-se um hipsômetro com uma precisão de décimos de metro. Na seleção da árvore de altura dominante (h_{100}), para cada hectare foi realizada a média aritmética das cem árvores de maior diâmetro, segundo metodologia descrita por Assmann. O delineamento estatístico do experimento foi em blocos ao acaso, com nove tratamentos (espaçamentos), sendo cada tratamento constituído de três repetições.

A análise dos dados foi realizada para o tratamento com espaçamento 2 x 2 m por ser um dos mais utilizados comercialmente, e para as idades de 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18 anos. Para conhecer a estrutura de frequência de indivíduos por classe de diâmetro, em função do tempo, os dados dendrométricos foram utilizados agrupados, ou seja, todas as idades estudadas foram processadas conjuntamente. Dessa forma, determinaram-se os parâmetros das funções utilizadas. Para a aplicação da variável diâmetro (x), em cada função selecionada, foi estipulado o diâmetro máximo de 47 cm, com um intervalo de classe de 2 cm, possibilitando a inclusão de todas as observações.

As funções foram processadas e ajustadas por meio do programa SAS (Statistical Analysis System), pelo procedimento CAPABILITY (Proc Capability). As equações utilizadas para a determinação das distribuições diamétricas foram:

Normal:

$$f(x) = \frac{h * 100}{\sigma \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - \mu}{\sigma} \right)^2 \right]$$

Sendo: h = largura do intervalo no histograma; μ = média da população; σ = desvio-padrão da variável estudada; x = variável aleatória observada ($x > 0$); $f(x)$ = probabilidade de frequência por unidade de área.

Ln-normal:

$$f(x) = \frac{h * 100}{\sigma_{(x-a)} \sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{\ln(x-a) - \mu}{\sigma} \right)^2 \right]$$

Sendo: h = largura do intervalo no histograma; μ = média da população; σ = desvio-padrão; a = constante, tal que a variável $\ln(x-a)$ tenha distribuição normal; x = variável aleatória observada ($x > 0$); $f(x)$ = probabilidade de frequência por unidade de área.

Weibull:

$$f(x) = \frac{\beta h * 100}{\sigma} \left(\frac{x - \alpha}{\sigma} \right)^{\beta-1} \cdot \exp \left[-\left(\frac{x - \alpha}{\sigma} \right)^\beta \right]$$

Sendo: h = largura do intervalo no histograma; σ = valor de escala ($\sigma < 0$); α = parâmetro que indica a locação inicial da distribuição do diâmetro mínimo; β = forma da distribuição de densidade de probabilidade ($\beta > 0$), na condição de $x \geq 0$; x = variável aleatória observada ($x > 0$); $f(x)$ = probabilidade de frequência por unidade de área.

Gama:

$$f(x) = \frac{h * 100}{\beta \Gamma(\alpha)} \left(\frac{x}{\beta} \right)^{\alpha-1} \cdot \exp \left(-\left(\frac{x}{\beta} \right) \right)$$

Sendo: h = largura do intervalo no histograma; $\Gamma(\alpha)$ = função Gama ordinária de α ; α = parâmetro de forma ($\alpha > 0$); β = valor de escala ($\beta < 0$); x = variável aleatória observada ($x > 0$); $f(x)$ = probabilidade de frequência por unidade de área.

Na seleção das equações de probabilidade para a determinação da distribuição de frequências por classe de diâmetro, nas diferentes idades, foram utilizados os testes estatísticos de aderência de Kolmogorov-Smirnov (KS), Cramer-von Mises (W-Sq), Anderson-Darling (A-Sq) e Qui-quadrado (χ^2), determinados por meio de programação no SAS. Em cada teste de aderência foi realizado um ranqueamento de 1 a 4, sendo 1 o valor representativo dos melhores resultados. Após, realizou-se a soma do valor desse ranqueamento para cada parâmetro estatístico, determinando-se o valor total e a média para cada distribuição Gama, Ln-normal, Normal e Weibull. A menor média do ranqueamento determinou a função que melhor representou a distribuição das frequências nas classes de diâmetros, em função das idades do povoamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os testes de aderências indicaram que a função Normal foi a que melhor representou a probabilidade da distribuição diamétrica dos povoamentos de *Pinus taeda* nas idades de 6, 8 e 10 anos, e a função Ln-normal para os povoamentos com idades de 12 a 18 anos (Tabela 1).

Na Tabela 2 são apresentados os parâmetros da distribuição Normal para as idades 6, 8 e 10 anos, da distribuição Ln-normal para as idades 12 a 18 anos, e suas respectivas equações de probabilidades. Com a determinação dos parâmetros e das equações de probabilidade foi possível determinar a distribuição de árvores em classes de diâmetro em função das diferentes idades. O diâmetro máximo estipulado foi de 47 cm, com um intervalo de classe de 2 cm, e o diâmetro mínimo de 4 cm.

Na Tabela 3 estão apresentadas as classes diamétricas determinadas, os centros de classes aplicados nas equações selecionadas, bem como os resultados das probabilidades de frequência (%) e do número de árvores por hectare (N/ha) ocorridas nas classes de diâmetro, em cada idade estudada.

Por meio desses resultados, pode-se inferir que, com o passar dos anos ocorre uma redução do número de árvores máximo determinado em cada idade, com variação de 944,5 árvores/ha (18,897%) aos 6 anos na classe de 13-

14,9 cm, reduzindo para 409,3 árvores/ha (8,182%) aos 18 anos na classe de 19-20,9 cm. O menor número de árvores nas maiores classes diamétricas e nas idades maiores pode ser justificado pelo momento da concorrência entre as árvores, já que o tratamento não sofreu desbaste, limitando o crescimento das árvores, com estagnação do crescimento em diâmetro.

TABELA 1: Seleção das equações de probabilidade, para as idades 6, 8 e 10 anos no espaçamento 2 x 2 m, em Otacílio Costa, SC

Idade (anos)	Função	Testes de Aderência				Média
		KS	W-Sq	A-Sq	χ^2	
6	Gama	0,070277**(2)	0,130186**(2)	0,802118**(2)	10,212968*(2)	8/4 = 2
	Ln-normal	0,076572*** (3)	0,194584*** (4)	1,206560*** (3)	18,66746*** (3)	13/4 = 3,25
	Normal	0,0536103^{NS} (1)	0,0711291^{NS} (1)	0,4438942^{NS} (1)	7,0437763^{NS} (1)	4/4 = 1
	Weibull	–	0,178411*** (3)	1,314747*** (4)	68,36314*** (4)	11/3 = 3,67
8	Gama	0,0720209** (2)	0,0878950 ^{NS} (2)	0,5431096 ^{NS} (2)	15,897065** (2)	8/4 = 2
	Ln-normal	0,082819*** (3)	0,152806** (4)	0,974934** (4)	35,69539*** (4)	15/4 = 3,75
	Normal	0,0470155^{NS} (1)	0,0430293^{NS} (1)	0,2573213^{NS} (1)	8,3857045^{NS} (1)	4/4 = 1
	Weibull	–	0,1001097* (3)	0,749463** (3)	28,15699*** (3)	9/3 = 3
10	Gama	0,063615*(2)	0,101412*(3)	0,5941336 ^{NS} (2)	15,0427824* (1)	8/4 = 2
	Ln-normal	0,076503*** (3)	0,1494412** (4)	0,8639911** (4)	16,347922** (2)	13/4 = 3,25
	Normal	0,0586323^{NS} (1)	0,0720187^{NS} (1)	0,4967676^{NS} (1)	23,60469*** (3)	6/4 = 1,5
	Weibull	–	0,0848762 ^{NS} (2)	0,7212727*(3)	57,25059*** (4)	9/3 = 3
12	Gama	0,0530628 ^{NS} (1)	0,0888265 ^{NS} (2)	0,668819*(2)	13,7316830* (2)	7/4 = 1,75
	Ln-normal	0,0562331^{NS} (2)	0,0864985^{NS} (1)	0,6597119*(1)	13,059598^{NS} (1)	5/4 = 1,25
	Normal	0,0732604** (3)	0,1573746** (3)	1,084861*** (3)	21,17031*** (3)	12/4 = 3
	Weibull	–	0,197903*** (4)	1,475049*** (4)	29,15298*** (4)	12/3 = 4
14	Gama	0,0742929** (3)	0,0980217 ^{NS} (2)	0,6758627*(2)	13,610475 ^{NS} (2)	9/4 = 2,25
	Ln-normal	0,0690234* (1)	0,0821494^{NS} (1)	0,5716102^{NS} (1)	13,302553^{NS} (1)	4/4 = 1
	Normal	0,0791412** (2)	0,187669*** (3)	1,248687*** (3)	21,648538** (3)	11/4 = 2,75
	Weibull	–	0,227774*** (4)	1,608802** (4)	32,38640*** (4)	12/3 = 4
16	Gama	0,0587670 ^{NS} (2)	0,0700218 ^{NS} (2)	0,5299363 ^{NS} (2)	8,4365842 ^{NS} (2)	8/4 = 2
	Ln-normal	0,0568559^{NS} (1)	0,06572773^{NS} (1)	0,48647609^{NS} (1)	7,9730749^{NS} (1)	4/4 = 1
	Normal	0,0668186 ^{NS} (3)	0,1335973** (3)	0,9505276** (3)	14,954612 ^{NS} (3)	12/4 = 3
	Weibull	–	0,176651*** (4)	1,340718*** (4)	22,258738** (4)	12/3 = 4
18	Gama	0,0778365** (1)	0,1286749** (2)	0,9251639** (2)	20,802485** (2)	7/4 = 1,75
	Ln-normal	0,0789140** (2)	0,1265410** (1)	0,8739379** (1)	18,8969161* (1)	5/4 = 1,25
	Normal	0,0824828** (3)	0,188306*** (3)	1,349759*** (3)	31,50023*** (3)	12/4 = 3
	Weibull	–	0,203727*** (4)	1,553607*** (4)	37,96094*** (4)	12/3 = 4

Sendo: KS = Kolmogorov-Smirnov; W-Sq = Cramer-von Mises; A-Sq = Anderson-Darling; $\chi^2 =$

A Figura 1 ilustra a distribuição diamétrica por hectare (N/ha), em função das diferentes idades dos povoamentos. Nesse gráfico é possível perceber um alargamento das curvas com o passar dos anos, ilustrando o aumento da amplitude do número de árvores nas maiores classes diamétricas. Este fato era esperado uma vez que, para as idades 12, 14, 16 e 18 anos, a distribuição diamétrica se deu por meio da curva Ln-normal, apresentando um deslocamento à esquerda, característico desse tipo de distribuição.

Esse resultado coincide com o obtido por Couto (1980) que em pesquisa com as distribuições diamétricas para *Pinus caribaea* var. *caribaea*, tendo observado que a distribuição Normal apresenta um ajuste mais eficiente para estimar as freqüências por classes de diâmetros. Já para as idades de 12, 14, 16 e 18 anos, o melhor desempenho para representar a distribuição diamétrica foi pela função Ln-normal, resultados que podem ser observados também para a maioria das comunidades vegetais e animais de variadas espécies, pois seguem uma distribuição Ln-normal (Sugihara, 1980; Magurran, 1988; Limpert et al., 2001). Barreira (1995) avaliou a distribuição de dois híbridos de *Populus* sp na zona central do Chile, observando que a distribuição Ln-normal é a que melhor estima a estrutura do povoamento, coincidindo com o resultado obtido no presente estudo.

TABELA 2: Parâmetros e equações de distribuição de diâmetros selecionadas por idade no espaçamento 2 x 2 m, em Otacílio Costa, SC

Idade (anos)	Tipo	μ	σ	a	Equação
6	Normal	12,5679	2,06544	–	$f(x) = \frac{1}{2,942893\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - 14,93124}{2,942893} \right)^2 \right] * 100$
8	Normal	14,9312	2,94289	–	$f(x) = \frac{1}{2,06544\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - 12,56788}{2,06544} \right)^2 \right] * 100$
10	Normal	16,453	3,59635	–	$f(x) = \frac{1}{3,596348\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{1}{2} \left(\frac{x - 16,45303}{3,596348} \right)^2 \right] * 100$
12	Ln-normal	2,84888	0,22875	0	$f(x) = \frac{1}{0,228746\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln(x - 0) - 2,848879)^2}{2(0,228746)^2} \right] * 100$
14	Ln-normal	2,91925	0,23537	0	$f(x) = \frac{1}{0,235373\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln(x - 0) - 2,919249)^2}{2(0,235373)^2} \right] * 100$
16	Ln-normal	2,997	0,2315	0	$f(x) = \frac{1}{0,231502\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln(x - 0) - 2,997003)^2}{2(0,231502)^2} \right] * 100$
18	Ln-normal	3,01965	0,2448	0	$f(x) = \frac{1}{0,244803\sqrt{2\pi}} \cdot \exp \left[-\frac{(\ln(x - 0) - 3,019652)^2}{2(0,244803)^2} \right] * 100$

Sendo: σ = sigma; μ = mi; a = constante; x = diâmetro à altura do peito.

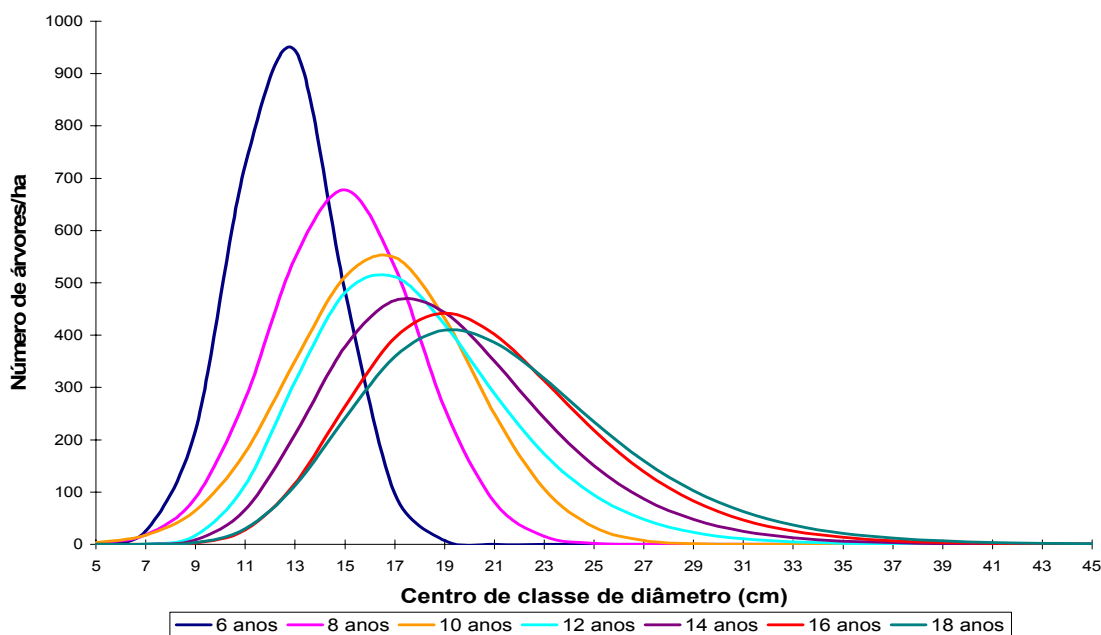


FIGURA 1: Distribuição do número de árvores/ha para cada classe diamétrica, em função das idades no espaçamento 2 x 2 m, em Otacílio Costa, SC.

TABELA 3: Probabilidade (%) e número de árvores por hectare (N/ha) por classe diamétrica, por idade no espaçamento 2 x 2 m, em Otacílio Costa, SC

Classe Diâmetro (cm)	C. C. Diâmetro (cm)	IDADE (anos)						
		6	8	10	12	14	16	18
		% N/ha	% N/ha	% N/ha	% N/ha	% N/ha	% N/ha	% N/ha
5 - 6,9	6	0,023	0,046	0,07	0	0	0	0
		1,2	2,3	3,5	0	0	0	0
7 - 8,9	8	0,51	0,359	0,351	0,01	0,005	0,001	0,002
		25,5	17,9	17,5	0,5	0,2	0	0,1
9 - 10,9	10	4,344	1,779	1,296	0,335	0,17	0,049	0,064
		217,2	88,9	64,8	16,7	8,5	2,4	3,2
11 - 12,9	12	14,48	5,554	3,514	2,27	1,325	0,55	0,589
		724	277,7	175,7	113,5	66,3	27,5	29,4
13 - 14,9	14	18,897	10,93	6,996	6,21	4,199	2,323	2,234
		944,8	546,5	349,9	310,5	209,9	116,2	111,7
15 - 16,9	16	9,656	13,552	10,224	9,62	7,555	5,272	4,833
		482,8	677,7	511,3	480,9	377,8	263,6	241,7
17 - 18,9	18	1,932	10,588	10,965	10,235	9,326	7,892	7,173
		96,6	529,5	548,4	511,7	466,3	394,7	358,8
19 - 20,9	20	0,151	5,213	8,632	8,412	8,87	8,839	8,182
		7,6	260,6	431,7	420,6	443,5	442	409,3
21 - 22,9	22	0,005	1,617	4,988	5,761	7,005	8,035	7,72
		0,2	80,8	249,5	288	350,3	401,8	386,2
23 - 24,9	24	0	0,316	2,116	3,459	4,832	6,265	6,335
		0	15,8	105,8	172,9	241,6	313,3	316,9
25 - 26,9	26	0	0,039	0,659	1,886	3,015	4,355	4,681
		0	1,9	32,9	94,3	150,8	217,8	234,2
27 - 28,9	28	0	0,003	0,15	0,958	1,745	2,774	3,194
		0	0,2	7,5	47,9	87,3	138,7	159,8
29 - 30,9	30	0	0	0,025	0,461	0,955	1,653	2,05
		0	0	1,3	23,1	47,7	82,7	102,5
31 - 32,9	32	0	0	0,003	0,214	0,5	0,936	1,255
		0	0	0,6	10,7	25	46,8	62,8
33 - 34,9	34	0	0	0	0,096	0,254	0,509	0,741
		0	0	0	4,8	12,7	25,5	37,1
35 - 36,9	36	0	0	0	0,042	0,126	0,269	0,425
		0	0	0	2,1	6,3	13,4	21,2
37 - 38,9	38	0	0	0	0,018	0,061	0,138	0,238
		0	0	0	0,9	3,1	6,9	11,9
39 - 40,9	40	0	0	0	0,008	0,029	0,07	0,131
		0	0	0	0,4	1,5	3,5	6,6
41 - 42,9	42	0	0	0	0,003	0,014	0,035	0,072
		0	0	0	0,2	0,7	1,7	3,6
43 - 44,9	44	0	0	0	0,001	0,007	0,017	0,039
		0	0	0	0,1	0,3	0,9	1,9
45 - 46,9	46	0	0	0	0,001	0,003	0,008	0,021
		0	0	0	0	0,1	0,4	1

CONCLUSÃO

A função Normal foi a que melhor representou a probabilidade de distribuição diamétrica dos povoamentos de *Pinus taeda* nas idades iniciais de 6, 8 e 10 anos, e a função Ln-normal para os povoamentos com idades de 12, 14, 16 e 18 anos, para povoamentos utilizando espaçamento de 2 x 2 m.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARRERA, M. **Modelos de Distribución diamétrica para dos variedades de álamo en el valle central de la Séptima Región.** 1995. 60f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Escola de Engenharia Florestal, Faculdade de Recursos Naturais - Universidade de Talca, Talca.
- BARTOSZECK, A. C. P. S. et al. A distribuição diamétrica para bracingais em diferentes idades, sítios e densidades da região metropolitana de Curitiba. **Floresta**, Curitiba, v.34, n.3, p.305-324, 2004.
- BLISS, C. I.; REINKER, K. A. A lognormal approach to diameter distributions in even-aged stands. **Forest Science**, Bethesda, v.10, n.3, p.350-360, 1964.
- CLUTTER, J. L.; BENNETT, F. A. Diameter distributions in old-field slash pine plantations. **Georgia Forest Research Council Report**, v.13, p.1-9, 1965.
- COUTO, H. T. Z. **Distribuições de diâmetros em plantações de *Pinus caribaea* Morelet var. *caribaea*.** 1980. 83f. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba.
- FINGER, C. A. G. **Distribuição de diâmetros em acácia negra, *Acacia mearnsii* de Wild em diferentes povoamentos e idades.** 1982. 124f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LEITE, H. G. et al. Um modelo para estimar a produção de madeira para celulose e energia derivado da função Weibull. **Revista Árvore**, v.14, p.102-118, 1990.
- LIMPERT, E.; STAHE, W. A.; ABBT, M. Log-normal distributions across the sciences-keys and clues. **BioScience**, Washington, v. 51, n. 5, p. 341-352, maio, 2001.
- MAESTRI, R. **Estimativa de produção presente e futura de volume de madeira e peso de casca para povoamentos de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild).** 1992. 102f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- MAGURRAN, A. E. **Ecological Diversity and its Measurement.** London: Croom Helm, 1988. 179p.
- MOTTA, F. S., BEIRSDORF, M. J. C., GARCEZ, R. B. **Zoneamento agrícola do Rio Grande do Sul e Santa Catarina: normas agroclimáticas.** Pelotas: Ministério da Agricultura, 1971. 80p.
- NELSON, T. C. Diameter distribution and growth of Loblolly pine. **Forest Science**, Bethesda v.10, n.1, p.105-14, mar., 1964.
- PULZ, F. A. et al. Acuracidade da predição da distribuição diamétrica de uma floresta inequidiana com a matriz de transição. **Cerne**, Lavras, v.5, n.1, p.01-14, 1999.
- SANQUETTA, C. R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal.** Curitiba: UFPR, 1996. 49p.
- SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Subchefia de Estatística, Geografia e Informática. **Atlas de Santa Catarina.** Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1986. 173p.
- SAS Institute. SAS User's Guide: Statistics. **PROC CAPABILITY and General Statements.** Disponível em: <<http://www.asu.edu/sas/sasdoc/sashtml/qc/index.htm>>. Acesso em: 23 de novembro de 2007.
- SCOLFORO, J. R. S. **Sistema integrado para predição e análise presente e futura do crescimento e produção com otimização de remuneração de capitais para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.** 1990. 290f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- SCOLFORO, J. R. S.; PULZ, F. A.; MELLO, J. M. Modelagem da produção, idade das florestas nativas, distribuição espacial das espécies e a análise estrutural. In.: **Manejo Florestal**, 1998, p.189-256.
- SBS – Sociedade Brasileira de Silvicultura. **SBS dia a dia.** Disponível em: <www.sbs.org.br/estatistica>. Acesso em: 16 de maio de 2006.
- SUGIHARA, G. Minimal community structure: An explanation of species abundances patterns. **American Naturalist**, Chicago, v. 116, n. 6, p. 770-787, dez., 1980.

SELEÇÃO DE EQUAÇÕES PARA A OBTENÇÃO SIMULTÂNEA DE MÚLTIPLOS VOLUMES EM
ÁRVORES DE *Acacia mangium*

SELECTION OF EQUATIONS FOR OBTAINING SIMULTANEOUS MULTIPLE VOLUMES IN TREES
OF *Acacia mangium*

Dalton Henrique Angelo¹ Helio Tonini²

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de selecionar e validar uma equação de volume para estimar os volumes total e comercial com e sem casca para árvores de *Acacia mangium*, localizadas em plantios sob diferentes espaçamentos, idades e sítios em área de savana no Estado de Roraima. Para estimar o volume em função das variáveis DAP (diâmetro tomado a 1,30 m do solo) e h (altura total), foram abatidas 134 árvores, selecionadas em função da classe diamétrica através da medição de 152 unidades amostrais. Foram testados 8 modelos volumétricos, com a inclusão de variáveis dummy e a validação estatística e preditiva, indicou que o de melhor desempenho foi o de Schumacher e Hall.

Palavras-chave: Amazônia, plantios florestais, *Racosperma mangium*, variável dummy

ABSTRACT

This work was carried out with the objective of selecting an total volume and merchantable volume with and without bark equation for trees of *Acacia mangium* under different spacings, ages and sites in savanna area in the State of Roraima. To estimate the volume in function of the DBH (diameter at breast height) and h (total height), were sampled 134 trees, selected in function of the diametric class through the 152 sample units measurements. Eight volume models with dummy variables inclusion were tested. The statistical and prediction validation indicated that the best model was of the Schumacher-Hall.

Key words: Amazon, forest stands, *Racosperma mangium*, dummy variables

INTRODUÇÃO

Uma das espécies florestais com grande potencial para reflorestamentos nos trópicos é a *Acacia mangium*, que tem sido plantada a partir do final da década de 60 em vários países tropicais. Segundo o National Research Council (1983), plantios experimentais com *Acacia mangium* foram estabelecidos em Papua Nova Guiné em 1969, Nepal, em 1976, Filipinas em 1977, Bangladesh em 1978, Havaí em 1979 e Camarões e Costa Rica em 1980 e 1981, respectivamente.

No Brasil, as primeiras introduções feitas pela Embrapa/CNPF ocorreram em 1979, na forma de pequenos talhões experimentais, posteriormente, em 1985, foram implantados testes de procedências em Belterra-PA, Belo Oriente e Coronel Fabriciano -MG) (Ferreira *et al.*, 1990).

Em Roraima, a espécie foi introduzida no final da década de 90, pela empresa Ouro Verde Agrosilvopastoril LTDA, em uma área de aproximadamente 1.000 ha, com o objetivo de avaliar seu crescimento nas condições edafoclimáticas da savana. Em função dos resultados animadores, a área plantada cresceu rapidamente (Tonini e Halfeld Vieira, 2006). Os plantios iniciaram-se a partir de 1999, visando suprir a demanda de matéria-prima para indústria de produtos serrados e celulose. A área atualmente plantada situa-se em torno dos 27.000 ha, sendo a espécie florestal mais plantada no Estado.

Por se tratar de uma espécie de utilização relativamente recente em grandes plantações, ainda existem poucas informações e experiências descritas na literatura, sendo raros os estudos que envolvam a seleção de equações de volume para as diferentes condições edafoclimáticas brasileiras.

No Brasil, diversos estudos têm procurado selecionar equações de volume para plantios florestais, principalmente para os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Os estudos de Veiga *et al.* (2000) e Tonini e Schwengber (2006), são os únicos disponíveis na literatura nacional, envolvendo a seleção e o ajuste de modelos volumétricos para *Acacia mangium*. No entanto, ambos os estudos se restringiram a apenas uma determinada idade, espaçamento e sítio.

A estimação do volume de uma árvore é um problema relevante em dendrometria e inventário florestal e constitui-se em um dos primeiros passos na obtenção do volume de um plantio florestal (Avery e Burkhart, 1994).

¹ Engenheiro Florestal. Ouro -Verde Agrosilvopastoril LTDA. Rua Botão de Ouro, n. Pricumã, Boa Vista, CEP:69301-970.Dalton@ewv.com.br

² Engenheiro Florestal, Dr. Embrapa Roraima. Br 174, km 08, Distrito Industrial, Boa Vista, RR, Cep: 69301-970. helio@cpafr.embrapa.br

O conhecimento do volume é de grande importância para o produtor florestal, pois permite avaliar com precisão, o crescimento e o rendimento esperado de sua atividade, a otimização do manejo florestal, o planejamento da colheita, a decisão sobre compra e venda de terras, entre outros (Leite e Andrade, 2002.; Freire *et al.*, 2005).

Os modelos volumétricos são utilizados para estimar o volume de árvores individuais ou de um povoamento. Para ajustar tais modelos, deve-se selecionar árvores que representem adequadamente as variações existentes no povoamento como sítios, espaçamentos iniciais e regimes silviculturais. Posteriormente, elegem-se os modelos que serão testados com o objetivo de selecionar o de melhor desempenho.

Segundo (Campos *et al.*, 2001) uma boa função de volume deve ser simples, precisa, flexível e compatível em relação aos volumes estimados para diferentes partes de uma árvore.

Normalmente, as estimativas do volume total e comercial com e sem casca, são obtidas por modelos ajustados de forma independente. No entanto, este tipo de ajuste não garante que em todos os casos, haverá compatibilidade entre os volumes totais e comerciais com e sem casca, ou seja, em determinada situação, por falha nas estimativas dos modelos, o volume comercial estimado pode ser superior ao volume total (Figueiredo, 2005).

Nos estudos de equações de volume, autores como Leite *et al.*, (2005) com base no modelo de Schumacher e Hall, desenvolveram um modelo capaz de estimar de forma simultânea, o volume total e os volumes comerciais em diferentes diâmetros mínimos.

Outra abordagem para esta questão foi proposta por Figueiredo (2005) ao realizar o ajuste de equações para a obtenção simultânea de múltiplos volumes para plantios de *Tectona grandis*, utilizando variáveis indicadoras ou variáveis “dummy”.

Este trabalho foi realizado com o objetivo de selecionar uma equação de volume para estimar de forma simultânea, o volume total e comercial com e sem casca para árvores de *Acacia mangium* com o emprego de variáveis dummy.

MATERIAL E MÉTODO

Características da área de estudo e seleção das árvores amostras

Os dados para a realização deste estudo se originaram de plantios de acácia da empresa Ouro Verde Agrossilvopastoril LTDA, localizados em área de Savana no nordeste do Estado de Roraima. Nesta região, o clima é do Tipo Aw (Köpen), de características tipicamente monçônico, com altas temperaturas médias durante o ano (variação entre 26-29 °C), seis meses de precipitações torrenciais (1453 mm de abril a setembro) e seis meses de fracas chuvas (298 mm de outubro a março). A precipitação média anual varia entre 1100-1400 mm/ano (Brasil,1975).

Para se obter uma maior representatividade amostral, as árvores foram selecionadas em função do sítio, idade, espaçamentos e classe diamétrica, utilizando-se os dados de 152 parcelas permanentes e temporárias e as curvas de índice de sítio, desenvolvidas por (Ângelo, 2005), que construiu um sistema com 3 curvas de índices de sítio monomorficas (áreas boas, médias e ruins) empregando o modelo de Chapman-Richards e uma idade índice de 5 anos.

As unidades amostrais utilizadas possuíam a forma circular, com raio de 11,28 m (400 m²) e foram instaladas de forma sistemática sobre toda a área de plantio da empresa em idades que variaram de 1 a 6 anos. No total foram amostradas 134 árvores (Tabela 1), que foram abatidas próximas as unidades amostrais, selecionadas em função da classe diamétrica e cubadas conforme Smalian nas posições 0,1 m;0,7m; 1m; 1,30 m e a partir deste ponto de 1m em 1m até a altura total da árvore.

TABELA 1: Distribuição de frequência das árvores-amostras utilizadas no ajuste dos modelos volumétricos

Classe de diâmetro	Classe de altura									Total
	2	4	6	8	10	12	14	16	18	
2	2	4(1)								6(1)
4		5 (2)	4(2)							9(4)
6		1	6 (2)	5	3					15(2)
8			3 (2)	5 (3)	3	1				12(5)
10			1	1(1)	4(1)	6(1)	7(2)			19(5)
12			(1)	2	3	2 (2)	1	3(4)	1	12(7)
14					1	4(2)	3	3	2	13(2)
16					(1)	1(1)	2(3)	3(1)	1(1)	7(7)
18					1	1	1	2	1	6
20									1	1
Total	2	10(4)	14(7)	13(4)	15(2)	15(6)	14(5)	11(5)	6(1)	100(34)

* Números entre parênteses referem-se às árvores selecionadas para a validação preditiva dos modelos volumétricos

A medição dos diâmetros foi feita com uma fita diamétrica e as alturas com uma trena. O diâmetro sem casca foi obtido após a remoção total da casca nas posições de medição e o volume comercial foi calculado considerando-se um diâmetro limite de 10 cm.

Seleção e validação dos modelos volumétricos

Para estimar o volume total com casca em função das variáveis DAP (diâmetro tomado a 1,30 m do solo) e h (altura total), foram testados 8 modelos volumétricos aritméticos e logarítmicos, selecionados na literatura florestal com a inclusão de variáveis dummy (Tabela 2), conforme metodologia adotada por Figueiredo (2005).

TABELA 2: Modelos volumétricos testados com a inclusão de variáveis dummy

Número	Equação	Autores
01	$v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5d^2hD1 + b_6d^2hD2 + b_7d^2hD3 + b_8d^2hD4$	Spurr
02	$v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5dhD1 + b_6dhD2 + b_7dhD3 + b_8dhD4$	
03	$\ln v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5 \ln(d^2h)D1 + b_6 \ln(d^2h)D2 + b_7 \ln(d^2h)D3 + b_8 \ln(d^2h)D4$	Spurr (logaritimizada)
04	$\ln v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5 \ln(\frac{1}{d^2h})D1 + b_6 \ln(\frac{1}{d^2h})D2 + b_7 \ln(\frac{1}{d^2h})D3 + b_8 \ln(\frac{1}{d^2h})D4$	
05	$\ln v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5 \ln(d)D1 + b_6 \ln(d)D2 + b_7 \ln(d)D3 + b_8 \ln(d)D4 + b_9 \ln(h)D1 + b_{10} \ln(h)D2 + b_{11} \ln(h)D3 + b_{10} \ln(h)D4$	Schumacher-Hall
06	$v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5(dh)D1 + b_6(dh)D2 + b_7(dh)D3 + b_8(dh)D4 + b_9(\frac{1}{h})D1 + b_{10}(\frac{1}{h})D2 + b_{11}(\frac{1}{h})D3 + b_{12}(\frac{1}{h})D4$	
07	$v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5(dh)D1 + b_6(dh)D2 + b_7(dh)D3 + b_8(dh)D4 + b_9(\frac{1}{h})D1 + b_{10}(\frac{1}{h})D2 + b_{11}(\frac{1}{h})D3 + b_{12}(\frac{1}{h})D4 + b_{13}dh^2D1 + b_{14}dh^2D2 + b_{15}dh^2D3 + b_{16}dh^2D4$	
08	$v = b_1D1 + b_2D2 + b_3D3 + b_4D4 + b_5(d)D1 + b_6(d)D2 + b_7(d)D3 + b_8(d)D4 + b_9(d^2h)D1 + b_{10}(d^2h)D2 + b_{11}(d^2h)D3 + b_{12}(d^2h)D4 + b_{13}(h)D1 + b_{14}(h)D2 + b_{15}(h)D3 + b_{16}(h)D4$	Stoate

Onde: v = volume individual (m³); h = altura total (m); d = diâmetro tomado a 1,30 m do solo; b_j = coeficientes

A inclusão da variável dummy nos modelos volumétricos foi feita em função dos grupos de interesse que foram: volume total com casca (grupo 1), volume total sem casca (grupo 2), volume comercial com casca (grupo 3) e volume comercial sem casca (grupo 4). Assim, foram incluídas 4 variáveis dummy (D1, D2, D3 e D4) nos modelos que assumiram o valor 1 quando a observação pertencia ao grupo e 0 (zero) caso contrário.

Para a validação estatística dos modelos volumétricos, foram analisados o coeficiente de determinação ajustado, erro padrão de estimativa, valor e significância de t para as estimativas dos parâmetros dos modelos e a distribuição gráfica dos resíduos sobre os valores estimados. Para comparar equações logarítmicas com aritméticas, o erro padrão de estimativa foi recalculado para unidades aritméticas, sendo os valores estimados multiplicados pelo Índice de Meyer = $e^{0,5S^2xy}$ para corrigir a discrepância logarítmica.

A validação preditiva foi realizada tomando-se uma amostra de 34 árvores selecionadas aleatoriamente em cada classe de idade e sitio. Estas árvores foram retiradas da base de dados de forma que todos os sítios e idades estivessem representados. O modelo de melhor ajuste foi validado com o emprego do teste do Qui-Quadrado (χ^2) para um nível de significância de 95% e medidas de exatidão e desvio, como a raiz quadrada do erro médio quadrático (REMC), erro médio absoluto (EMA), desvio padrão dos resíduos (DSR) e a diferença agregada (DA), obtidos, conforme Prodan *et al.*, (1997), da seguinte forma:

$$REMC = \sqrt{\frac{\sum (O_i - E_i)^2}{n}} \quad EMA = \frac{\sum |O_i - E_i|}{n} \quad DSR = \frac{\sum (R_i - R_{med})^2}{n}$$

$$DA = \frac{\sum (O_i - E_i)}{n}$$

Onde: O_i = valor observado; E_i = valor estimado; n = número de observações, R = resíduo.

De forma auxiliar, empregou-se a análise da distribuição dos resíduos entre os valores estimados pela equação selecionada e os valores reais, com o objetivo de verificar se as estimativas obtidas apresentavam tendências.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos indicadores de ajuste para os modelos testados (Tabela 3), mostrou que os maiores valores para R^2_{aj} (0,993) foram obtidos pelos modelos logarítmico de Spurr (3) e o de Schumacher e Hall (5). Os menores valores para Syx foram obtidos pelos modelos 1 e 8, que no entanto, juntamente com o 7 apresentaram problemas de significância e, conseqüente, instabilidade dos parâmetros. Este fato ocorre, provavelmente, devido a multicolinearidade, e pode levar o modelo a produzir estimativas absurdas em extrapolações (Couto e Bastos, 1987).

TABELA 3: Ajuste para os modelos testados para estimar múltiplos volumes com variáveis dummy.

Ajuste	Modelo							
	1	2	3	4	5	6	7	8
R^2_{aj}	0,967	0,947	0,993	0,996	0,993	0,957	0,957	0,986
Syx	0,011	0,015	0,242	0,245	0,242	0,014	0,013	0,0116
b_1	0,002685*	-0,01635	-8,9825	-9,0248	-8,9422	-0,0369	-0,04501	-0,00097*
b_2	0,00066*	-0,01515	-9,5750	-9,5193	-9,6311	-0,0337	-0,03456	-0,00039*
b_3	-0,01301	-0,05556	-13,588	-13,3192	-13,4053	-0,1494	-0,1609	0,010262*
b_4	-0,01410	-0,05168	-14,7457	-14,3738	-14,7057	-0,1144	-0,1144	0,14877*
b_5	0,000039	0,000669	0,8475	-0,8537	1,7694	0,00075	0,00094	0,000058*
b_6	0,000033	0,000557	0,8961	-0,6681	1,6886	0,00063	0,00065	0,000055*
b_7	0,000027	0,000623	1,3559	-0,9907	2,9167	0,00079	0,00061	-0,00022*
b_8	0,000023	0,000537	1,4713	-1,0671	2,9875	0,00065	0,00065	-0,00028*
b_9					0,7588	0,08766	0,10439	0,00034*
b_{10}					1,0199	0,079	0,08077	0,00035
b_{11}					1,0796	0,8068	1,01403	0,000040
b_{12}					1,4109	0,5389	0,53898	0,000041
b_{13}							-0,00001	0,000374*
b_{14}							-0,00001*	0,000329*
b_{15}							0,00001*	-0,00133*
b_{16}								-0,00152*

Onde: R^2_{aj} = Coeficiente de determinação ajustado; $Syx\%$ = erro padrão de estimativa em porcentagem; F = valor calculado para o F de Snedcor. * não significativos a 1% pelo teste t.

Dentre os modelos que não apresentaram problemas de instabilidade dos parâmetros, o modelo logarítmico de Spurr e o de Schumacher e Hall foram os que apresentaram as melhores estatísticas de ajuste. Estes modelos, pela precisão e facilidade de utilização estão entre os mais utilizados na ciência florestal, sendo selecionados por Paula neto *et al.* (1983), Couto e Bastos (1987), Mctaque *et al.* (1989), Couto e Vetorazzo (1999), Soares e Campos (2000) e Batista *et al.* (2004) para a estimativa do volume para diferentes espécies em diversas regiões do Brasil.

Pela análise gráfica da distribuição dos resíduos, observa-se que na comparação entre os dois modelos, o de Schumacher e Hall (5) apresentou estimativas mais consistentes (Figura 1), com pouca tendência, sendo portanto, o modelo selecionado.

A validação do modelo selecionado a partir do teste do qui-quadrado, indicou não haver significância entre os valores reais e os estimados para um nível de confiança de 95% ($\chi^2 = 0,235$). Os índices de desempenho que permitiram inferir sobre a validação preditiva do modelo frente a um novo conjunto de dados apresentaram valores aceitáveis (REMC=0,01; EMA=0,007; DSR=0,001) indicando boa precisão nas estimativas. A média dos resíduos (DA = 0,002) foi muito próxima a zero, indicando que as estimativas foram obtidas com poucos desvios. A análise gráfica dos resíduos entre os valores reais e os estimados pelo modelo (Figura 2) mostrou que as estimativas apresentaram leve tendência a subestimar o volume das maiores árvores.

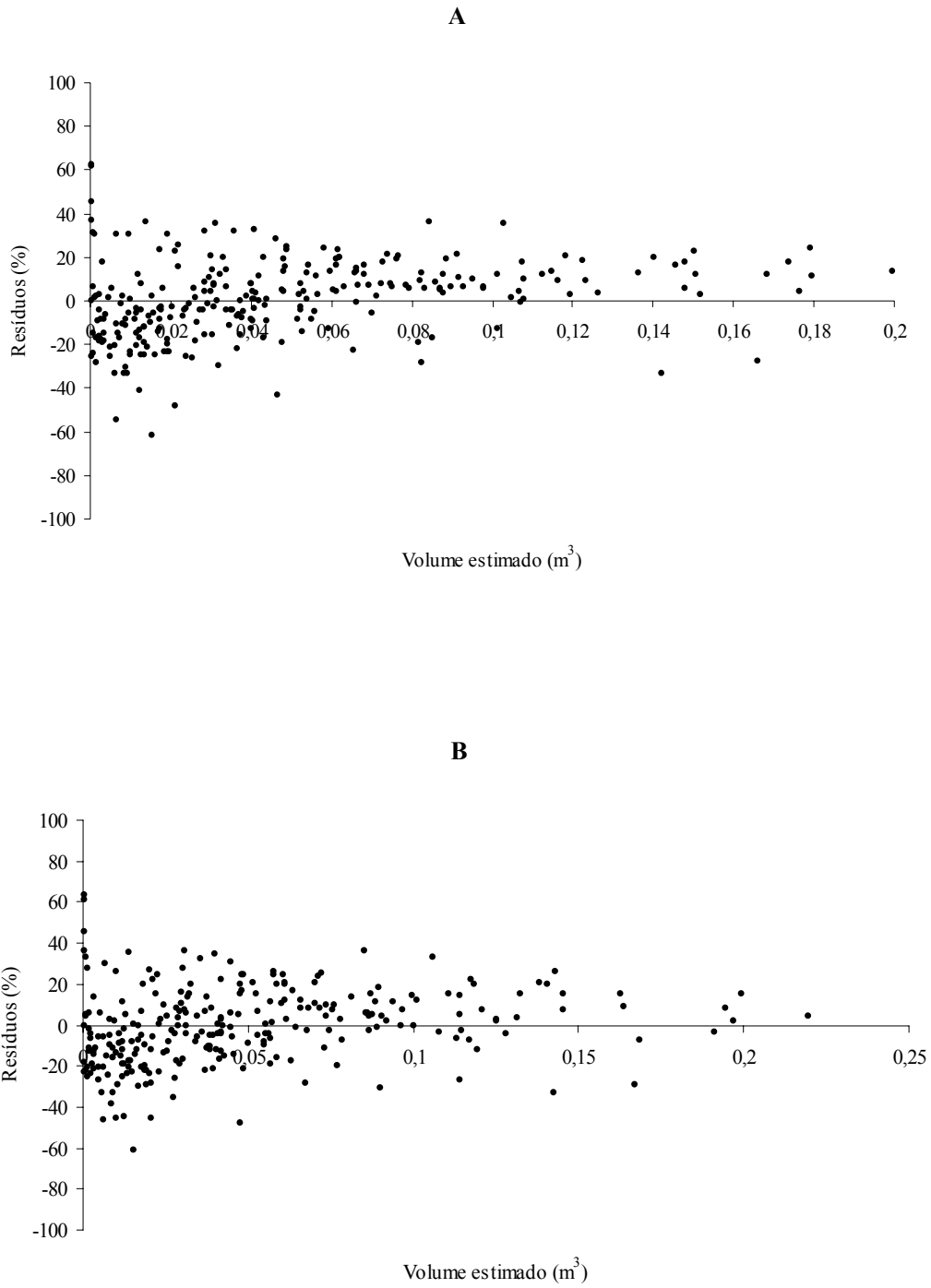


FIGURA 1: Distribuição dos resíduos para os modelos de Spurr (A) e o de Schumacher e Hall (B)

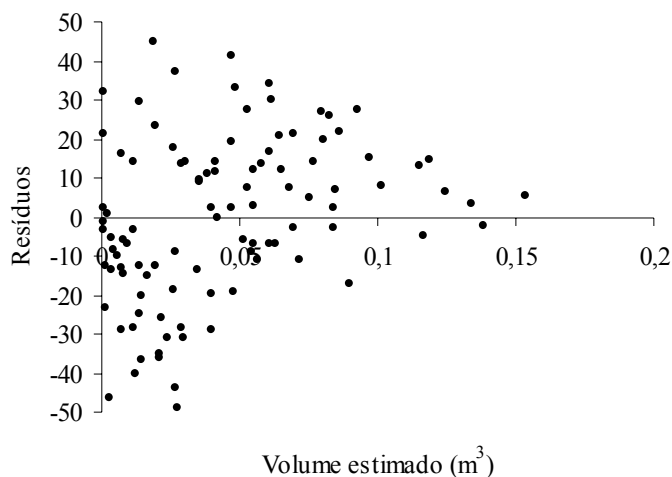


FIGURA 2: Distribuição dos resíduos entre os valores reais e os estimados pelo modelo selecionado.

CONCLUSÕES

Após a realização deste trabalho pode-se concluir que a inclusão de variáveis indicadoras “dummy” propiciou estimativas precisas para a obtenção simultânea de múltiplos volume de árvores de *Acacia mangium*. Nas condições estudadas o modelo de Schumacher e Hall foi o que apresentou o melhor desempenho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ÂNGELO.D.H. **Curvas de índice de sítio e determinação de modelos volumétricos para *Acacia mangium* Willd. no Estado de Roraima**. Monografia de especialização, Universidade Federal de Roraima, Boa Vista, Roraima, 2007, 54 p.
- AVERY, T.E.; BURKHART, H.E. **Forest measurements**. Mc Graw-Hill:New York, USA, 1994, 400 p.
- BATISTA, J.L.F.; MARQUESINI, M.; VIANA, V.M. Equações de volume para árvores de caxeta (*Tabebuia cassinoides*) no Estado de São Paulo e sul do estado do Rio de Janeiro. **Scientia Forestalis**, v. 65, p.162-175, DATA
- BRASIL. Departamento Nacional da Produção Mineral. Projeto RADAMBRASIL. Folha NA.20 Boa Vista E parte das Folhas NA.21 Tumucumaque, NB.20 Roraima e NB.21; Geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra. DNP/Projeto RADAMBRASIL, Rio de Janeiro, 1975, 426 p.
- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G.; SILVA, G.F.; SOARES, C.P.B.; CARNEIRO, J.A. Estimação de volumes do tronco e da copa de árvores de povoamentos mistos. **Revista árvore**, v. 25, n.4, p. 471-480, 2001.
- COUTO, H.T.Z.; BASTOS, N.L.M. Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de Eucalyptus no Estado de São Paulo. **IPEF**, v.37, P. 33-34, 1987
- COUTO, H.T.Z.; VETORAZZO, S.C. Seleção de equações de volume e peso seco comercial para *Pinus taeda*. **Cerne**, v.5, n. 1, p. 69-80, 1999
- DRAPER, N., SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York : John Wiley & Sons, 1966, 709 p.
- FERREIRA, C.A.; SILVA, F.P.; SILVA, M.D.D.; YARED, J.A.G.; CAPITANI, L.R.; SUITER FILHO, W. *Acacia mangium*-Uma nova opção para reflorestamento. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6. Campos do Jordão. **Anais...** Campos do Jordão: SBS, 1990, p.564-568.
- FREIRE, J.; TOMÉ, M.; TAVARES, M. Equações de volume local para *Pinus pinaster* Aiton na Serra da Lousã. **Silva Lusitana**, v.11, n. 2, p.207-215, 2003.
- FIQUEIREDO E.O. **Avaliação de povoamentos de teca (*Tectona grandis* L.F), na microrregião do Baixo Rio Acre**. Lavras:UFLA, 2005, 301 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal)- Universidade Federal de Lavras, 2005.

LEITE, H.G.; GUIMARÃES, D.P.; CAMPOS, J.C.C. Descrição e emprego de um modelo para estimar múltiplos volumes de árvores. **Revista Árvore**, V.19, n.1, p.65-79, 1995.

LEITE, H.G.; ANDRADE, V.C.L. Um método para a condução de inventários florestais sem o uso de equações volumétricas. **Revista árvore**, V. 26, n.3, p.321-328, 2002

McTAQUE, J.P.; BATISTA, J.L.F.; STEINER, L.H. Equações de volume total, volume comercial e forma do tronco para plantações de *Eucalyptus* nos Estados de São Paulo e Rio de Janeiro. **IPEF**, v.41/42, p. 56-63, 1989.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mangium and Other fast-growing Acacias for the Humid tropics**. Washington : National academy Press, 1983, 57 p.

PAULA NETO, F.; SOUZA, A.L.; QUINTAES, P.C.G.; SOARES, V.P. Análise de equações volumétricas para *Eucalyptus* spp, Segundo o método de regeneração na região de José de Melo-MG. **Revista Árvore**, V.7, n.1, P.56-70. 1983

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. **Mensuraforestal**. Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) e Instituto Interamericano de Cooperación para la agricultura (IICA), San José, Costa Rica. 1997, 560 p.

SOARES, C.P.B.; CAMPOS, J.C.C. Conversão do volume total de povoamentos de eucalipto em volumes comerciais. **Revista Árvore**, v.24, n.4), p.477- 481, 2000.

TONINI, H.; HALFELD-VIEIRA, B.A. Desrama, crescimento e predisposição a podridão-do-lenho em *Acacia mangium*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.7, p.1077-1082, 2006.

TONINI, H.; SCHWENGBER L.A.M. Equações hipsométricas e volumétricas para *Acacia mangium* Willd em Roraima. **Ambiência**, v.2, n.2, p.155-165, 2006

VEIGA, R.A.A.; CARVALHO, C.M.; BRASIL, M.A.M. Determinação de equações de volume para árvores de *Acacia mangium* Willd. **Cerne**, v. 6, n.1, p. 103-107, 2000

FENOLOGIA, SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES E COLETA DE SEMENTES DE
Parapiptadenia rigida (BENTH.) BRENNAN NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL
PHENOLOGY, SELECTION OF MAIN TREES AND COLLECTION OF SEEDS *Parapiptadenia rigida*
(Benth.) Brennan IN THE RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Dane Block Araldi¹ Ervandil Correia Costa² Berta Maria Heinzmann³ Danilo Boanerges Souza⁴
Evangelus Furian Araldi⁵ Roberto Trevisan⁶

RESUMO

A espécie *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan., pertence a família das Fabaceae-Mimosoideae, vulgarmente conhecida como angico-vermelho, é uma espécie decídua, heliófita, pioneira, indiferente às condições físicas do solo, característica e exclusiva da mata latifoliada das bacias do Paraná, Uruguai e afluentes até altitudes de 800 m, penetrando portanto nas matas de pinhais. A casca do tronco é rica em tanino, apresenta grande capacidade de peças de madeira para obras de grandes resistências como civil, naval, hidráulicas e expostas. Assim, considerando a importância da espécie, este trabalho teve como objetivo identificar as melhores árvores matrizes para produção de mudas e formação de um arboreto, proveniente de material selecionado de um relicto no município, de São Sepé, RS. Para isso, foram selecionadas doze árvores da espécie. A análise da característica de cada indivíduo seguiu métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS), para os testes de pureza, germinação, umidade, valor cultural, peso de mil sementes e número de sementes por kg. A média das variáveis indicou a característica do material coletado nas árvores matrizes. Como resultado observou-se que as árvores apresentaram floração de novembro a janeiro, a flor de cor branca amarelada, início da frutificação de março a maio e frutos maduros de junho a agosto. O número de sementes/kg variou de 32.289 a 52.164. A pureza (média de 91,35%), germinação (94,98%), umidade (19,69%), valor de cultura (86,69%) e peso de mil sementes (25,68g), apresentaram desvio padrão de 5,04, 4,95, 1,62, 6,0, 3,87, respectivamente. Constatou-se que as variáveis, pureza, germinação e valor de cultura, apresentaram os maiores coeficientes de variação, consequentemente, expressando a diferença das sementes do lote formado por estas árvores.

Palavras-chave: Angico-vermelho, angico, porta-sementes, arboreto.

ABSTRACT

The species *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan., belongs to the family of the Fabaceae-Mimosoideae, commonly known as red angico, it is a dioecious, heliotrope, pioneer species that is also indifferent to soil physical conditions and characteristic and exclusive from the latifoliar woods at the Paraná and Uruguay rivers basins and its affluent up to 800 m high altitudes, therefore, penetrating the pine woods. The trunk bark is rich in tannin; the tree presents a great capacity to use in wood pieces of high resistance for civil, naval, hydraulic and exposed constructions. Thus, considering the importance of the species, this work aimed at identifying the best source trees to seedling production and the formation of an arboretum with the material selected from a wood leftover in the municipal area of São Sepé, RS. To do so, twelve trees from this species were selected. The analyses of the characteristics of each individual followed the method described by the Seed Analyses Rule (RAS), to the tests of pureness, germination, moistness, cultural value, weight of a thousand seeds and number of seed per kg. The average of the variables indicated the characteristics of the material collected in the selected source trees. As a result, we were able to observe that the trees have its flowering between November and January, the flower was of a yellowed white color, with the beginning of fructification between March and May and having the mature fruits from June to August. The number of seed per Kg varied from 32.289 to 52.164. The pureness (an average of 91,35%), germination (94,98%), moistness (19,69%), culture values (86,69%) and, weight for a thousand seeds (25,68g); they presented a standard deviation of 5,04, 4,95, 1,62, 6,0 and 3,87 respectively. It was found out that the variables pureness; germination and culture value demonstrated the higher variation coefficients expressing, consequently, the difference of the seeds in the batch formed by these trees.

Key words: Angico-vermelho, angico, seeds bearing, and arboretum.

¹. Eng. Florestal doutorando do PPGEF/CCR/UFSM dane@mail.ufsm.br,

². Prof. Dr. Titular do CCR/UFSM

³. Prof^a. Dra. Associada do CCS/UFSM,

⁴. Acad. do Curso de Eng. Florestal, Bolsista PIBIC/UFSM,

⁵. Eng. Agrônomo – UFSM,

⁶. Eng. Florestal Diretor FEPAGRO-Floresta Santa Maria, RS.

INTRODUÇÃO

As Fabaceae (Mimosoideae) é uma das famílias de árvores mais bem representadas na flora brasileira. Boa parte das espécies é apropriada para o uso paisagístico, tanto por sua beleza como pela resistência a condições climáticas e edáficas adversas e por suas ótimas características madeireiras. Muitas delas são ainda extremamente úteis para o melhoramento do solo, graças à simbiose de suas raízes com bactérias nitrificantes que fixam o nitrogênio. Cresce bem em regiões áridas e resiste bem aos solos pobres, geadas ocasionais, pouca chuva e longas estações secas.

A visualização e entendimento das conseqüências das ações desordenadas sobre o meio ambiente, bem como a conscientização da população quanto a necessidade de associar o desenvolvimento econômico à sustentabilidade ambiental, fizeram surgir movimentos sociais ambientalistas. Esses, por sua vez, provocaram a instituição de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável (MELLO *et al.*, 2002).

As florestas nativas são ricas em diversidade tanto florística como faunística, pois segundo Lorenzi (2002), o Brasil possui a flora mais diversificada do mundo.

Com o interesse imediato pelas espécies florestais mais conhecidas e o desflorestamento irracional, surgiu a necessidade de conhecimentos científicos e tecnológicos a respeito das características das sementes para produção de mudas de boa qualidade para formação de arboretos das espécies arbóreas nativas.

Este trabalho teve como objetivo identificar as melhores árvores matrizes para produção de mudas e formação de um arboreto, proveniente de material selecionado de um relicto no município de São Sepé, RS. Para isto, foram selecionadas doze árvores da espécie. A análise da característica de cada indivíduo seguindo os métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A espécie *Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan., pertence a família das Fabaceae-Mimosoideae., vulgarmente conhecida como angico-vermelho, ocorre desde de Minas Gerais, Mato Grosso do Sul, São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Santa Catarina até o Rio Grande do Sul. É ma espécie decídua, heliófita, pioneira, indiferentes às condições físicas do solo, característica e exclusiva da mata latifoliada das bacias do Paraná, Uruguai e afluentes até altitudes de 800 m, penetrando portanto nas matas de pinhais. Nos três estados sulinos nas bacias do Alto Uruguai e Iguaçu é a espécie de mais ampla e expressiva dispersão, é mais freqüente nas matas abertas e menos densas e, principalmente nas associações secundárias mais evoluídas (LORENZI, 2002). Ainda Fowler e Carpanezzi (1998), esta espécie ocorre naturalmente na Floresta Decidual austral, na Floresta Estacional Semidecidual e, em menor escala, na Floresta Ombrófila Mista. Apresentam folhas bipenadas, geralmente com seis pares de pinas opostas medindo cerca de 4 - 8 cm de comprimento, flores de coloração branca amarelada, melífera dispersão anemocoria e polinização melitofilia, fruto é um legume (vagem), achatada e deiscente que se abre ao meio por uma fenda medindo 6 - 15 cm de comprimento e 1,5 - 2 cm de largura, cor verde quando fresca e marrom clara quando maduro. Apresenta de 3 a 10 sementes por fruto, de cor rosada clara, planas elípticas medindo cerca de 12 - 15 mm de comprimento e 7 - 10 mm de largura, com comportamento ortodoxa (REITZ, 1988).

Altura entre 20 - 30 m, com DAP de 60 - 120 cm, casca do tronco é rica em tanino, madeira pesada, com alta durabilidade, excelentes características físicas e mecânicas, densidade (0,85 - 0,88 g/cm³) capacidade de peças de madeira para obras de grandes resistências como pontes, dormentes, construção naval, hidráulicas e expostas, (FOWLER & CARPANEZZI, 1998; LORENZI, 2002; IPEF, 2008). A escolha de espécies arbórea nativa para implantação de arboreto, exigem diferentes estratégias de acordo com o uso que será feito com a sementes. Segundo Caldas (2006) as espécies são separadas com interesse para restauração de vegetação, espécies para exploração econômicas e as espécies raras.

Para cada população existe uma variação individual, ocorrendo árvores com diferentes características fenotípicas. Esta variabilidade pode ocorrer entre espécies do mesmo gênero, entre procedências da mesma espécie e entre árvores da mesma procedência (Zanatto *et al.*, 1983).

A seleção de árvores-matrizes superiores deve basear-se nos seguintes parâmetros, propostos por Fonseca e Kageyama (1978); Amaral e Araldi (1979) e Capelanes e Biella (1986): ritmo de crescimento; porte; forma do tronco; forma da copa; ramificação; vigor; densidade da madeira; e produção de sementes. De acordo com Capelanes e Biella (1986) a seleção de matrizes deve ser feita em povoamentos naturais ou implantados, de modo a permitir uma adequada avaliação das características a serem analisadas.

A nova legislação sobre “Adequação dos Métodos de Produção de Sementes de Espécies Florestais Nativas”, estabelece quatro categorias de material de propagação de espécies florestais: Categoria Identificada; Categoria Selecionada; Categoria Qualificada; e Categoria Testada (Higa e Duque Silva, 2006).

Para Duque Silva e Higa (2006), devem-se marcar matrizes distanciadas entre si pelo menos 100 metros, ou duas vezes a altura da árvore, para evitar coletar sementes de árvores parentes; coletar sementes em pelo menos 30 árvores matrizes para reflorestamentos ambientais e em pelo menos 45 para implantação de pomares de sementes, para fundar populações com o mínimo de variabilidade genética e potencial evolutivo; marcar muito mais árvores matrizes do que se pretende coletar de sementes, para garantir a coleta do número de matrizes desejado em todo os eventos reprodutivos; marcar matrizes dentro da mesma zona genética para aumentar a probabilidade de sucesso do reflorestamento, em termos de sobrevivência e crescimento; coletar sementes preferencialmente na parte superior da

copa, para reduzir a possível proporção de sementes advinhas de autofecundação; coletar grandes quantidades de sementes por árvores e misturá-las em quantidades iguais ou aproximadamente iguais por matriz (controle gamético), para maximizar o tamanho efetivo na amostra (Sebbem, 2006). Outras características que devem ser observadas é a tipologia florestal, solos e clima e a identificação de localização (altitude, latitude e longitude) dos fragmentos onde foram realizadas as coletas de sementes. Tais informações devem ser registradas e armazenadas para que as futuras gerações possam manipular o material genético corretamente (Duque Silva e Higa, 2006).

Um dos aspectos importantes é o estudo da fenologia das espécies arbóreas, que é a correlação entre as etapas de crescimento e reprodução e as condições edafo-climáticas. Diferentes padrões de comportamento, seja florescimento, polinização ou frutificação, refletem-se nos cruzamento que ocorrerão e no tipo de progênie que irá se formar (Piña-Rodrigues e Piratelli, 1993). A floração pode variar na época de ocorrência, na sua duração e intensidade e no modo se distribui entre os indivíduos da população (Bawa, 1983).

O ponto de maturação fisiológica representa, teoricamente, o ponto em que a semente atinge o seu máximo de qualidade fisiológica, vigor, germinação, tamanho e peso de matéria seca (Carvalho e Nakagawa, 1983). A época de colheita de sementes é muito importante, principalmente porque a partir do ponto de maturação fisiológica é iniciado o processo de deterioração, cuja a velocidade é influenciada pelas condições ambientais (Popinigis, 1985). Para maioria das espécies nativas, o aspecto externo do fruto é o melhor indicador da época de colheita (Capelanes e Biella, 1986). A determinação da melhor época de coleta pressupõe conhecimento de mudanças estruturais nos frutos e sementes, principalmente, durante a última fase do período de maturação. Os índices indicadores de maturidade variam de acordo com o tipo de fruto e a espécie e devem ser identificados para cada espécie em particular (Piña-Rodrigues e Aguiar, 1993). Existem vários indicadores do ponto de maturação dos frutos, como: mudanças na coloração e consistência, queda de frutos e sementes e presença de dispersores, os quais estabelecem a época de colheita ou coleta de sementes (Malavasi, 1995).

Segundo Bonner (1981) a etapa de secagem consiste na redução do conteúdo do grau de umidade das sementes a teor adequado de umidade no seu acondicionamento. É um processo empregado para a maioria das espécies florestais. A secagem dos frutos pode ser efetuada pelos métodos natural ou artificial (Morandi, 1961; Stein *et al.*, 1974; Turnbull, 1975; Palmberg e Melchior, 1980 e Bianchetti, 1981). Observações de Aguiar (1993) relatam que os frutos normalmente fibrosos e lenhosos se abrem e liberam facilmente suas sementes, quando submetidos ao processo de secagem. Para esse tipo de fruto, a extração de sementes geralmente compreende duas fases: secagem e agitação dos frutos.

A extração consiste na retirada das sementes do interior dos frutos. Os métodos de extração variam em função da natureza e do tipo de fruto que pode ser seco, fibroso, alado, carnoso, grande, ou pequeno, requerendo assim técnicas específicas. De modo geral, os frutos deiscentes são colocados para secar e os carnosos são submetidos à remoção manual ou mecânica da polpa (Bianchetti, 1981).

Após a secagem e extração a próxima etapa é o beneficiamento, que consiste em um conjunto de técnicas empregadas para retirar impureza, sementes de outras espécies promovendo a homogeneização do lote, em relação às características de tamanho, peso, e forma de suas sementes. Sendo o método de beneficiamento manual o mais empregado para espécies florestais nativas face à dificuldade de se padronizar técnicas adequadas para cada espécie (Silva *et al.*, 1993). As operações de beneficiamento são feitas sobre peneiras ou tabuleiros, para facilitar o serviço, podendo ser empregada também a mesa gravitacional. O processo de beneficiamento é importante, pois confere ao lote de sementes os dados e a qualidade exigida pelo Serviço de Fiscalização do Comércio, para que esse lote possa ser comercializado.

Antes de serem comercializadas, as sementes passam por um conjunto de procedimentos, técnicas e prescrições conforme as Regras para Análises de Sementes, ou simplesmente RAS (Brasil, Ministério da Agricultura, 1992). Para os testes de análise da característica da semente (controle de qualidade) de cada lote, são realizados os métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS), para os testes de pureza, germinação, umidade peso de mil sementes, número de sementes por kg, além do valor de cultura.

Para Figliolia *et al.*, (1993), análise de sementes é de suma importância, pois fornece dados que expressam a qualidade física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

São Sepé é um município brasileiro do estado do Rio Grande do Sul. Localiza-se a uma latitude 30° 09' 38" sul e a uma longitude 53° 33' 55" oeste, estando a uma altitude de 85 metros. Sua área geofísica é de 2.176,4 Km². Em um relito nesta localidade foi onde ocorreu a pesquisa de fenologia, seleção e coleta de sementes da *Parapiptadenia regida*. Essa região apresenta características próprias em sua estrutura geológica, seu clima, relevo e vegetação. Os solos de São Sepé são originados de rochas graníticas. Apresentam-se como solos francos arenosos, bem drenados e com teores baixos de matéria orgânica em torno de 2% (Lemos *et al.*, 1973). A vegetação natural é formada pela mata subtropical arbustiva, especialmente Mirtáceas e Gramíneas que formam o "campo". O Clima, conforme a classificação de Köppen é Cfa, correspondendo a Subtropical Temperado Úmido, tem como principais características temperaturas médias anuais em torno de 17°C, e com uma amplitude térmica superior a 10°C entre o dia e a noite. A umidade relativa do ar é de 76% em média, durante o ano, e o regime de chuvas ao redor de 1500 mm/ano, sendo que a maior parte é concentrada no outono e inverno (Moreno, 1961).

Foram selecionadas e marcadas 28 árvores matrizes representativas, de acordo com as características fenotípicas superior considerando-se sanidade, fuste, copa bem formada, porte e estrato da floresta para se ter um material genético de melhor qualidade de acordo com os parâmetros propostos por alguns pesquisadores. Foram localizadas por caminhamento respeitando a distância de 100 metros entre elas. As sementes foram coletadas na parte mediana da copa, porém, foram coletadas somente de 12 árvores selecionadas de acordo com as características fenotípicas, sanidade da árvore e produtividade de sementes respeitando a maturação fisiológica da semente. As sementes foram coletadas somente de árvores em pé. Cada matriz foi catalogada individualmente a campo em fichas de identificação individual com os parâmetros observados anteriormente como a altura da árvore, DAP, o estado sanitário, e outros, e um croqui para facilitar uma futura localização das árvores, em futuras coletas. As sementes foram coletadas, embaladas e etiquetadas em sacos de aniagem separadas por árvore matriz como também feito a excicata da espécie e levada ao Departamento de Dendrologia da Engenharia Florestal da UFSM para a identificação. O material de pesquisa posteriormente foram transportadas para FEPAGRO-Floresta, Santa Maria, RS, quando iniciou-se a etapa de secagem e extração que foram realizadas dentro de estufas conforme Figura 1, sempre independente por árvores matriz, após foram levadas ao laboratório para beneficiamento. A partir desta etapa, imediatamente seguiram para FEPAGRO-Floresta, Porto Alegre, para os testes de análise da característica da semente (controle de qualidade) de cada árvore matriz, que seguiu métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS), segundo Brasil (1992). Os testes de pureza, germinação, umidade peso de mil sementes, número de sementes por kg, além do valor de cultura, possibilitaram estabelecer parâmetros de comparação entre as variáveis da análise das características das sementes, entre diferentes lotes de cada árvore-matriz bem como, determinar o valor em cada amostra de cada árvores-matriz, identificando as melhores características fenotípicas, que apresentam boa constituição genética, superiores às demais do povoamento.



FIGURA 1: Secagem e extração

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média das variáveis indicou a característica do material coletado em doze árvores matrizes. Como resultado observou-se que as árvores-matrizes apresentaram floração de novembro a janeiro, cor da flor branca amarelada, frutificação de março a maio e frutos maduros de junho a agosto. O número de sementes/kg variou de 32.289 a 52.164, Figura 8. A pureza (média de 91,35%) Figura 3, germinação (94,98%) Figura 4, teor de umidade (19,69%) Figura 5, valor de cultura (86,69%) Figura 6 e peso de mil sementes (25,68g) Figura 7, apresentaram desvio padrão de 5,04, 4,95, 1,62, 6,0 e 3,87, respectivamente. Constatou-se que das seis variáveis estudadas, pureza, germinação e valor de cultura, apresentaram os maiores coeficientes de variação.

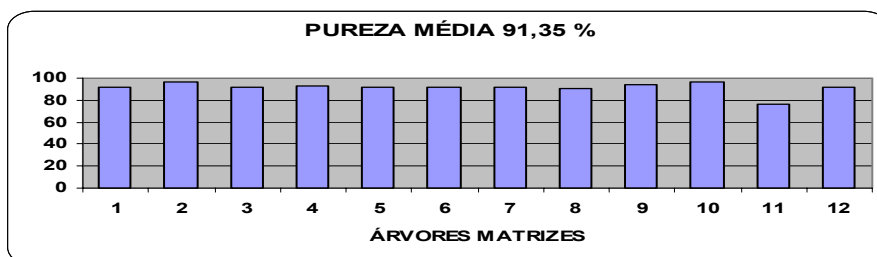


FIGURA 2: Percentual de pureza para cada uma das matrizes

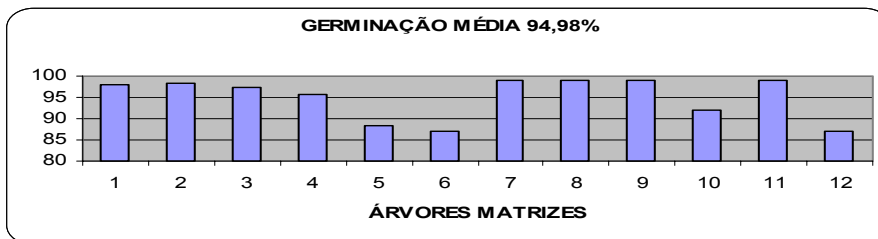


FIGURA 3: Percentual de germinação para cada uma das matrizes

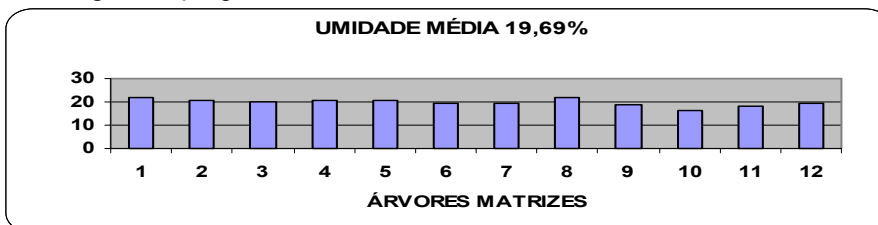


FIGURA 4: Percentual de umidade para cada uma das matrizes

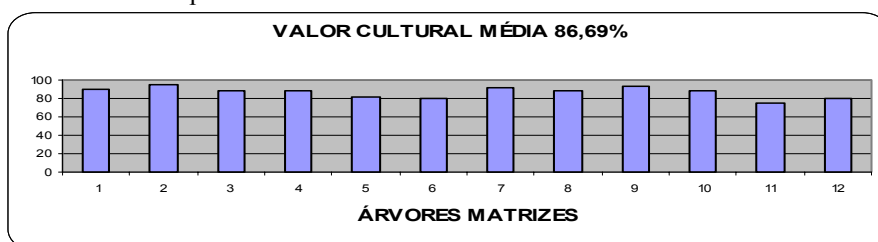


FIGURA 5: Percentual do valor de cultura para cada uma das matrizes

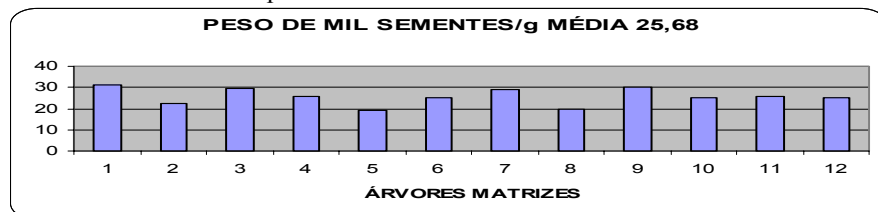


FIGURA 6: Peso de mil sementes/g para uma das matrizes

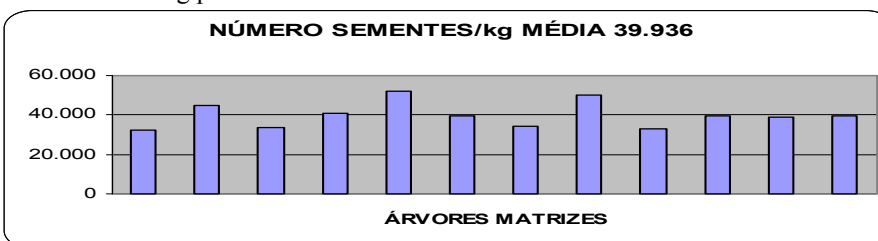


FIGURA 7: Número de sementes/kg para cada uma das matrizes

CONCLUSÕES

Verificou-se que as variáveis, pureza, germinação e valor de cultura, apresentaram os maiores coeficientes de variação, conseqüentemente, expressando a diferença das sementes do lote formado por estas árvores-matrizes, indicando uma flutuação dos valores obtidos em relação ao total das árvores-amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I. B., RODRIGUES, F. C. P., FIGLIOLIA, M. B., Sementes Florestais Tropicais. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Brasília, DF, 1993. 312-320p.
- AMARAL, D. M. I. & ARALDI, D. B. **Contribuição do estudo das sementes de essências florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Trigo e Soja. 30 p. (Boletim Técnico, 43), 1979.
- BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. Curitiba, PR, URPFC/EMBRAPA. 22P. 1981

BONNER, F. T. **Storage principles for tropical tree seed**. REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FORESTAL TROPICALES. Quintana-Roo, México, Oct. 1980, México. INIF, (1): 213-33, 1981.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa

Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal (Brasília, DF). **Regras para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

CAPELANES, T. M. C. & BIELLA, L. C. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas desenvolvido pela Companhia Energética de São Paulo – CESP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1^o. Belo Horizonte, MG, Dez. 04-06, 1984. **Anais...** Brasília, IBDF. P. 85-107, 1984.

CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. **Sementes. Ciência, tecnologia e produção**. Campinas, Fundação Cargill, 1983. 329 p.

FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. DE., C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES**, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (4): 83-135. 1993.

FONSECA, S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Bases *genéticas* e metodologias para seleção de árvores superiores de *Pinus taeda*. **IPEF**, Piracicaba, (17):35-9. 1978.

FOWLER, J. A. P.; CARPANEZZI, A. A. **Conservação de sementes de angico-gurucaia (*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan)**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 36, p.5-10, jan./jun. 1998.

HIGA, A. R.; SILVA, L. D. Pomar de sementes de espécies florestais nativas. Curitiba, PR – FUPEF. 2006.

INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). Identificação de espécies florestais. *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan. Disponível em:

<http://www.ipef.br/identificacao/nativas/> Acesso em: 25 de setembro de 2008.

MALAVASI, M. M.. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Lavras-MG, 1995 - 8p.

MELLO, A. M. O.; PEREIRA, F. M. D.; SOUZA, M. C. F.; SALDANHA, V. Manual de licenciamento florestal 170 p. Departamento de florestas e áreas protegidas divisão de licenciamento florestal. Porto Alegre, dezembro de 2002. 170 p.

Morandi, R. Aparatos y procedimientos para La manipulacion de lãs semilas forestales. **Unasylyva**, Roma, 15 (4): 185-99, 1961.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Divisão de Terras e Colonização, 1961. 42 p.

LEMONS, R. C.; AZOLIM, M. D. ; ABRAÃO, P. R. ; SANTOS, M. C. L. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).

PALLMBERG, C. S. & MELCHIOR, G. H. La recolecion y manejo de semillas forestales. In: FAO/DANIDA. **Mejora genética de arboles forestales**. Roma, FAO, 1980. p. 57-74.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & AGUIAR, I. B. de. **Maturação e dispersão de sementes**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (6): 215-74. 1993.

PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. PIRATELLI, A. J. Aspecto ecológicos da produção de sementes. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES**, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (2): 47-81. 1993.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, Ministério da Agricultura-AGIPLAN, 1985 289 p.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Corag, 1988. p. 7-41.

SILVA, A. DA.; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. **Secagem, extração e beneficiamento de sementes**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (8): 303-59. 1993.

TURNBULL, J. W. Seed extraction and cleaning. In: TRAINING COURSE OF FOREST SEED COLLECTION AND HANDLING. Chiang mai, Feb. 17-Mar 13, 1975. **Report**, vol.2. Roma, FAO/DANIDA, 1975. p. 135-51.

FENOLOGIA, SELEÇÃO DE ÁRVORES MATRIZES E COLETA DE SEMENTES DE *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub NO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

PHENOLOGY, SELECTION OF MAIN TREES AND COLLECTION OF SEEDS *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub IN THE RIO GRANDE DO SUL, BRAZIL

Dane Block Araldi¹ Ervandil Correia Costa² Danilo Boanerges Souza³ Roberto Trevisan⁴ Pietro Furian Araldi⁵ Leonardo Mortari Machado⁶

RESUMO

A espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., pertence a família das Fabaceae (Caesalpinaceae) vulgarmente conhecida como canafístula, é uma espécie decídua, heliófita, pioneira, características da floresta latifoliada semidecídua da bacia do Paraná, ocorre em solos argilosos úmidos e profundos de beira de rio, tanto na floresta primária densa como em formações secundárias. A madeira é utilizada para construção civil, marcenaria, celulose e também para o paisagismo. Assim, considerando a importância da espécie, este trabalho teve como objetivo identificar as melhores árvores matrizes para produção de mudas e formação de um arboreto, proveniente de material selecionado de um fragmento florestal no município, de Ibirubá-RS. Para isso, foram selecionadas sete árvores da espécie. A análise da característica de cada indivíduo seguiu métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS), para os testes de pureza, germinação, umidade, valor cultural, peso de mil sementes e número de sementes por kg. A média das variáveis indicou a característica do material coletado nas árvores matrizes. Como resultado observou-se que as árvores apresentaram floração de janeiro a fevereiro a flor de cor amarelada, início da frutificação de março a abril e frutos maduros de junho a agosto. O número de sementes/kg variou de 18.050 a 25.189. A pureza (média de 95,22%), germinação (83,42%), umidade (13,12%), valor de cultura (78,99%) e peso de mil sementes (51,118g), apresentaram desvio padrão de 3,35, 6,29, 3,33, 4,0, 5,49, respectivamente. Portanto houve uma diferença das sementes do lote formado por estas árvores consequentemente, expressando a diferença das sementes do lote formado por estas árvores.

Palavras-chave: Canafístula, farinha-seca, porta-sementes, arboreto.

ABSTRACT

The species *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., belongs to the family of the Fabaceae (Caesalpinaceae) commonly known as canafístula, it is a dioecious, heliotrope, pioneer species that is also indifferent to soil physical conditions and characteristic and exclusive from the latifoliar woods at the Paraná. Thus, considering the importance of the species, this work aimed at identifying the best source trees to seedling production and the formation of an arboretum with the material selected from a wood leftover in the municipal area of Ibirubá, RS. To do so, seven trees from this species were selected. The analyses of the characteristics of each individual followed the method described by the Seed Analyses Rule (RAS), to the tests of pureness, germination, moistness, cultural value, weight of a thousand seeds and number of seed per kg. The average of the variables indicated the characteristics of the material collected in the selected source trees. As a result, we were able to observe that the trees have its flowering between January and February, the flower was of a yellowed white color, with the beginning of fructification between March and April and having the mature fruits from June to August. The number of seed per Kg varied from 18.050 to 25.189. The pureness (an average of 95,22%), germination (83,42%), moistness (13,12%), culture values (78,99%) and, weight for a thousand seeds (51,18g); they presented a standard deviation of and respectively. It was found out that the variables pureness; germination and culture value demonstrated the higher variation coefficients expressing, consequently, the difference of the seeds in the batch formed by these trees.

Key words: Canafístula, farinha-seca, seeds bearing, and arboretum.

INTRODUÇÃO

Estudos das formações florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul mostram que elas são constituídas por grande diversidade de espécies, o qual demonstra a importância da preservação, da conservação e recuperação das

1 Eng. Florestal doutorando do PPGEF/CCR/UFSM dane@mail.ufsm.br,

2 Prof. Dr. Titular do CCR/UFSM,

3 Acad. do Curso de Eng. Florestal Bolsista PIBIC/UFSM,

4 Eng. Florestal Diretor FEPAGRO-Floresta Santa Maria, RS,

5 Eng. Agrônomo mestrando do PPGEA/UFSM,

6. Acad. do Curso de Eng. Florestal.

suas matas remanescentes, pois graves desflorestamentos, que acompanharam a ocupação de terras, quase levaram ao extermínio essa massa verde, da qual dependemos.

Um dos fatores que está limitando o uso de espécies arbóreas nativas para a recomposição florestal é locais de coleta em populações naturais com melhores recursos genéticos florestais e conseqüentemente a falta de sementes de boa qualidade genética. Apesar do caminho natural para atender esta nova demanda ser a colheita em áreas naturais, a maioria destas se situam em unidades de conservação, onde a retirada em escala comercial não se coaduna com a legislação vigente. Por outro lado, estas áreas detêm uma parcela considerável da variedade genética necessária à recomposição, não só da cobertura vegetal, como também dos processos evolutivos e ecológicos requeridos em um processo de restauração ambiental. Portanto, a alternativa para abastecer esta demanda em médio prazo é a implantação de áreas produtoras de sementes (FREIRE & PIÑA-RODRIGUES, 2006).

A espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., pertence a família das Fabaceae (Caesalpinaceae), vulgarmente conhecida como canafístula é uma das espécies arbóreas nativas estudada no presente trabalho. Esta apresenta grande capacidade de reflorestamentos destinados à recomposição de áreas alteradas, além disso, sua madeira é de ótima qualidade para diversas finalidades (Lorenzi, 2002). Assim, considerando a importância da espécie, este trabalho teve como objetivo identificar as melhores árvores matrizes para produção de mudas e formação de um arboreto com sementes provenientes de locais de coletas naturais em áreas de conservação onde detêm uma considerável variabilidade genética localizada em um relicto no município de Ibirubá, RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub. vulgarmente conhecida como canafístula pertence a família Fabaceae (Caesalpinaceae), é uma árvore caducifólia, com folhas compostas, bipinadas, alternas de até 50 cm de comprimento por 25 cm de largura, com 16 a 21 pares de pinas, cada pina com 24 a 30 pares de folíolos na cor verde escura, ramificação dicotômica, apresenta copa ampla umbeliforme e achatada. As flores são amarelas-vivas ou alaranjadas, com aproximadamente 2 cm de comprimento, são melíferas com produção de néctar. Apresenta fruto em forma de sâmara com 4 a 9,5 cm de comprimento e 1 a 2,5 cm de largura, com contorno longitudinal lanceolado ou elíptico, a cor varia de castanho-avermelhado a marrom, cada fruto contém de 1 a 4 sementes de cor amarelo esverdeado. A dispersão dos frutos e sementes é autocórica, principalmente barocórica e anemocórica, sendo que as sementes de canafístula são encontradas no banco de sementes do solo (CARVALHO, 2003).

A espécie é heliófita, secundária inicial com características de pioneira, abundante em formações secundárias, em floresta primária ocupa o extrato dominante do dossel com indivíduos de grande porte. Em áreas abertas, capoeiras e matas degradadas têm papel de pioneira. Também ocorre em bordas de matas e clareiras (LORENZI, 2002).

Sua distribuição geográfica vai da Bahia ao Rio Grande do Sul ocorrendo principalmente na floresta latifoliada semidecídua. Canafístula tem tronco variando de 35 a 90 cm de DAP, podendo atingir de 10 a 20 m de altura. A madeira apresenta densidade entre 0,53 a 0,65 g.cm³, rija, sujeita a empenamento durante a secagem, tem duração longa quando em locais secos. Os frutos devem ser colhidos quando mudam de coloração verde-escura para marrom-claro-acinzentada, os frutos se mantêm aderidos a planta por longos períodos (CARVALHO, 2003). As sementes mantêm baixa germinação se não forem submetidas a tratamento para quebra de dormência. Apresentam comportamento ortodoxo em relação ao armazenamento (CARVALHO, 2003). Popularmente as raízes, os frutos e as folhas são considerados de uso medicinal, para o qual falta comprovação científica.

As escolhas de espécies arbóreas nativa para implantação de arboreto exigem diferentes estratégias de acordo com o uso que será feito com as sementes. Segundo Caldas, (2006) as espécies são separadas com interesse para restauração de vegetação, espécies para exploração econômicas e as espécies raras.

Para cada população existe uma variação individual, ocorrendo árvores com diferentes características fenotípicas. Esta variabilidade pode ocorrer entre espécies do mesmo gênero, entre procedências da mesma espécie e entre árvores da mesma procedência (ZANATTO *et al.*, 1983).

A seleção de árvores-matrizes superiores deve basear-se nos seguintes parâmetros, propostos por Fonseca e Kageyama (1978); Amaral e Araldi (1979) e Capelanes e Biella (1984): ritmo de crescimento; porte; forma do tronco; forma da copa; ramificação; vigor; densidade da madeira; e produção de sementes.

De acordo com Capelanes e Biella (1984) a seleção de matrizes deve ser feita em povoamentos naturais ou implantados, de modo a permitir uma adequada avaliação das características a serem analisadas.

Para Duque Silva e Higa, (2006) marcar matrizes distanciadas entre si pelo menos 100 metros, ou duas vezes a altura da árvore, para evitar coletar sementes de árvores parentes; coletar sementes em pelo menos 30 árvores matrizes para reflorestamentos ambientais e em pelo menos 45 para implantação de pomares de sementes, para fundar populações com o mínimo de variabilidade genética e potencial evolutivo; marcar muito mais árvores matrizes do que se pretende coletar de sementes, para garantir a coleta do número de matrizes desejado em todo os eventos reprodutivos; marcar matrizes dentro da mesma zona genética para aumentar a probabilidade de sucesso do reflorestamento, em termos de sobrevivência e crescimento; coletar sementes preferencialmente na parte superior da copa, para reduzir a possível proporção de sementes advinhas de autofecundação; coletar grandes quantidades de sementes por árvores e misturá-las em quantidades iguais ou aproximadamente iguais por matriz (controle gamético), para maximizar o tamanho efetivo na amostra (SEBBEM, 2006). Outras características que devem ser observadas são a tipologia florestal, solos e clima e a identificação de localização (altitude, latitude e longitude) dos fragmentos onde foram realizadas as

coletas de sementes. Tais informações devem ser registradas e armazenadas para que as futuras gerações possam manipular o material genético corretamente (DUQUE SILVA E HIGA, 2006).

Um dos aspectos importante é o estudo da fenologia das espécies arbóreas, que é a correlação entre as etapas de crescimento e reprodução e as condições edafo-climáticas. Diferentes padrões de comportamento, seja florescimento, polinização ou frutificação, refletem-se nos cruzamento que ocorrerão e no tipo de progênie que irá se formar (PIÑA-RODRIGUES E PIRATELLI, 1993).

O ponto de maturação fisiológica representa, teoricamente, o ponto em que a semente atinge o seu máximo de qualidade fisiológica, vigor, germinação, tamanho e peso de matéria seca (Carvalho e Nakagawa, 1983). A época de colheita de sementes é muito importante, principalmente porque a partir do ponto de maturação fisiológica é iniciado o processo de deterioração, cuja a velocidade é influenciada pelas condições ambientais (Popinigis, 1985). Para maioria das espécies nativas, o aspecto externo do fruto é o melhor indicador da época de colheita (CAPELANES E BIELLA, 1984). A determinação da melhor época de coleta pressupõe conhecimento de mudanças estruturais nos frutos e sementes, principalmente, durante a última fase do período de maturação. Os índices indicadores de maturidade variam de acordo com o tipo de fruto e a espécie e devem ser identificados para cada espécie em particular (PIÑA-RODRIGUES E AGUIAR, 1993). Existem vários indicadores do ponto de maturação dos frutos, como: mudanças na coloração e consistência, queda de frutos e sementes e presença de dispersores, os quais estabelecem a época de colheita ou coleta de sementes (MALAVASI, 1995).

Após a chegada dos frutos do local de procedência a etapa seguir é a secagem que é realizada nos frutos/sementes. Segundo Bonner (1981) esta etapa consiste na redução do conteúdo do grau de umidade das sementes a teor adequado de umidade no seu acondicionamento, é um processo empregado para a maioria das espécies florestais. A secagem dos frutos pode ser efetuada pelos métodos natural ou artificial (MORANDI, 1961; STEIN *et al.*, 1974; TURNBULL, 1975; PALMBERG E MELCHIOR, 1980 e BIANCHETTI, 1981). Observações de Aguiar (1993), os frutos normalmente fibrosos e lenhosos que se abrem e liberam facilmente suas sementes, quando submetidos ao processo de secagem. Para esse tipo de fruto, a extração de sementes geralmente compreende duas fases: secagem e agitação dos frutos. As técnicas de extração de sementes de essências nativas dependem do tipo de fruto, sendo muito variável entre as espécies.

A extração consiste na retirada das sementes do interior dos frutos. Dependendo da sua natureza, alguns requerem o processo de secagem, para que percam umidade e se abram, liberando as sementes (SILVA *et al.*, 1993). Os métodos de extração variam em função da natureza e do tipo de fruto que pode ser seco, fibroso, alado, carnoso, grande, ou pequeno, requerendo assim técnicas específicas. Para fins de extração das sementes, Hartmann e Kester (1974) classificam os frutos em carnosos e deiscentes, podendo ainda ser dividido em três grupos: frutos secos deiscentes; frutos secos indeiscentes e frutos carnosos. As técnicas de extração de sementes de espécies arbóreas nativas dependem do tipo de fruto, sendo muito variável entre as espécies. De modo geral, os frutos deiscentes são colocados para secar e os carnosos são submetidos à remoção manual ou mecânica da polpa (BIANCHETTI, 1981). Após a secagem e extração a próxima etapa é o beneficiamento, que consiste em um conjunto de técnicas empregadas para retirar impureza, sementes de outras espécies promovendo a homogeneização do lote, em relação às características de tamanho, peso, e forma de suas sementes. Sendo o método o beneficiamento manual o mais empregado para espécies florestais nativas face à dificuldade de se padronizar técnicas adequadas para cada espécie (Silva *et al.*, 1993), como também o beneficiamento mecânico é empregado para poucas espécies, devido à complexidade dos diásporos quanto aos aspectos morfológicos, necessitando de equipamentos com regulagens específicas ou adaptados a cada espécie. As operações de beneficiamento são feitas sobre peneiras ou tabuleiros, para facilitar o serviço, podendo ser empregada também à mesa gravitacional. O processo de beneficiamento é importante, pois confere ao lote de sementes os dados e a qualidade exigida pelo Serviço de Fiscalização do Comércio, para que esse lote possa ser comercializado.

Antes de serem comercializadas as sementes elas passam por um conjunto de procedimentos, técnicas e prescrições conforme as Regras para Análises de Sementes, ou simplesmente RAS (BRASIL, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, 1992). Para os testes de análise da característica da semente (controle de qualidade) de cada lote, são realizados os métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS), para os testes de pureza, germinação, umidade peso de mil sementes, número de sementes por kg, além do valor de cultura.

Para Figliolia *et al.*, (1993), análise de sementes é de suma importância, pois fornece dados que expressam a qualidade física e fisiológica do lote de sementes, para fins de semeadura e armazenamento.

Possibilita também estabelecer parâmetros de comparação entre as variáveis da análise das características das sementes, entre diferentes lotes de cada árvore-matriz bem como, determinar o valor de cada amostra de árvores-matriz, identificando as melhores características fenotípicas, que apresente boa constituição genética, superiores às demais do povoamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho de fenologia, seleção e coleta de sementes de *Peltophorum dubuim* que deu origem à pesquisa foi realizado em um relicto no município de Ibirubá-RS, latitude 28° 37' 39" sul e longitude 53° 05' 23" oeste com uma área geofísica de 611,81 km², altitude de 418 metros. Essa região apresenta características próprias em sua estrutura geológica, seu clima, relevo e vegetação. O tipo de solos é um latossolo vermelho escuro distrófico (LEMONS *et al.*, 1973). O Clima, conforme a classificação de Köppen é Cfa, correspondendo a Subtropical Úmido, que tem como

principais características temperaturas máxima em janeiro 30°C e julho o mês mais frio de 8,6°C. A umidade relativa do ar é de 76% em média, durante o ano, e o regime de chuvas ao redor de 1727 mm/ano, sendo que a maior parte é concentrada no outono e inverno (MORENO, 1961).

Foram selecionadas e marcadas 23 árvores matrizes representativas, de acordo com as características fenotípicas superior considerando-se sanidade, fuste, copa bem formada, porte e estrato da floresta para se ter um material genético de melhor qualidade de acordo com os parâmetros propostos por alguns pesquisadores. Foram localizadas por caminhamento respeitando a distância de 100 metros entre elas. As sementes foram coletadas na parte mediana da copa, porém, foram coletadas somente de 7 árvores selecionadas de acordo com as características fenotípicas, sanidade da árvore e produtividade de sementes respeitando a maturação fisiológica da semente. As sementes foram coletadas somente de árvores em pé. Cada matriz foi catalogada individualmente a campo em fichas de identificação individual com os parâmetros observados anteriormente como a altura da árvore, DAP, o estado sanitário, e outros, e um croqui para facilitar uma futura localização das árvores, em futuras coletas. As sementes foram coletadas, embaladas e etiquetadas em sacos de aniagem separadas por árvore matriz como também feito a excicata da espécie e levada ao Departamento de Dendrologia da Engenharia Florestal da UFSM para a identificação. O material de pesquisa posteriormente foram transportadas para FEPAGRO-Floresta, Santa Maria, RS, quando se iniciou a etapa de secagem e extração que foram realizadas dentro de estufas conforme Figura 1, sempre independente por árvores matriz, após foram levadas ao laboratório para beneficiamento. A partir desta etapa, imediatamente seguiram para FEPAGRO-Floresta, Porto Alegre, para os testes de análise da característica da semente (controle de qualidade) de cada árvore matriz, que seguiu métodos descritos nas Regras de Análise de Sementes (RAS), segundo Brasil (1992). Os testes de pureza, germinação, umidade peso de mil sementes, número de sementes por kg, além do valor de cultura, possibilitaram estabelecer parâmetros de comparação entre as variáveis da análise das características das sementes, entre diferentes lotes de cada árvore-matriz bem como, determinar o valor em cada amostra de cada árvores-matriz, identificando as melhores características fenotípicas, que apresentam boa constituição genética, superiores às demais do povoamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média das variáveis indicou a característica do material coletado em sete árvores matrizes. Como resultado observou-se que as árvores-matrizes apresentaram floração de janeiro a fevereiro, cor da flor amarelada, frutificação de março a abril e frutos maduros de junho a agosto. O número de sementes/kg variou de 18.050 a 25.189. A pureza (média de 95,22%), germinação (83,42%), umidade (13,12%), valor de cultura (78,99%) e peso de mil sementes (51,06 g), apresentaram desvio padrão de 3,35, 6,29, 3,33, 4,09, 5,49, respectivamente. Constatou-se que as variáveis, germinação, valor de cultura e peso de mil sementes (g), apresentaram os maiores coeficientes de variação.



FIGURA 1: Percentual de pureza para cada uma das matrizes

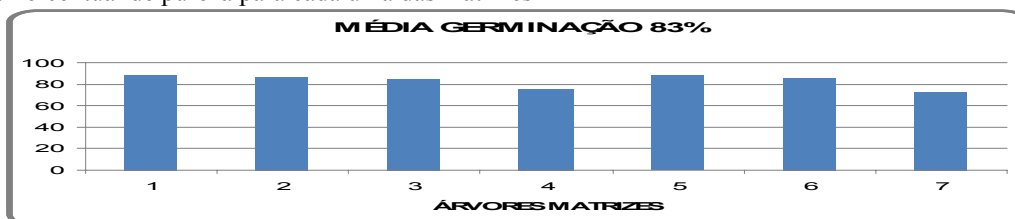


FIGURA 2: Percentual de germinação para cada uma das matrizes

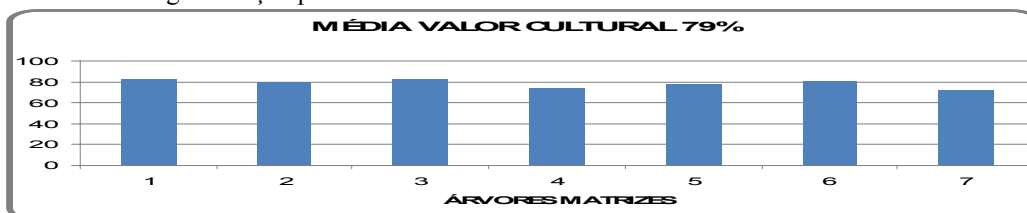


FIGURA 3: Percentual de valor de cultura para cada uma das matrizes

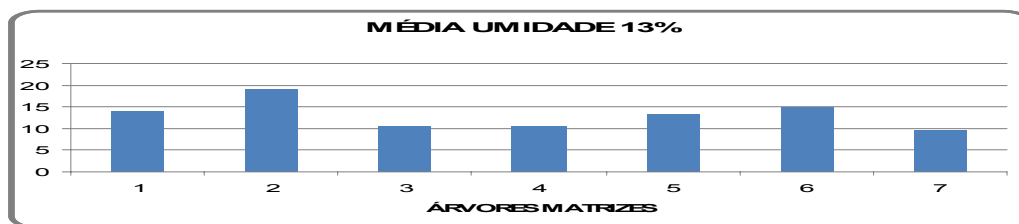


FIGURA 4: Percentual de umidade para cada uma das matrizes

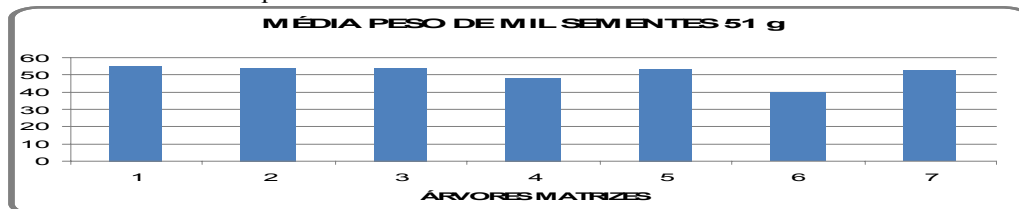


FIGURA 5: Média de peso de mil sementes (g) para cada uma das matrizes

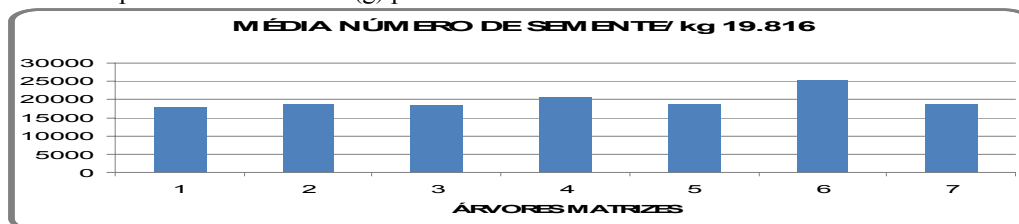


FIGURA 6: Média do número de sementes (kg) para cada uma das matrizes

CONCLUSÕES

Verificou-se que as variáveis, germinação, valor de cultura e peso de mil sementes (g) apresentaram os maiores coeficientes de variação, conseqüentemente, expressando a diferença das sementes do lote formado por estas árvores-matrizes, indicando uma flutuação dos valores obtidos em relação ao total das árvores-amostras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUIAR, I. B., RODRIGUES, F. C. P., FIGLIOLIA, M. B., Sementes Florestais Tropicais. Associação Brasileira de Tecnologia de Sementes, Brasília, DF, 1993. 312-320p.
- AMARAL, D. M. I. & ARALDI, D. B. **Contribuição do estudo das sementes de essências florestais nativas do Estado do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Trigo e Soja. 30 p. (Boletim Técnico, 43), 1979.
- BIANCHETTI, A. Produção e tecnologia de sementes de essências florestais. Curitiba, PR, URPFC/EMBRAPA. 22P. 1981
- BONNER, F. T. **Storage principles for tropical tree seed.** REUNIÓN SOBRE PROBLEMAS EN SEMILLAS FORESTAL TROPICALES. Quintana-Roo, México, Oct. 1980, México. INIF, (1): 213-33, 1981.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Departamento Nacional de Defesa Vegetal. Coordenação de Laboratório Vegetal (Brasília, DF). **Regras para análise de sementes.** Brasília, 1992. 365p.
- CAPELANES, T. M. C. & BIELLA, L. C. Programa de produção e tecnologia de sementes de espécies florestais nativas desenvolvido pela Companhia Energética de São Paulo – CESP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE TECNOLOGIA DE SEMENTES FLORESTAIS, 1º. Belo Horizonte, MG, Dez. 04-06, 1984. **Anais...** Brasília, IBDF. P. 85-107, 1984.
- CARVALHO, N. M. & NAKAGAWA, J. **Sementes. Ciência, tecnologia e produção.** Campinas, Fundação Cargill, 1983. 329 p.
- CARVALHO, Paulo Ernani Ramalho. **Espécies arbóreas brasileiras.** V.1, EMBRAPA Disponível em: www.salviaterra.com/arquivo/plantas/index.html Acessado em: 30/09/2008.
- FIGLIOLIA, M. B.; OLIVEIRA, E. DE., C.; PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. Análise de sementes. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES**, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (4): 83-135. 1993.

- FONSECA, S. M. & KAGEYAMA, P. Y. Bases *genéticas* e metodologias para seleção de árvores superiores de *Pinus taeda*. IPEF, Piracicaba, (17):35-9. 1978.
- FOWLER, J. A. P.; CARPANEZZI, A. A. **Conservação de sementes de angico-gurucaia (*Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan)**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 36, p.5-10, jan./jun. 1998.
- HARTMANN, M. T. & KESTER, D. E. **Propagacion de plantas**. México, Editorial Continental. S.A., 1974 p. 119-39.
- HIGA, A. R.; SILVA, L. D. Pomar de sementes de espécies florestais nativas. Curitiba, PR – FUPEF. 2006.
- INSTITUTO DE PESQUISA E ESTUDOS FLORESTAIS (IPEF). Identificação de espécies florestais. *Parapiptadenia rígida* (Benth.) Brenan. Disponível em: <http://www.ipef.br/identificacao/nativas/> Acesso em: 25 de setembro de 2008.
- MALAVASI, M. M.. **Avaliação da qualidade fisiológica das sementes**. Lavras-MG, 1995 - 8p.
- MELLO, A. M. O.; PEREIRA, F. M. D.; SOUZA, M. C. F.; SALDANHA, V. Manual de licenciamento florestal 170 p. Departamento de florestas e áreas protegidas divisão de licenciamento florestal. Porto Alegre, dezembro de 2002. 170 p.
- MORANDI, R. Aparatos y procedimientos para La manipulacion de lãs semillas forestales. **Unasyuva**, Roma, 15 (4): 185-99, 1961.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, Divisão de Terras e Colonização, 1961. 42 p.
- LEMONS, R. C.; AZOLIM, M. D. ; ABRAÃO, P. R.; SANTOS, M. C. L. **Levantamento de Reconhecimento dos Solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- PALLMBERG, C. S. & MELCHIOR, G. H. La recolecion y manejo de semillas forestales. In: FAO/DANIDA. **Mejora genética de arboles foretales**. Roma, FAO, 1980. p. 57-74.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. & AGUIAR, I. B. de. **Maturação e dispersão de sementes**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (6): 215-74. 1993.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. PIRATELLI, A. J. Aspecto ecológicos da produção de sementes. **ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES**, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (2): 47-81. 1993.
- POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, Ministério da Agricultura-AGIPLAN, 1985 289 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Corag, 1988. p. 7-41.
- SILVA, A. DA.; FIGLIOLIA, M. B.; AGUIAR, I. B. de. **Secagem, extração e beneficiamento de sementes**. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE SEMENTES, Comitê Técnico de sementes florestais. Brasília – DF. (8): 303-59. 1993.
- TURNBULL, J. W. Seed extraction and cleaning. In: TRAINING COURSE OF FOREST SEED COLECTION AND HANDLING. Chiang mai, Feb. 17-Mar 13, 1975. **Report**, vol.2. Roma, FAO/DANIDA, 1975. p. 135-51.
- ZANATTO, A. C. S.; MORAIS, E.; FINOCHIO, C. A. ET AL. Seleção de árvores superiores de *Pinus spp* para implantação de pomares de sementes. **Silvicultura**, São Paulo, (28): 546-50. 1983.

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR A PARTIR DA ESPESSURA DO ALBURNO PARA UM POVOAMENTO DE *Eucalyptus* sp., SANTA MARIA - RS.

LEAF AREA ESTIMATING STARTING OF THE SAPWOOD THICKNESS FOR A *Eucalyptus* sp. STANDS, SANTA MARIA - RS.

Dane B. Araldi¹ Denise E. Ceconi² Mauro V. Schumacher³ Analissa P. Prado⁴ Marta S. V. Scotti⁴
Tiago A. da Cunha⁴ Vicente G. Lopes⁴ João Meira⁵.

RESUMO

O Eucalipto é uma das espécies florestais mais cultivadas no Brasil, devido ao seu rápido crescimento e adaptação a diferentes tipos de clima e solo. Para plantações de eucalipto, é importante quantificar Índice de Área Foliar (IAF), assim como a sua variação ao longo de seu ciclo produtivo, pois a partir desta quantificação torna-se possível sua utilização como variável de entrada em modelos hidrológicos e de crescimento. Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo estimar a área foliar a partir da espessura do alburno para um povoamento de *Eucalyptus* sp. Para tanto realizou-se este estudo em um povoamento de Eucalipto, com aproximadamente 12 anos de idade, em espaçamento 2 x 2 m, em uma área pertence ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. Demarcou-se, de forma aleatória, 3 parcelas experimentais de 112 m², onde se mediu os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores. Após determinou-se o diâmetro da árvore de área basal central (d_z) para cada parcela e quantificou-se a variável biomassa acima do solo (madeira, casca, galhos e folhas). As medidas da espessura do alburno foram obtidas em discos com aproximadamente 3,0 cm de espessura retirados na altura do DAP. A determinação da área foliar foi feita com o programa IMAGE TOOL 3.0. Houve relação direta entre a área foliar e a espessura do alburno no povoamento de *Eucalyptus* sp. estudado, sendo este um bom parâmetro para estimar o IAF.

Palavras-chave: *Eucalyptus* sp., área foliar, espessura de alburno.

ABSTRACT

The Eucalyptus is one of the most forest species cultivated in Brazil, due to its rapid growth and adaptation to different types of climate and soil. For plantations of eucalyptus, it is important to quantify leaf area index (LAI), as well as its variation along its production cycle, because as this becomes possible to quantify their use as a variable input into hydrological models and growth. In this context the present study aimed to estimate the leaf area from the thickness of the sapwood for a stand of *Eucalyptus* sp. For both this study took place in a stand of eucalyptus, with approximately 12 years of age, in spacing 2 x 2 m in an area belongs to the Department of Forestry, Federal University of Santa Maria. It drew attention to, at random, 3 plots of 112 m², where they measured the diameter at breast height (DBH) of all trees. After it was determined the diameter of the tree basal area of central (dz) for each plot and quantified is the variable above-ground biomass (wood, bark, branches and leaves). The measures of the sapwood thickness was obtained on disks with approximately 3.0 cm in thickness removed at the DAP. The determination of leaf area was done with the program IMAGE TOOL 3.0. There was a direct relationship between the leaf area and thickness of the sapwood in the stand of *Eucalyptus* sp. studied, which is a good parameter to estimate the LAI.

Key words: *Eucalyptus* sp., leaf area, sapwood thickness.

INTRODUÇÃO

O Eucalipto é uma das espécies florestais mais cultivadas no Brasil, devido ao seu rápido crescimento e adaptação a diferentes tipos de clima e solo. Sua madeira é responsável pelo abastecimento da maior parte do setor industrial de base florestal, suprimindo as necessidades de matéria-prima, principalmente para produção de papel e celulose, chapa de fibra e energia (Azevedo e Quirino, 2006).

As variáveis biofísicas são importantes descritoras de florestas nativas ou implantadas. Por exemplo, a altura e o diâmetro à altura do peito das árvores (DAP) são freqüentemente utilizados em equações alométricas para o cálculo de volume de madeira. Outra variável biofísica importante é o índice de área foliar (IAF), definido por Watson (1947) *apud* Xavier et al. (2002) como a área foliar integrada do dossel por unidade de superfície projetada no solo (m² m⁻²). O IAF é computado ao considerar a superfície de apenas uma das faces das folhas. Existem várias técnicas para medir

¹Eng. Florestal, doutorando do PPGEF/CCR/UFSM. Santa Maria - RS, CEP: 97105-900. E-mail: daraldi1@hotmail.com

² Eng.^a Florestal, doutoranda do PPGCS/CCR/UFSM. E-mail: dceconi@yahoo.com.br

³ Eng. Florestal, Professor Adjunto do DCF/CCR/UFSM, E-mail: schumacher@pesquisador.cnpq.br
martascoti@yahoo.com.br, etsfor@yahoo.com, viguilopes@yahoo.com.br

⁵ Eng. Florestal. E-mail: joalmeira@yahoo.com.br

IAF, como medição direta por método destrutivo, uso de fotografias hemisféricas ou aparelhos que medem a quantidade de radiação interceptada pela superfície (ceptômetro) (Amaral et al. 1996).

Para plantações de eucalipto, é importante quantificar o IAF, assim como a sua variação ao longo de seu ciclo produtivo, pois a partir desta quantificação torna-se possível sua utilização como variável de entrada em modelos hidrológicos e de crescimento. Computar o uso de água de plantações de eucalipto é fundamental tanto na avaliação de seus impactos ambientais quanto na aferição de sua sustentabilidade. Os modelos de crescimento permitem, por outro lado, simular o efeito de variações climáticas e da fertilidade do solo sobre o potencial produtivo dessas plantações (Xavier et al., 2002).

Neste contexto o presente trabalho teve como objetivo estimar a área foliar a partir da espessura do alburno para um povoamento de *Eucalyptus* sp., Santa Maria - RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O gênero *Eucalyptus* é nativo da Austrália e pertence à família Myrtaceae. Possui cerca de 600 espécies, além de um grande número de variedades e alguns híbridos (Andrade, 1961; Boland et al., 1994 e Lima, 1993).

Espécies do gênero *Eucalyptus* são utilizadas em larga escala no estabelecimento de florestas industriais no Brasil. O clima tropical ou subtropical na maioria do território brasileiro permite um crescimento ininterrupto e, conseqüentemente, um rápido acúmulo de biomassa. Empresas atuantes na área de papel e celulose e/ou madeira utilizam o *Eucalyptus* para o suprimento de matéria-prima, enquanto que empresas de outras áreas, como produção de aço, plantam o *Eucalyptus* principalmente para obtenção de carvão. Devido a esta importante atividade agro-industrial e o apoio de instituições governamentais de pesquisa e Universidades, o Brasil ocupa uma posição de liderança mundial em silvicultura e melhoramento de *Eucalyptus* (EMBRAPA, 2003).

Além de rápido crescimento e boa adaptação fatores como características silviculturais desejáveis (incremento, forma, desrama etc.), diversidade de espécies, facilidade de propagação aliados ao conhecimento acumulado da silvicultura, manejo e melhoramento genético favoreceram ainda mais para a utilização das espécies de *Eucalyptus* para diversos fins (Angeli, 2006)

O autor cita ainda que apesar de existir mais de 700 espécies de Eucalipto, nem todas são destinadas ao plantio comercial, sendo as mais utilizadas *E. grandis*, *E. urophylla*, *E. saligna*, *E. camadulenis*, *E. tereticornis*, *E. globulus*, *E. viminalis*, *E. deglupta*, *E. citriodora*, *E. exserta*, *E. paniculata*, *E. robusta*, e ainda na região central e Sul do Brasil se destacam as espécies de *E. cloezina* e *E. dunnii*.

Para Foelkel (2008) as folhas dos eucaliptos são muito eficientes e trabalhadoras. Apesar das copas das árvores dos eucaliptos não serem muito folhudas, há uma grande produção orgânica nelas. Uma das formas de se medir a quantidade de folhas em uma floresta é através do Índice de Área Foliar. Esse índice consiste em uma relação entre a área de folhas pela área superficial de solo. Costuma ser expresso em m² de folhas m⁻² de solo. Nessa avaliação, mede-se apenas uma das faces das folhas. O IAF é diretamente ligado à fotossíntese e à transpiração. Para uma mesma espécie, ou para comparações entre clones, as árvores que possuem maior IAF têm maiores chances de serem mais produtivas. Evidentemente, não é um índice bom para comparar espécies, pois há espécies muito folhudas e que não possuem grande produtividade. É o caso do *Eucalyptus torrelliana*. Ainda, para uma mesma espécie ou clone, as árvores com maior IAF costumam translocar mais água por transpiração. Há uma relação direta então entre IAF e área de alburno no tronco.

Almeida et al. (2007) estudando o índice de área foliar de *Eucalyptus grandis* em resposta à adubação com potássio e sódio, concluíram que a adubação potássica aumenta expressivamente o índice de área foliar (IAF) e que o fornecimento de Na, sob deficiência de K, pode modificar a estrutura foliar do *Eucalyptus grandis* diminuindo sua área foliar específica (AFE). A adubação com K possibilitou aumentos contínuos do IAF até os 24 meses após o plantio. Os valores obtidos com K atingiram 5,4, o dobro da testemunha (sem adição de K) e 69% maior que Na. O fornecimento de Na apresentou IAF maior que a Testemunha na fase inicial de desenvolvimento (até 11 meses), mas aos 24 e 35 meses as diferenças não foram significativas e, para ambos, o IAF estabilizou em valor próximo a 3, valor semelhante ao encontrado por Xavier et al. (2002).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em dezembro de 2007, em uma área pertence ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - RS, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 53°34' e 53°45' de Longitude Oeste de Greenwich e 29°45' de Latitude Sul. A altitude do local é em média de 100 m. O povoamento de Eucalipto estudado encontra-se com aproximadamente 12 anos de idade, em espaçamento 2 x 2 m.

Segundo a classificação climática de Köppen (Moreno, 1961), a área de estudo localiza-se em uma região do tipo "Cfa", subtropical úmido, tendo temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1.769 mm.

Para o inventário do povoamento de Eucalipto, foram demarcadas, de forma aleatória, 3 parcelas experimentais de formato retangular de 8 x 14 m (112 m²), onde se mediu os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores. Os DAPs foram medidos com o uso de uma fita diamétrica (esta fita fornece diretamente o diâmetro das árvores no ato da medição).

Na Tabela 1 seguem os dados obtidos no inventário. Pode-se observar que muitas árvores morreram, provavelmente devido ao espaçamento inadequado de plantio que, por ser muito próximo, causou competição entre os indivíduos e morte de alguns.

TABELA 1: Diâmetro a altura do peito (DAP) obtido para o povoamento de Eucalipto nas três parcelas avaliadas, Santa Maria - RS, 2007.

Nº árvore	Diâmetro cm (DAP)		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
1	19,9	23,2	23,7
2	8,9	12,7	9,7
3	18,9	15,6	-
4	33,9	23,9	28,2
5	15,9	24,7	-
6	-	-	-
7	-	-	8,6
8	6,7	-	19,9
9	-	-	-
10	-	-	12,4
11	10,5	14,8	8,8
12	-	-	19,7
13	15,0	25,6	16,1
14	23,6	19,4	27,4
15	14,3	12,7	-
16	-	13,4	-
17	14,0	19,9	27,4
18	17,5	16,9	-
19	6,4	27,4	-
20	25,8	7,8	16,6
21	-	7,6	-
22	18,0	13,4	14,5
23	23,6	27,4	14,3
24	32,6	-	8,3
25	21,3	-	15,0
26	9,7	-	-
27	20,7	30,1	11,3
28	35,2	18,0	22,4

(-) = árvores mortas e falhas.

Em espaçamento 2 x 2 m deveriam existir aproximadamente 2500 árvores/ha, mas devido ao grande número de indivíduos falhos, o que se obteve foram em média 1730 árvores/ha, ou seja, mais de 30 % de árvores mortas ou faltando.

Após obter o DAP de todas as árvores, determinou-se o diâmetro da árvore de área basal central (d_z) para cada parcela, que segundo Finger (1992) é determinada pela mediana da distribuição da área basal, ou seja, a árvore com diâmetro correspondente a este diâmetro. Com o diâmetro da árvore d_z , localizou-se esta em cada uma das parcelas, para assim fazer a determinação da variável biomassa acima do solo para o povoamento de Eucalipto.

Após o abate das árvores, o fuste foi cortado em várias partes para facilitar a separação dos componentes e a pesagem da madeira, em seguida foram separados todos os elementos constituintes das árvores em quatro frações: folhas, galhos, madeira e casca. Os mesmos foram pesados a campo, para a obtenção de sua massa fresca e conseguinte retirou-se uma pequena alíquota (em torno de 300 g) dos mesmos, que foram acondicionados em sacos de papel pardo devidamente identificados, os quais foram enviados ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, para que se procedesse à aferição da biomassa seca. A fração folhas foi acondicionada em saco plástico para evitar que perdesse umidade, e em seguida armazenada em geladeira até que se procedesse à determinação da área foliar.

Para a determinação da biomassa seca de madeira, foram retirados dos troncos, discos com aproximadamente 3,0 cm de espessura na altura do DAP de todas as árvores. Nestes mesmos discos foram obtidas as medidas da espessura do alburno, tomando-se várias medidas para evitar erros.

A biomassa por área (hectare) foi calculada a partir das médias das parcelas amostradas, sendo determinado segundo Péllico Netto & Brena (1997), por se tratar de uma amostragem aleatória, média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação.

Quando os componentes galhos, casca e madeira chegaram ao Laboratório, foram colocados em estufa de circulação e renovação de ar a 75° C durante um período de 72 horas, sendo após isto, novamente pesados em balança de precisão (0,01g) para a obtenção da biomassa seca.

As amostras de folhas de Eucalipto armazenadas em geladeira tiveram sua área foliar determinada de acordo com o programa IMAGE TOOL 3.0. Após isso foram levadas a estufa para secagem e aferição da biomassa seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado nos dados coletados no inventário florestal e considerando-se os valores obtidos nas três parcelas, os diâmetros médio, mínimo e máximo encontrados foram 18,1 cm, 6,4 cm e 35,2 cm, respectivamente. O d_z (diâmetro da árvore de área basal central) médio encontrado para as três parcelas foi de 17,4 cm.

Nas três parcelas avaliadas de 8 m x 14 m cada (112 m²), obteve-se uma média de 19,3 árvores/parcela. O total de árvores mortas e fálhas foi de 31,07%.

Na Tabela 2, pode-se verificar as características dendrométricas (número de árvores, DAP da árvore d_z , altura da árvore d_z e DAP médio) para as três parcelas do povoamento de Eucalipto amostradas.

TABELA 2: Características dendrométricas do povoamento de Eucalipto com 12 anos de idade, Santa Maria - RS, 2007.

Variável	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Média
Nº árvores	21	19	18	19,3
Nº árvores/ha	1875	1696	1607	1726
DAP da árvore d_z (cm)	18,0	18,0	16,1	17,4
Altura da árvore d_z (m)	18,5	21,0	23,7	21,1
DAP médio (cm)	18,7	18,7	16,9	18,1

Na Tabela 3, pode-se verificar, a média, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação, para os diferentes componentes das árvores de Eucalipto amostradas.

TABELA 3: Média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação para cada componente das árvores de Eucalipto amostradas, Santa Maria - RS, 2007.

Componente	Média	S ²	DP	CV (%)
Folhas	3,60	1,59	1,26	35,05
Galhos	8,38	3,52	1,88	22,40
Casca	5,71	1,52	1,23	21,62
Madeira	81,99	422,34	20,55	25,06
Total	99,68	417,67	20,44	20,50

S² = Variância, DP = Desvio Padrão, CV = Coeficiente de Variação.

Na Tabela 4, pode-se verificar a biomassa de cada componente das árvores do povoamento de eucalipto avaliado. A seqüência encontrada é de biomassa de madeira > galhos > casca > folhas. Esses dados apresentam a mesma tendência dos apresentados por Santana et al. (1999) avaliando a biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de SP.

TABELA 4: Biomassa média e percentual de cada componente do povoamento de Eucalipto estudado, Santa Maria - RS, 2007.

Componente	Biomassa (kg ha ⁻¹)	%
Folhas	6.210,83	3,61
Galhos	14.460,78	8,40
Casca	9.857,30	5,73
Madeira	141.529,88	82,26
Total	172.058,79	100

A biomassa dos componentes acima relacionados representa a biomassa acima do solo das árvores de Eucalipto do povoamento estudado, sendo que o fuste (madeira + casca) e a copa (folhas + galhos) representam 87,99 e 12,01 % respectivamente. Poggiani et al. (1983) estudando a exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*, com oito anos de idade, encontraram respectivamente 84,68 e 15,32 % de biomassa para fuste e copa, dados estes semelhantes aos encontrados no presente trabalho.

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes ao número de árvores, a Área Foliar (AF) e o Índice de Área Foliar (IAF) do povoamento de Eucalipto estudado, para cada árvore amostrada, para cada parcela estudada e por hectare e as respectivas médias.

TABELA 5: Número de árvores, Área Foliar (AF) e Índice de Área Foliar (IAF) do povoamento de Eucalipto estudado, Santa Maria - RS, 2007.

Por Árvore (4m ²)			Por total de árvores/ha (10.000m ²)		
Nº árvores	AF (m ²)	IAF	Nº de árvores	AF (m ²)	IAF
1	9,22	2,30	1875	17280,91	1,73
1	13,08	3,27	1607	21026,38	2,10
1	11,92	2,98	1696	20213,78	2,02
Média	11,41	2,85	1726	19507,03	1,95

Na Figura 1 pode-se observar a relação entre o índice de área foliar e a espessura do alburno para as árvores amostradas no povoamento de Eucalipto estudado.

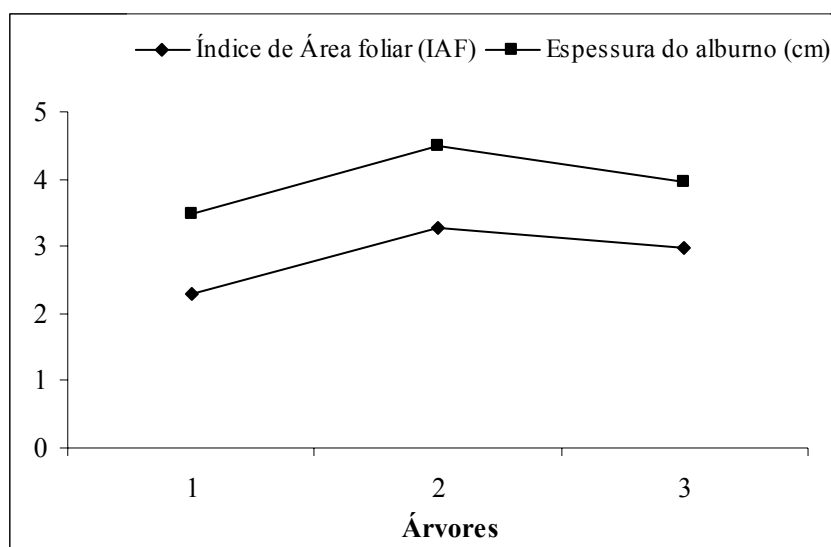


FIGURA 1: Relação entre IAF e a espessura do alburno para as árvores amostradas no povoamento de Eucalipto, aos 12 anos de idade, Santa Maria - RS, 2007.

Observando a Tabela 5 e a Figura 1, percebe-se que há uma relação direta entre o Índice de Área Foliar (IAF) e a espessura de alburno das árvores de eucalipto avaliadas. Sendo a obtenção da espessura do alburno um bom parâmetro para estimar a área foliar de povoamentos de eucalipto. O IAF médio encontrado para o povoamento de eucalipto foi de 1,95. Na Figura 2 pode-se observar que há uma relação direta entre o diâmetro (DAP) e o índice de área foliar (IAF) para o povoamento de eucalipto estudado.

Os dados obtidos vem de encontro ao exposto por Foelkel (2008), que descreve que inicialmente, quando as plantações acabaram de ser feitas, as árvores crescem relativamente isoladas. Elas começam a produzir muitas folhas e a ocupar mais a área do solo. Com isso, o IAF de quase zero nas mudinhas, cresce para valores de 3 a 4,5 por volta dos 1,5 a 2 anos de idade da floresta, quando as copas começam a se tocar. A seguir, com a competição, ramos e folhas começam a morrer e o IAF cai, com o aumento da idade, até se estabilizar entre 1,5 a 2,5 para a maioria dos eucaliptos em plantios comerciais. Há, entretanto, espécies ou clones que perdem poucas folhas, e nessas condições, o IAF permanece mais ou menos constante a partir de certa idade. Considerando os valores de IAF que variam de 1,5 a 4,5 e levando-se em conta os espaçamentos praticados no Brasil, nossas árvores possuem então entre 10 a 30 m² de folhas por árvore. (Foelkel, 2008).

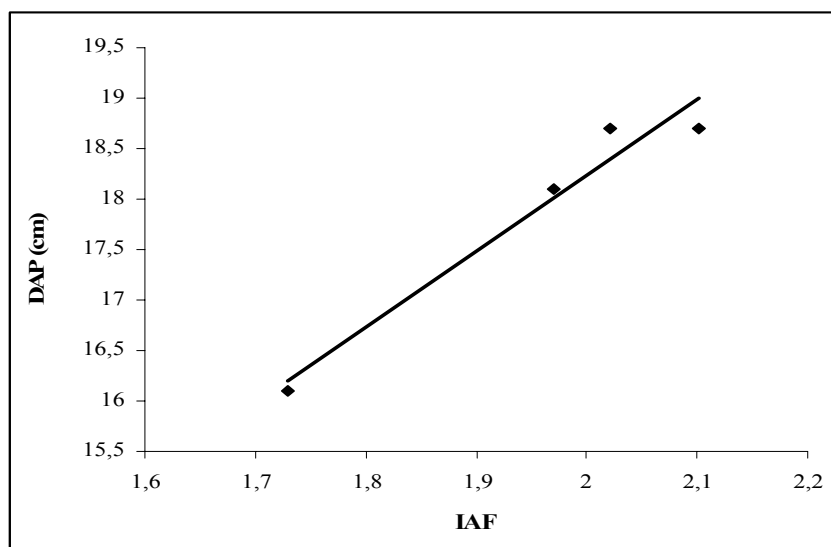


FIGURA 2: Relação entre diâmetro (DAP) e índice de área foliar (IAF) para o povoamento de Eucalipto estudado, aos 12 anos de idade, Santa Maria - RS, 2007.

CONCLUSÃO

Houve relação direta entre a área foliar e a espessura do alburno no povoamento de *Eucalyptus* sp. estudado, sendo este um bom parâmetro para estimar o IAF (Índice de Área Foliar).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. N. O Eucalipto. São Paulo. 667 p., 1961.
- ANGELI, A. Indicações para escolha de espécies de Eucalyptus. **Revista Madeira**, Curitiba-PR, n.95, p. 78-80, 2006.
- AMARAL, S. Relações entre Índice de Área Foliar (LAI), Área Basal e Índice de Vegetação (NDVI) em relação a diferentes estágios de crescimento secundário na Floresta Amazônica em Rondônia **Anais VIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Salvador, Brasil, 14-19 abril 1996, INPE, p. 485-489.
- AZEVEDO, A. C. dos S.; QUIRINO, W. F. Aumento da estabilidade na madeira de eucalipto através de tratamento térmico. **Revista da Madeira**, Curitiba-PR, n.98, p. 50-58, 2006.
- BOLAND, D.J.; BROOKER, M.I.H.; CHIPPENDALE, G.M.; HALL, N.; HYLAND, B.P.M.; JOHNSTON, R.D.; KLEINIG, D.A.; TURNER, J.D. **Forest trees of Australia**. Melbourne, Australia: CSIRO Publications. 1994. 687p.
- EMBRAPA. **A Importância do Eucalipto**. Embrapa Tabuleiros Costeiros. Disponível em: <www.cpatc.embrapa.br/index.php?idpagina=artigos&artigo=955 - 35k>. Acesso em: 06 de maio de 2008. Publicado em 26/06/2003.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269 p.
- FOELKEL, C. Minerais e nutrientes das árvores dos eucaliptos: Aspectos ambientais, fisiológicos, silviculturais e industriais acerca dos elementos inorgânicos presentes nas árvores. **Eucalyptus Online Book & Newsletter**. Disponível em: <http://www.eucalyptus.com.br/capitulos/capitulo_minerais.pdf>. Acesso em: 08 de maio de 2008.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do Eucalipto**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo. 1993. 302p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- PÉLLICO NETTO, S. & BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelo autores, 1997. 316 p.
- POGGIANI, F. Exportação de biomassa e nutrientes através da exploração dos troncos e das copas de um povoamento de *Eucalyptus saligna*. **IPEF**, n.25, p.37-39, 1983.
- SANTANA, R. C.; BARROS, N. F. de; NEVES, J. C. L. Biomassa e conteúdo de nutrientes de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em alguns sítios florestais do Estado de São Paulo. **Scientia Forestalis**, n. 56, p. 155-169, dez. 1999.
- XAVIER, A. C.; SOARES, J. V.; ALMEIDA, A. C. de. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. **Revista da Árvore**, Viçosa - MG, v.26, n.4, p.421-427, 2002.

ESTIMATIVA DA ÁREA FOLIAR A PARTIR DA PRODUÇÃO DE MADEIRA PARA UM POVOAMENTO DE *Pinus elliotii* ENGELM., SANTA MARIA - RS.

LEAF AREA ESTIMATING FROM THE WOOD PRODUCTION FOR A *Pinus elliotii* ENGELM STANDS, SANTA MARIA - RS.

Dane B. Araldi¹ Denise E. Ceconi² Mauro V. Schumacher³ Analissa, P. Prado⁴ Marta S. V. Scotti⁴
Tiago A. da Cunha⁴ Vicente G. Lopes⁴ João Meira⁵.

RESUMO

O *Pinus elliotii* é uma espécie madeireira de considerável importância principalmente no sul do Brasil. Para melhorar a produção de qualquer espécie é necessário conhecer características do crescimento e desenvolvimento da planta. Dentre essas características, o conhecimento da área foliar é um importante parâmetro para o entendimento da fotossíntese, interceptação luminosa, uso da água e nutrientes e o potencial produtivo. Neste sentido o presente trabalho teve como objetivo estimar a área foliar a partir da produção de madeira para um povoamento de *Pinus elliotii*. Para tanto realizou-se este estudo em um povoamento de *Pinus elliotii*, com aproximadamente 10 anos de idade, em espaçamento 3 x 2 m, em uma área pertence ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. Demarcou-se, de forma aleatória, 3 parcelas experimentais de 168 m², onde se mediu os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores. Após determinou-se o diâmetro da árvore de área basal central (d_z) para cada parcela e quantificou-se a variável biomassa acima do solo (madeira, casca, galhos e folhas). O peso de madeira seca foi obtido por meio de amostragem e a determinação da área foliar foi feita por meio de medições do comprimento e diâmetro das acículas. Houve relação direta entre a área foliar e o peso de madeira seca no povoamento de *Pinus elliotii* estudado, sendo este um bom parâmetro para estimar o IAF.

Palavras-chave: *Pinus elliotii*, área foliar, madeira.

ABSTRACT

The *Pinus elliotii* timber is a kind of considerable importance mainly in southern Brazil. To improve the production of any kind is necessary to know the characteristics of plant growth and development. Among these characteristics, knowledge of leaf area is an important parameter for the understanding of photosynthesis, light interception, use of water and nutrients and yield potential. In this sense the present study aimed to estimate the leaf area from the production of wood for a stand of *Pinus elliotii*. For both this study took place in a stand of *Pinus elliotii*, with approximately 10 years of age, in spacing 3 x 2 m in an area belongs to the Department of Forestry, Federal University of Santa Maria. It drew attention to, at random, 3 plots of 168 m², where they measured the diameter at breast height (DBH) of all trees. After it was determined the diameter of the tree basal area of central (d_z) for each plot and quantified is the variable above-ground biomass (wood, bark, branches and leaves). The weight of dry wood was obtained through sampling and determination of leaf area was made through measurements of length and diameter of acículas. There was a direct relationship between the leaf area and the weight of dry wood in the stand of *Pinus elliotii* studied, which is a good parameter to estimate the LAI.

Key words: *Eucalyptus* sp., leaf area, wood.

INTRODUÇÃO

Segundo Marchiori (1996), o *Pinus elliotii* é a espécie madeireira mais importante dos Estados Unidos, sendo cultivada no sul do Brasil nas terras mais altas da Serra Gaúcha e Planalto Catarinense. As fibras são longas e adequadas à fabricação de papel.

A espécie é originária das planícies adjacentes do Golfo do México e costa atlântica do sudeste dos Estados Unidos podendo alcançar mais de 20 m de altura e 100 cm de diâmetro a altura do peito (DAP). É indicada para construções, caixotaria, móveis e produção de celulose (MARCHIORI, 1996).

¹.Eng. Florestal, doutorando do PPGEF/CCR/UFSM. Santa Maria - RS, CEP: 97105-900. E-mail: daraldi1@hotmail.com

². Eng.^a Florestal, doutoranda do PPGCS/CCR/UFSM. E-mail: dceconi@yahoo.com.br

³. Eng. Florestal, Professor Adjunto do DCF/CCR/UFSM, E-mail: schumacher@pesquisador.cnpq.br

⁴. Eng. Florestais, mestrandos do PPGEF/CCR/UFSM. E-mail: ana_florestal@yahoo.com.br, martascotti@yahoo.com.br, etsfor@yahoo.com, viguilopes@yahoo.com.br

⁵. Eng. Florestal. E-mail: joalmeira@yahoo.com.br

Para melhorar a produção de qualquer espécie é necessário conhecer características do crescimento e desenvolvimento da planta. Dentre essas características, o conhecimento da área foliar é um importante parâmetro para o entendimento da fotossíntese, interceptação luminosa, uso da água e nutrientes e o potencial produtivo.

O presente trabalho teve como objetivo estimar a área foliar a partir da produção de madeira para um povoamento de *Pinus elliotii*, Santa Maria - RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme Fortes et al. (2004), o gênero *Pinus* difundiu-se amplamente no Brasil, na década de 60, em função dos incentivos fiscais para florestamentos. Existem aproximadamente 1,8 milhão de hectares de plantações do gênero *Pinus*, com destaque para as regiões Sul e Sudeste (AMBIENTE BRASIL, 2006). Para Fortes et al. (2004), esse gênero é representado por 56% das florestas plantadas no Rio Grande do Sul. Segundo Shimizu (2006), nos Estados Unidos, estima-se uma cobertura florestal com essa espécie de, aproximadamente, 11,7 milhões de hectares.

As estimativas indicam que 35% do volume de madeira produzida no Brasil são provenientes de madeira do gênero *Pinus*, contudo, apesar da demanda, a indústria madeireira está preocupada com a progressiva diminuição da sua oferta (BEATRIZ et al., 2006).

Conhecer os fatores que influenciam no crescimento desta espécie é de fundamental importância. Vários investigadores buscam determinar relações de crescimento com a copa da árvore. Na Finlândia Jalkanen et al (1994) investigaram a condição da copa com o alburno com o intuito de formular diretrizes de desbastes para favorecer o crescimento.

A superfície das folhas é a responsável pela assimilação e com isso, pelo crescimento da árvore. De forma geral expressa como área foliar e índice de área foliar obtido pela razão entre área foliar e a área do povoamento. Conhecer a superfície das folhas na copa é motivo de investigação para muitos pesquisadores desde apresentação da metodologia proposta por Shinozaki em 1964 denominada de "Pipe Model" a qual relaciona a área de alburno com a área ou massa de folhas.

Em estudo recente Mizoue (2001) propôs a análise de imagens para medir a transparência da copa e obter assim a área foliar efetiva da copa.

Já em um estudo para descrever a situação das copas de árvores frente ao desfolhamento decorrente da poluição aérea, Eckmüller & Sterba (2000) mostraram que em *Picea sp.* a porção do lenho tardio na área de alburno, não conduz água, e por isso a relação entre o peso de folhas e a quantidade de lenho inicial (no alburno) está fortemente correlacionada, e também essa relação encontrada independe da classe sociológica da árvore, do meio ambiente da idade e da condição da copa.

O índice de área foliar (IAF), denominado por Watson (1947) como sendo a razão entre a área foliar do dossel e a unidade de superfície projetada no solo, e uma variável biofísica que está diretamente relacionada com a transpiração e a produtividade florestal (Lang e McMurtrie, 1992) e, indiretamente com a eficiência de uso de água. Por se tratar de uma característica inerente às espécies, o IAF pode ser influenciado por fatores ambientais.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em dezembro de 2007, em uma área pertence ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria - RS, aproximadamente entre as coordenadas geográficas 53°34' e 53°45' de Longitude Oeste de Greenwich e 29°45' de Latitude Sul. A altitude do local é em média de 100 m. O povoamento de *Pinus* estudado encontra-se com aproximadamente 10 anos de idade, em espaçamento 3 x 2 m.

Segundo a classificação climática de Köppen (Moreno, 1961), a área de estudo localiza-se em uma região do tipo "Cfa", subtropical úmido, tendo temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1.769 mm.

Para o inventário do povoamento de *Pinus*, foram demarcadas, de forma aleatória, 3 parcelas experimentais de formato retangular de 12 x 14 m (168 m²), onde se mediu os diâmetros à altura do peito (DAP) de todas as árvores. Os DAPs foram medidos com o uso de uma fita diamétrica (esta fita fornece diretamente o diâmetro das árvores no ato da medição). Na Tabela 1 seguem os dados obtidos no inventário.

Em espaçamento 3 x 2 m deveriam existir aproximadamente 1667 árvores/ha, mas devido aos indivíduos mortos e falhos, o que se obteve foram em média 1587 árvores/ha, ou seja, menos de 5 % de árvores mortas ou faltando.

Após obter o DAP de todas as árvores, determinou-se o diâmetro da árvore de área basal central (d_z) para cada parcela, que segundo Finger (1992) é determinada pela mediana da distribuição da área basal, ou seja, a árvore com diâmetro correspondente a este diâmetro. Com o diâmetro da árvore d_z , localizou-se esta em cada uma das parcelas, para assim poder fazer a determinação da variável biomassa acima do solo para o povoamento de *Pinus*.

Após o abate das árvores, o fuste foi cortado em várias partes para facilitar a separação dos componentes e a pesagem da madeira, em seguida foram separados todos os elementos constituintes das árvores em quatro frações: acículas, galhos, madeira e casca. Os mesmos foram pesados a campo, para a obtenção de sua massa fresca e conseqüente retirou-se uma pequena alíquota (em torno de 300 g) dos mesmos, que foram acondicionados em sacos de papel pardo devidamente identificados, os quais foram enviados ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, para que se procedesse à aferição da biomassa seca. A fração acículas foi acondicionada em saco plástico para evitar que perdesse umidade, e em seguida armazenada em geladeira até que se procedesse à determinação da área foliar.

TABELA 1: Diâmetro a altura do peito (DAP) obtido para o povoamento de Pinus nas três parcelas avaliadas, Santa Maria - RS, 2007.

Nº árvore	Diâmetro cm (DAP)		
	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3
1	19,2	17,8	24,1
2	15,2	17,7	6,7
3	12,2	18,8	23
4	17,8	15,5	18,7
5	17,4	16,4	-
6	13,3	16,6	24,8
7	16,1	17,6	18,1
8	15,1	15,1	16,2
9	15,6	16,6	19,1
10	20,5	-	15,5
11	20,6	21,6	18,9
12	18,2	20,1	25,2
13	22,8	14,5	23,7
14	12,1	21,9	18,4
15	21,4	11,4	18,6
16	17,3	14,5	17,9
17	14,0	20,1	16,6
18	21,6	19,9	21,8
19	12,7	21,7	22,4
20	13,3	16,7	17,6
21	20,2	12,3	22,4
22	19,8	16,0	20,8
23	25,3	17,5	19,1
24	15,4	16,3	19,4
25	20,0	18,9	15,4
26	18,5	18,8	22,3
27	-	19,6	-
28	20,7	17,5	22,0

(-) = árvores mortas e falhas.

Para a determinação da biomassa seca de madeira, foram retirados dos troncos, discos com aproximadamente 3,0 cm de espessura na altura do DAP de todas as árvores. A biomassa por área (hectare) foi calculada a partir das médias das parcelas amostradas, sendo determinado segundo Péllico Netto & Brena (1997), por se tratar de uma amostragem aleatória, média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação.

Quando os componentes galhos, casca e madeira chegaram ao Laboratório, foram colocados em estufa de circulação e renovação de ar a 75° C durante um período de 72 horas, sendo após isto, novamente pesados em balança de precisão (0,01g) para a obtenção da biomassa seca.

As amostras de acículas de Pinus armazenadas em geladeira tiveram sua área foliar determinada através da obtenção do comprimento de cada acícula, obtido com régua, e do diâmetro cruzado, ou seja, duas medições do diâmetro para cada acícula, aproximadamente na metade do comprimento, aferidas com paquímetro digital. Após obtidas estas medidas, procedeu-se para a obtenção da área foliar de cada acícula conforme a seguinte fórmula:

$$Aa = Ab * C$$

Onde: **Aa** = área da acícula; **Ab** = área da base da acícula = $((d1+d2)/2) * \pi$; $((d1+d2)/2)$ = média dos diâmetros da acícula; π (**pi**) = 3,1416; **C** = comprimento da acícula

Segundo a definição a área foliar deve considerar a superfície de apenas uma das faces das folhas, no caso deste trabalho acículas. Sendo assim, a área foliar total foi obtida somando-se a área individual de todas as acículas da amostra e dividindo-se este valor por dois. Após isso, as amostras foram levadas à estufa para secagem e aferição da biomassa seca.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseado nos dados coletados no inventário florestal e considerando-se os valores obtidos nas três parcelas, os diâmetros médio, mínimo e máximo encontrados foram 18,2 cm, 6,7 cm e 25,3 cm, respectivamente. O d_z (diâmetro da árvore de área basal central) médio encontrado para as três parcelas foi de 18,1 cm.

Nas três parcelas avaliadas de 12 m x 14 m cada (168 m²), obteve-se uma média de 27 árvores/parcela. O total de árvores mortas e falhas foi de 4,75%.

Na Tabela 2, pode-se verificar as características dendrométricas (número de árvores, DAP da árvore d_z , altura da árvore d_z e DAP médio) para as três parcelas do povoamento de pinus com 10 anos de idade amostradas.

TABELA 2: Características dendrométricas do povoamento de Pinus com 10 anos de idade, Santa Maria - RS, 2007.

Variável	Parcela 1	Parcela 2	Parcela 3	Média
Nº árvores	27	27	26	26,67
Nº árvores/ha	1607	1607	1548	1587
DAP da árvore d_z (cm)	17,8	17,5	19,1	18,1
Altura da árvore d_z (m)	13,8	15,4	12,6	14,0
DAP médio (cm)	17,6	17,5	19,6	18,2

Na Tabela 3, pode-se verificar, a média, a variância, o desvio padrão e o coeficiente de variação, para os diferentes componentes das árvores de Pinus amostradas.

TABELA 3: Média, variância, desvio padrão e coeficiente de variação para cada componente das árvores de Pinus amostradas, Santa Maria - RS, 2007.

Componente	Média	S ²	DP	CV (%)
Acículas	10,49	2,26	1,50	14,32
Galhos	19,25	17,16	4,14	21,51
Casca	10,16	5,21	2,28	22,45
Madeira	73,23	152,71	12,36	16,88
Total	113,13	228,46	15,11	13,36

Sendo: S² = Variância, DP = Desvio Padrão, CV = Coeficiente de Variação.

Na Tabela 4, pode-se verificar a biomassa de cada componente das árvores do povoamento de Pinus avaliado. A seqüência encontrada é de biomassa de madeira > galhos > acículas > casca. La Torraca et al. (1984) estudando a biomassa produzida e nutrientes exportados nos diferentes componentes de *Pinus elliottii* com 24 anos de idade encontraram uma seqüência madeira > galhos > casca > acículas, percebe-se que houve uma inversão nos componentes casca e acículas, o fato de no presente trabalho as acículas representarem maior biomassa do que a casca pode ser devido as condições de manejo e espaçamento e/ou devido idade dos povoamento, apenas 12 anos. Castro et al. (1980) estudando a distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades, observou que o componente madeira vai aumentando com a idade do povoamento e que o componente acículas vai diminuindo com a idade, estes mesmo autores encontraram uma seqüência de biomassa madeira > casca > ramos (galhos) > acículas.

A biomassa dos componentes acima relacionados representa a biomassa acima do solo das árvores de Pinus do povoamento estudado, sendo que o fuste (madeira + casca) e a copa (acículas + galhos) representam 73,71 e 26,29 % respectivamente. La Torraca et al. (1984), no estudo já citado anteriormente, encontraram respectivamente 78,71 e 21,29 % para fuste e copa. Castro et al. (1980), no estudo também já citado, observaram que o fuste vai aumentando com a idade do povoamento e a copa diminuindo, sendo os valores observados respectivamente para fuste e copa de 84,4 e 15,6 % (8 anos), 86,9 e 13,1 % (14 anos) e 87,2 e 12,8 % (18 anos).

TABELA 4: Biomassa média e percentual de cada componente no povoamento Pinus estudado, Santa Maria - RS, 2007.

Componente	Biomassa (kg ha ⁻¹)	%
Acículas	16.647,71	9,27
Galhos	30.562,15	17,02
Casca	16.134,17	8,98
Madeira	116.233,44	64,73
Total	179.577,47	100

Na Tabela 5 são apresentados os dados referentes ao número de árvores, a Área Foliar (AF) e o Índice de Área Foliar (IAF) do povoamento de Pinus estudado, para cada árvore amostrada, para cada parcela estudada e por hectare e as respectivas médias.

TABELA 5: Número de árvores, Área Foliar (AF) e Índice de Área Foliar (IAF) do povoamento de Pinus estudado, Santa Maria - RS, 2007.

Por Árvore (6m ²)			Por total de árvores/ha (10.000m ²)		
Nº árvores	AF (m ²)	IAF	Nº de árvores	AF (m ²)	IAF
1	60,62	10,10	1607	97421,65	9,74
1	81,99	13,67	1607	131773,85	13,18
1	51,78	8,63	1548	80135,47	8,01
Média	64,80	10,80	1587,30	103110,32	10,31

Na Figura 1 pode-se observar a relação entre a área foliar e a biomassa de madeira para as árvores amostradas no povoamento de Pinus.

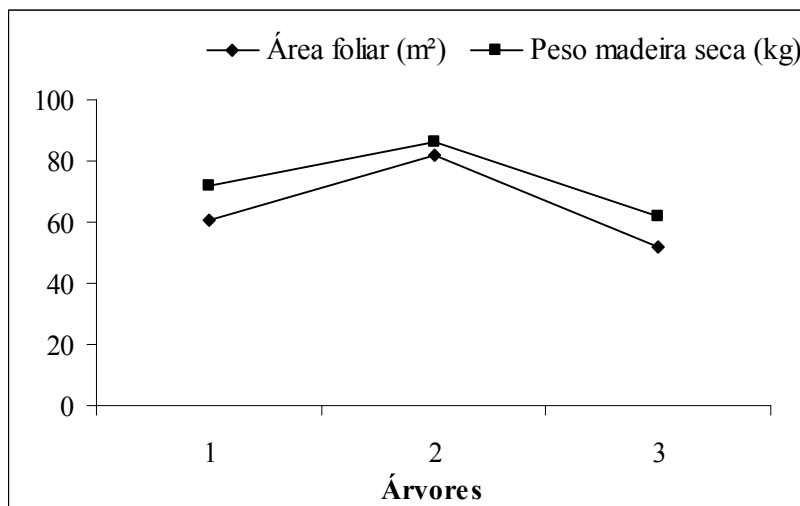


FIGURA 1: Relação entre área foliar e biomassa de madeira para as árvores amostradas no povoamento de Pinus, aos 10 anos de idade, Santa Maria - RS, 2007.

Observando a Tabela 5 e a Figura 1, percebe-se que há uma relação direta entre a área foliar e o peso de madeira seca das árvores de pinus avaliadas. Sendo a biomassa de madeira seca um bom parâmetro para estimar a área foliar de povoamentos de pinus. O IAF médio encontrado para o povoamento foi de 10,8.

Quando a área foliar é relacionada com o volume da madeira, percebe-se que também há uma relação direta, porém pouco perceptível devido a pequena diferença existente entre os volumes das árvores, nas amostradas no presente estudo o volume variou de 0,1717 m³ a 0,1858 m³/árvore.

Na Figura 2 pode-se observar que há uma relação direta entre o diâmetro (DAP) e o índice de área foliar (IAF) para o povoamento de Pinus estudado.

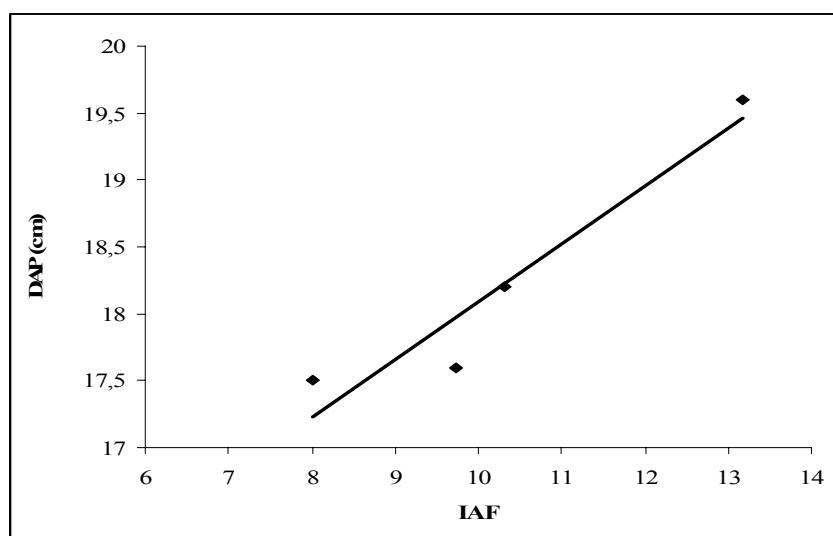


FIGURA 2: Relação entre diâmetro (DAP) e índice de área foliar (IAF) para o povoamento de Pinus estudados, aos 10 anos de idade, Santa Maria - RS, 2007.

O Índice de Área Foliar cresce com a idade das plantações até se estabilizar em um valor máximo que varia segundo as características da espécie. A produtividade bruta da comunidade vegetal segue em geral o mesmo comportamento do IAF (Alvin, 1975 *apud* Schumacher, 1992). De acordo com Kramer & Kozlowski (1979) *apud* Schumacher (1992), a produtividade máxima em espécies florestais geralmente ocorre para valores de área foliar entre 8 a 10, valores estes semelhantes ao encontrado no presente trabalho.

O IAF pode variar ainda com a interação das diferentes espécies que compõem o povoamento florestal. Drumond (1985) *apud* Schumacher (1992), por exemplo, observou para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, quando em plantios puros, um IAF de 12,5. Todavia esta espécie plantada em consórcio com *Liquidambar styraciflua* reduziu o IAF para 1,4 tornando-se dominada. No presente trabalho encontrou-se valores de IAF de 8,63 até 13,67 (em média 10,8), sendo que estes encontram-se de acordo com o IAF para o *Pinus caribaea*.

CONCLUSÕES

Houve relação direta entre a área foliar e o peso de madeira seca no povoamento de *Pinus elliotii* estudado, sendo este um bom parâmetro para estimar o IAF (Índice de Área Foliar).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMBIENTE BRASIL. **Florestal**. Disponível em: <<http://www.ambientebrasil.com.br>>. Acesso em: 10 maio de 2008.
- BEATRIZ, G. et al. **Indicações para escolha de espécies de *Pinus***. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/revista/materia.php?edicao=99&id=953>>. Acesso em: 27 novembro de 2006.
- CASTRO, C. F. de A.; POGGIANI, F.; NICOLIELO, N. Distribuição da fitomassa e nutrientes em talhões de *Pinus oocarpa* com diferentes idades. **IPEF**, n.20, p.61-74, jun.1980.
- ECKMÜLLNER, O., STERBA, H., Crow condition, needle mass and sapwood area relationships of Norway spruce (*Picea abies*). **Canadian journal forest**. 2000. vol 30. p. 8.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.
- FORTES, F. O.; SCHEEREN, L. W.; SOUZA, L. H. S. Predição da forma do tronco e volume segmentado de *Pinus elliotii* utilizando polinômio de 5º, considerando dados agrupados em classes de diâmetro. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 3., 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/CCR/PPGEF, 2004. p. 281-287.
- MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Gimnospermas**. Santa Maria: Ed. da UFSM, 1996. 158p.
- MIZOUE, N., Fractal analysis of tree crow images in relation to crown transparency. **Journal Forest Plann.** vol 7, 12p.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961.
- LA TORRACA, S. M.; HAAG, H. P.; MIGLIORINI, A. J. Recrutamento e exportação de nutrientes por *Pinus elliotii* var. *elliotii* em um latossolo vermelho escuro na região de Agudos, SP. **IPEF**, n.27, p.41-47, ago.1984.
- PÉLLICO NETTO, S. & BRENA, D. A. **Inventário Florestal**. Curitiba: Editorado pelo autores, 1997. 316p.
- SCHUMACHER, M.V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus Camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Mesell**. Piracicaba, SP, 1992. 87p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1992.

ANÁLISE DA ESTRUTURA, DISTRIBUIÇÃO DIAMÉTRICA E ESPACIAL DE UMA FORMAÇÃO SECUNDÁRIA NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA, NOVA PRATA - RS

ANALYSIS OF THE STRUCTURE, SPATIAL AND DIAMETRIC DISTRIBUTION IN A SECONDARY FORMATION IN THE MIXED OMBROPHYLUS FOREST, IN NOVA PRATA - RS

Débora Bortoli Sartori¹ Jaciane Xavier Bressiani¹ Régis Villanova Longhi¹ Solon Jonas Longhi²

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de analisar a estrutura, a distribuição diamétrica e a distribuição espacial de um trecho de mata secundária na província fitogeográfica da Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, Rio Grande do Sul. Os dados foram obtidos mediante amostragem sistemática de 34 parcelas de 10m x 30m, somando uma área total de 10.200 m². Nas parcelas, foram mensurados os indivíduos com CAP \geq 30 cm e anotados dados como espécie, altura total, altura comercial, posição sociológica, qualidade de fuste e classe de copa. Foram contabilizados 588 indivíduos pertencentes a 16 famílias botânicas. As espécies mais representativas foram *Lithrae brasiliensis* e *Symplocos uniflora* com 55,72% do índice de valor de importância. O índice de diversidade de Shannon foi igual a 1,93, indicando baixa diversidade florística. A distribuição diamétrica seguiu o modelo de “J invertido”. A análise da distribuição espacial das espécies mostrou que a maioria das espécies do trecho em estudo encontram-se com tendência à agregação (42%).

Palavras-chave: Floresta ombrófila mista, fitossociologia, floresta secundária.

ABSTRACT

This work was made to examine the structure, diametric distribution and spatial distribution of a part of secondary forest in phytogeographic province Mixed Ombrophylous Forest in the city of Nova Prata, Rio Grande do Sul. The data was obtained through systematic sampling of 34 plots of 10m x 30m, adding a total area of 10200m². In the plots, were measured individuals with CAP \geq 30 cm and taken notes like species, height, commercial height, sociological position, a class of stem and crown. They were counted a total of 588 individuals belonging to 16 botanical families. The species most representatives were *Lithrae brasiliensis* and *Symplocos uniflora* with 55,72% of the important value index. The estimated value of the index for Shannon was equal to 1,93, indicating low floristic diversity. The diameter distribution shows a tendency of a “J-inverse” model. The analysis of the spatial distribution showed that most of the species are with tendency to the aggregation (42%).

Key words: Mixed ombrophylus forest, phytossociology, secondary forest.

INTRODUÇÃO

Foi por volta de 1875 que chegaram ao Brasil os primeiros imigrantes europeus, descendentes de italianos, refugiados das dificuldades geradas por grandes transformações políticas e econômicas no seu país de origem. A política de incentivo a imigração promovida pelo governo brasileiro impulsionou a ocupação do Norte e Nordeste do Rio Grande do Sul para áreas inúteis à prática da pecuária, atividade econômica principal do estado. A ocupação destas áreas com predomínio da *Araucária angustifolia* causou grandes mudanças na vegetação ali presente. Hoje, restam poucas áreas no domínio deste tipo de vegetação não intervencionadas antropicamente. Apenas ocorrem fragmentos sob proteção em reservas de patrimônio público ou áreas protegidas pela iniciativa privada.

Conforme inventário florestal contínuo realizado no Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002), em 2000, 38.159,52 km² ou 13,5% da área coberta por florestas naturais no Estado eram florestas nativas em estágios médios e avançados e 11.396,77 km² (4,03%) em estágios iniciais de sucessão

Este trabalho tem como objetivo principal analisar um trecho de vegetação secundária no domínio da Floresta Ombrófila Mista após cerca de 46 anos da intervenção antrópica, analisando dados relativos à estrutura horizontal, distribuição diamétrica e espacial.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A concepção de Floresta Ombrófila Mista procede da ocorrência da mistura de floras de diferentes origens, definindo padrões fitofisionômicos típicos em zona climática pluvial. A área onde há coexistência de representantes da

¹ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, UFSM

² Prof. Titular, Dr. Dendrologia, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, 97660-900 Santa Maria, RS. E-mail: sjlonghi@smail.ufsm.br

flora tropical (afro-brasileira) e temperada (austro-brasileira), com marcada relevância fisionômica de elementos Coniferales e Laurales, é denominado Planalto Meridional Brasileiro, área de dispersão natural do pinheiro-brasileiro ou do pinheiro-do-paraná, a *Araucaria angustifolia* ou "curiirama" dos indígenas, espécie gregária de alto valor econômico e paisagístico (LEITE & KLEIN, 1990).

Foi a partir de 1875 que começaram a chegar ao Rio Grande do Sul os primeiros imigrantes italianos que foram designados para a borda superior do Planalto Meridional, fundando municípios como Caxias do Sul, Bento Gonçalves, Veranópolis e Nova Prata. Com a ocupação, foi intensa a derrubada de árvores, principalmente de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, utilizada tanto na construção como cedendo lugar ao cultivo de milho, trigo, uva e uma policultura de subsistência. (MAGNOLI *et al.*, 2001)

Segundo Leite & Klein (1990) no domínio dos solos derivados do relevo fortemente ondulado do basalto (geralmente situados acima dos 800 m) freqüentemente os resquícios florestais e a vegetação secundária (capoeiras) assumem maior expressão na fisionomia. Rambo (1956) ressalta que é de interesse estudar as transformações operadas nas matas secundárias.

Sucessão é definida como um progresso vegetacional resultante do aumento na biodiversidade e na complexidade estrutural. Este desenvolvimento ocorre a partir de um ambiente terrestre com pouca ou nenhuma ocupação vegetal, o qual inicialmente é dominado por plantas pioneiras que gradualmente são substituídas por espécies mais exigentes em termos de luminosidade e condições do solo (VELOSO *et al.*, 1991).

É na floresta secundária que começam a surgir espécies características da floresta madura, assim como epífitas e lianas, praticamente inexistente nos estágios anteriores. Desta forma, a floresta secundária, em seu aspecto externo, pouco se diferencia da primária. Apenas com uma observação mais atenta nota-se que as espécies mais exigentes ou faltam completamente ou apenas ocorrem em estado jovem (KLEIN, 1980).

Em climas úmidos a vegetação tende a ser uma complexa série de camadas sobrepostas formada por árvores altas, arbustos, ervas, musgos, etc. Uma grande porcentagem da flora é facultativa quanto à exigência de luz e outra parte prefere habitar lugares desprovidos de luz (DAUBENMIRE, 1974).

Passados cerca de dez anos do abandono de um local a bracinga, os ingás, os angicos, as canelas e cipós unha-de-gato começam ligeiramente predominar a área. (RAMBO, 1956; LEITE & KLEIN, 1990).

Quanto à fertilidade do solo, há pouca diferença entre a mata virgem e a mata secundária, mas a composição florística é diferente. A mata secundária conhece-se a primeira vista não só pela falta de árvores volumosas como cedros, canjeranas, figueiras, guajuviras, louros e uma centena de espécies comuns em todos os trechos intactos, mas também pela pobreza em espécies, apesar de abundância de indivíduos. (RAMBO, 1956).

A resolução 33 do CONAMA (1994) conceitua vegetação secundária ou em regeneração como sendo aquelas formações herbáceas, arbustivas ou arbóreas decorrentes de processos naturais de sucessão após supressão total ou parcial da vegetação original por ações antrópicas ou causas naturais. Ainda, define "estágio avançado de regeneração" como tendo vegetação arbórea predominando sobre as demais e altura das árvores superior a 8 metros com DAP médio superior a 15 centímetros.

Carvalho Júnior (2002) afirma que o conhecimento dos parâmetros e comportamento de áreas com vegetação florestal em estágio inicial possibilitam informações de grande importância para a tomada de decisões quando se refere à aplicabilidade de medidas compensatórias de caráter obrigatório por lei.

Para análise da estrutura horizontal das comunidades vegetais utiliza-se os parâmetros de densidade, freqüência, dominância, valor de importância e valor de cobertura, que revelam informações sobre a distribuição espacial das populações e sua participação no contexto do ecossistema (GUAPYASSÚ, 1994).

MATERIAL E MÉTODO

Localização da área de estudos

Este trabalho foi conduzido num fragmento de floresta secundária pertencente à província fitogeográfica da Floresta Ombrófila Mista, na propriedade da família Minozzo, conhecida como *Posto dei Bracellieri*, no município de Nova Prata, RS. O trecho em estudo é localizado na beira ao Rio da Prata e têm-se dados que a área em estudo foi alterada há 46 anos atrás, para práticas agrícolas. Desde então foi abandonada.

Os solos desta região são pouco desenvolvidos, rasos, e possuem o horizonte A diretamente assentado sobre a rocha ou sobre um pequeno horizonte C, geralmente com muito material em decomposição (MOSER, 1990). O terreno da área de estudo era em sua maioria íngreme, rara vez apresentava-se com inclinação suave.

O clima é classificado por Köppen como Cfb caracterizado como temperado, com temperatura do mês mais quente inferior a 22°C e a do mês mais frio entre -3°C e 18°C, sendo a temperatura média anual inferior a 18,5°C (MORENO, 1961).

Método de análise

A área amostrada foi dividida em 34 parcelas de 10m x 30m (300m²) perfazendo uma área total de 10200 m². A amostragem utilizada foi a sistemática, onde somente a primeira unidade amostral é aleatorizada e as demais são

selecionadas a partir de um esquema pré-estabelecido de sistematização. Segundo Péllico Netto & Brena (1997) este método reduz tempo e custos no levantamento de dados pelo fácil deslocamento entre as unidades.

Foram mensurados todos os indivíduos arbóreos e arbustivos com CAP (circunferência a altura do peito) maior ou igual a 30 cm. Além do CAP foram medidas a altura comercial e altura total (através de vara graduada de 8 metros de comprimento). Também foi observado e anotado a espécie de cada árvore, sua posição sociológica, qualidade de fuste e classe de copa. Os indivíduos presentes na regeneração não foram quantificados, porém, foram anotadas as espécies que se apresentaram em maior quantidade.

Os indivíduos não identificados a campo tiveram amostras recolhidas e foram encaminhados ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF) para posterior identificação. Não foi possível a identificação de uma espécie devido à dificuldade de coleta de seus ramos. Os parâmetros fitossociológicos foram analisados pelo software “Mata Nativa 2”, desenvolvido por CIENTEC (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Florística e estrutura

Na área amostrada, foram contabilizados 588 indivíduos arbóreos ou arbustivos com CAP \geq 30 cm pertencentes a 27 espécies. Apenas três indivíduos de uma mesma espécie não foram identificados devido a impossibilidade de coleta dos seus ramos. Essas 27 espécies encontram-se distribuídas em 16 famílias botânicas (Tabela 1).

As famílias mais representativas do fragmento foram a Lauraceae, com cinco espécies (18,5%), seguida da família Fabaceae com quatro espécies (14,8%). Outras famílias também importantes na área amostrada foram Aquifoliaceae, Myrtaceae, Rosaceae e Sapindaceae com duas espécies cada. Essas famílias representam aproximadamente 63% das espécies encontradas na área de estudo. Dentre as famílias com maior número de indivíduos mensurados na comunidade estão Symplocaceae (34,2%), Anacardiaceae (31,6%), Fabaceae (10,0%) e Malvaceae (9,3%).

TABELA 1: Parâmetros fitossociológicos para as espécies arbóreas com CAP \geq 30,0 cm amostradas em uma Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata, RS.

FAMÍLIA	ESPÉCIES	N	DR (%)	DoR (%)	FR (%)	IVI (%)
Anacardiaceae	<i>Lithraea brasiliensis</i> Marchand	186	31,63	27,31	20,37	26,44
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	1	0,17	0,16	0,62	0,32
	<i>Ilex theezans</i> Mart.	2	0,34	0,29	0,62	0,41
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.)Glassman	13	2,21	2,27	5,56	3,34
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> Steud.	6	1,02	0,8	1,23	1,02
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> A.St.- Hil.	2	0,34	0,53	1,23	0,7
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	6	1,02	1,11	3,7	1,94
Fabaceae	<i>Gleditschia amorphoides</i> Taub.	2	0,34	0,23	1,23	0,6
	<i>Inga vera</i> Willd.	2	0,34	0,3	0,62	0,42
	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	6	1,02	2,2	1,85	1,69
	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	49	8,33	8,37	9,26	8,65
Lauraceae	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees) Kosterm.	6	1,02	1,27	0,62	0,97
	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	1	0,17	0,11	0,62	0,3
	<i>Nectandra megapotamica</i> Mez	8	1,36	1,68	1,85	1,63
	<i>Ocotea puberula</i> Nees	3	0,51	1,09	1,85	1,15
	<i>Ocotea pulchella</i> Mart.	2	0,34	0,25	0,62	0,4
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	54	9,18	11,13	11,11	10,48
Myrtaceae	<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	1	0,17	0,11	0,62	0,3
	<i>Psidium cattleianum</i> Sabine	1	0,17	0,1	0,62	0,3
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	5	0,85	0,58	3,09	1,5
	<i>Quillaja brasiliensis</i> March.	16	2,72	4,13	4,94	3,93

TABELA 1: Continuação.

Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	6	1,02	0,83	3,09	1,64
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> Niederl.	1	0,17	0,1	0,62	0,29
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	3	0,51	0,5	1,85	0,96
Symplocaceae	<i>Symplocos Uniflora</i> Benth.	201	34,18	33,89	19,75	29,28
Thymelaeaceae	<i>Daphnopsis racemosa</i> Griseb.	1	0,17	0,11	0,62	0,3
Verbenaceae	<i>Duranta vestita</i> Cham.	1	0,17	0,14	0,62	0,31
	Não identificada	3	0,51	0,42	1,23	0,72
TOTAL		588	100	100	100	100

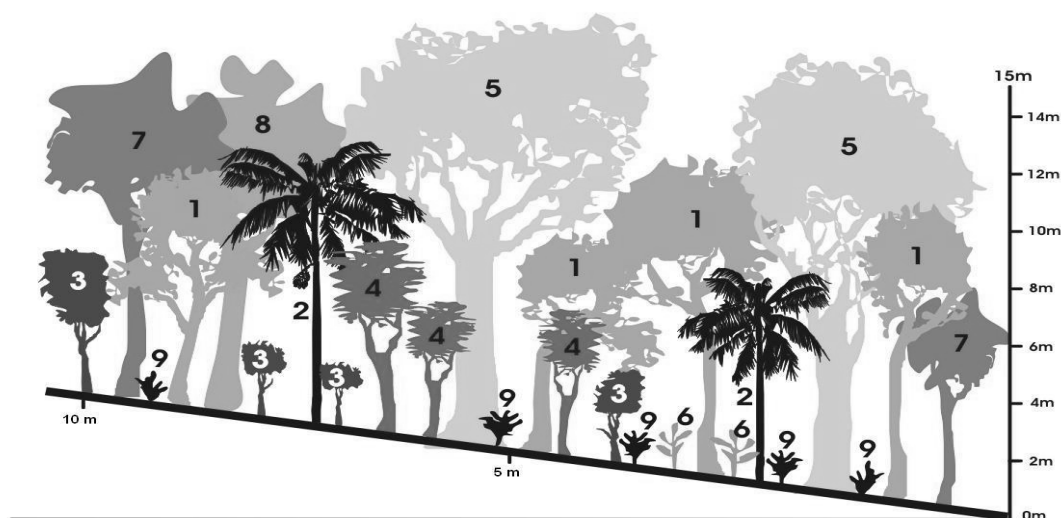
Em que: N = N° de indivíduos amostrados; DR = densidade relativa; DoR = dominância relativa; FR = frequência relativa; IVI = Índice de valor de importância.

As espécies que apresentaram-se em maior quantidade foram *Symplocos uniflora* com 201 indivíduos e *Lithraea brasiliensis* com 186 indivíduos com uma porcentagem de 65,8% do total de indivíduos da comunidade analisada. Estas duas espécies somaram juntas 55,72% do índice de valor de importância, mostrando serem as espécies características da floresta em estudo. Cabe destaque também as espécies *Luehea divaricata* e *Parapiptadenia rigida*, com IVI de 10,48% e 8,65%, respectivamente.

O elevado valor de importância dessas quatro espécies é explicado pela agressividade com que atingem estágios avançados na sucessão, em consequência de serem todas espécies heliófilas ou de luz difusa, preferindo sempre florestas abertas. Estas espécies são chaves na sucessão, pois dão as condições ideais para o posterior surgimento de novas espécies não tão tolerantes a luminosidade. Com o tempo, caso não ocorram mais intervenções, esta comunidade poderá evoluir até a estabilidade, onde são normais espécies características de uma Floresta Ombrófila Mista clímax, como *Ilex paraguariensis*, *Cupania vernalis*, *Matayba elaeagnoides*, e muitas espécies de Lauraceae (LEITE & KLEIN, 1990). Muitas destas já estão presentes seja na regeneração ou com indivíduos arbóreos adultos na amostra em estudo, mostrando o potencial futuro da área em evoluir para um estágio mais avançado de sucessão (Figura 1).

Espécies como *Ilex paraguariensis*, *Duranta vestita*, *Psidium cattleianum*, *Cryptocarya aschersoniana*, *Daphnopsis racemosa*, *Eugenia uruguensis* e *Allophylus edulis* tiveram os mais baixos valores de densidade e frequência, mostrando que são espécies raras na comunidade em estudo. Foram estas espécies que conferiram diversidade à amostra.

Conforme Reitz *et al* (1988) espécies como *Allophylus edulis*, *Parapiptadenia rigida* e *Ocotea puberula* preferem habitar florestas mais esparsas e mais abertas. São muito frequentes em áreas semi-devastadas e de solos íngremes e bem drenados da região fitossociológica da Floresta Ombrófila Mista. O mesmo autor, comenta ainda sobre *Luehea divaricata*, uma espécie heliófila, característica das florestas aluviais, sendo pouco frequente ou até mesmo faltar completamente nas matas altas e densas.



1- *Lithrae brasiliensis*
4- *Symplocos uniflora*
7- *Quilaja brasiliensis*

2- *Syagrus romanzoffiana*
5- *Parapiptadenia rigida*
8- *Luehea divaricata*

3- *Eugenia uniflora*
6- *Allophylus edulis*
9- *Maytenus dasyclada*

FIGURA 1: Esquema da estrutura da vegetação em uma parcela central da amostra.

O índice de diversidade de Shannon encontrado foi igual a 1,93, mostrando a baixa diversidade florística da floresta, o que é esperado quando se estuda uma floresta com intervenção antrópica. O inventário florestal contínuo do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002) encontrou valores para este mesmo índice de diversidade de 2,58 para a Floresta Ombrófila Mista madura.

Distribuição diamétrica

A distribuição dos números de árvores por hectare por classe de diâmetro, com amplitude de 2,5 cm, seguiu a típica distribuição regular de florestas inequidâneas, onde o número de indivíduos diminui a medida que as classes diamétricas aumentam, sendo que a maior frequência de indivíduos se encontra nas classes menores. Aproximadamente 54,6% dos indivíduos apresentaram-se na primeira classe diamétrica, entre 9,5 e 12 cm, diminuindo a medida que esta aumentava, seguindo a distribuição de “J-invertido” (Figura 2).

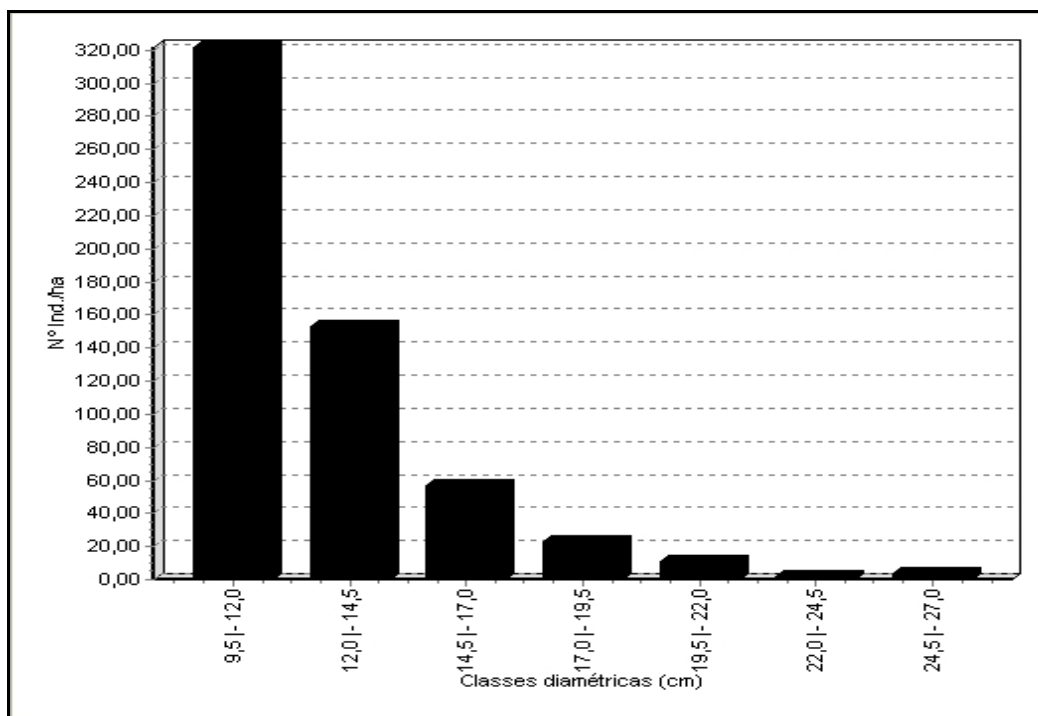


FIGURA 2: Distribuição do número de indivíduos arbóreos, com CAP ≥ 30 cm, por classe de diâmetro, amostrados em Floresta Ombrófila Mista no município de Nova Prata – RS.

Distribuição espacial

A análise da distribuição espacial das espécies foi estimada pelo índice de agregação de MacGuinnes (IGA). A classificação do padrão de distribuição dos indivíduos das espécies obedece a seguinte escala: IGA = 1: distribuição aleatória; IGA < 1: distribuição uniforme; 1 < IGA ≤ 2: tendência à agregação; IGA > 2 : agregada.

Dentre as espécies presentes na área de estudo *Cinnamomum amoenum* apresentou o maior valor de IGA da população: 5,91, classificada portanto como agregada. As espécies com apenas um indivíduo não foram anexadas nesta análise, considerando sua distribuição aleatória.

As espécies mais significativas da área de estudo *Symplocos Uniflora* e *Lithraea brasiliensis* se mostraram respectivamente agregada (IGA = 2,09) e com tendência a agregação (IGA = 1,55). A espécie *Symplocos uniflora* é uma espécie precursora-inicial, sendo a dispersão de suas sementes feita por gravidade, por este motivo aparece geralmente em grupos, geralmente nas terras baixas ou beira de rios (LONGHI, 1995).

A distribuição com tendência a agregação das espécies foi a mais comum na área amostrada, correspondendo a 42% do total, seguida da uniforme com 29% e agregada com 29% (Figura 3).

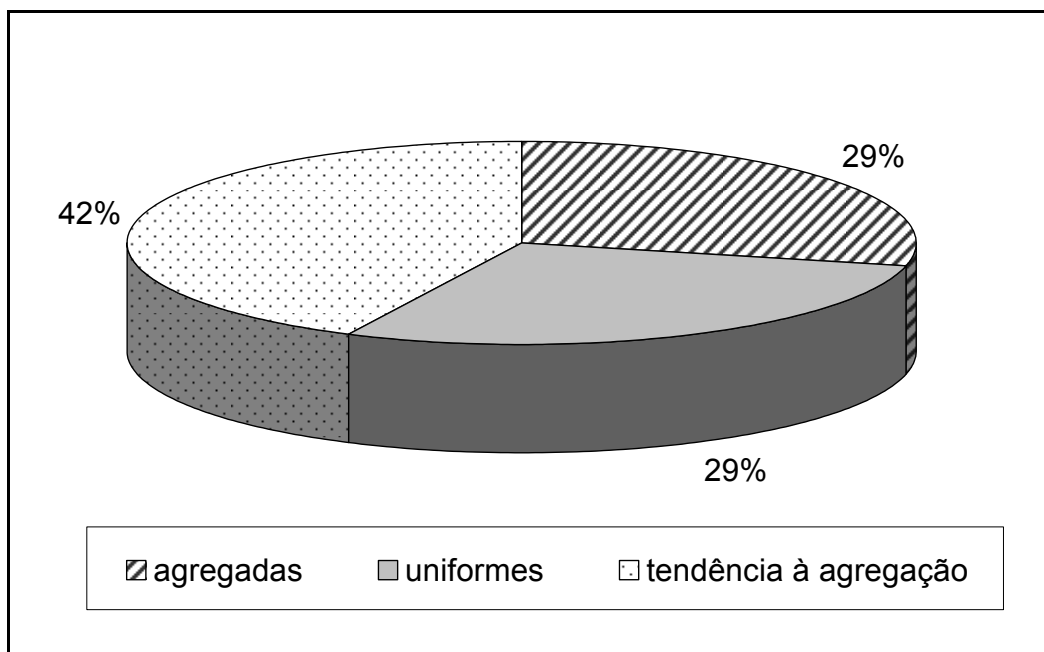


FIGURA 3 : Distribuição espacial das espécies em um fragmento de 10200 m² de mata secundária no município de Nova Prata – RS.

CONCLUSÕES

Foram amostrados 588 indivíduos com CAP ≥ 30 cm na área correspondente a 10200 m². A amostra de vegetação estudada apresentou 27 espécies arbóreas distribuídas em 16 famílias botânicas, sendo Lauraceae e Fabaceae as que obtiveram maior riqueza de espécies. As espécies mais abundantes do fragmento foram *Symplocos uniflora* e *Lithrae brasiliensis* com respectivamente 201 e 186 indivíduos cada, possuindo estas 55,72 % do índice de valor de importância.

O valor estimado para o índice de diversidade de Shannon foi igual a 1,93, considerado baixo para Floresta Ombrófila Mista, mas aceitável por ser referente a uma mata secundária em estágio intermediário de sucessão.

A distribuição diamétrica seguiu o modelo de “J invertido”, comum para florestas inequidâneas, onde há maior frequência de indivíduos nas classes menores de diâmetros.

Os indivíduos desta comunidade encontram-se em pequenas manchas, uniformemente distribuídos ou com tendência a formação de agrupamentos. Levando em consideração as espécies avaliadas, a maioria (42%) se apresentou com tendência à agregação e o restante foi classificado como uniformes (29%) ou agregadas (29%).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO JUNIOR, L.A. **Estágios iniciais de sucessão de vegetação do Estado do Rio Grande do Sul: caracterização florística, fitossociológica e biométrica**. Santa Maria: UFSM, 2002. 125p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria.

CIENTEC. **Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas**. Viçosa - MG: Cientec, 2006.

CONAMA. **Resolução** n. 033, de 07 de dezembro de 1994. Disponível em <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso: 25 abr. 2008.

DAUBENMIRE, R.F. **Plants and Environment: A Textbook of Autecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 422 p.

GUAPYASSÚ, M. dos S. **Caracterização fitossociológica de três fases sucessionais de uma Floresta Ombrófila Densa submontana, Morretes – Paraná**. Curitiba: UFPR, 1994. 165p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.

KLEIN. Ecologia da flora e vegetação do Vale do Itajaí. **Sellowia**, Itajaí, v.32. p. 1980.

LEITE, P.F. & KLEIN, R.M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro, 1990. v.2, p.113-150.

- LONGHI, R.A. **Livro das árvores:** árvores e arvoretas do Sul. Porto Alegre: L & PM. 1995. 174 p.
- MAGNOLI, D. et al. **Cenário Gaúcho:** Representações históricas e geográficas. São Paulo: Moderna. 2001, 127 p.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura, RS, 1961. 48p.
- MOSER, J.M. Solos. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e estatística. **Geografia do Brasil:** Região Sul. Rio de Janeiro, 1990. v.2, p.85-111.
- PÉLLICO NETTO, S.& BRENA, D.A. **Inventário Florestal.** Curitiba: Editado pelos autores. 1997, 316 p.
- RAMBO, B. **A fisionomia do Rio Grande do Sul:** ensaio de monografia natural. 3. ed. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1956. 473 p.
- REITZ, R., KLEIN, R.M., REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: CORAG, 1988. 525 p.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Disponível no site: www.ufsm.br/ifcrs. Capturado em 10.06.2008.
- VELOSO, H.P. *et al.* **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal.** IBGE, Departamento de Recursos Naturais e Estudos Ambientais. Rio de Janeiro, 1991. 124 p.

CLASSIFICAÇÃO DOS SÍTIOS FLORESTAIS PARA POVOAMENTOS DE *Eucalyptus urophylla* NA REGIÃO NORTE DO ESTADO DE GOIÁS

CLASSIFICATION OF THE FOREST SITE FOR STANDS OF *Eucalyptus urophylla* IN THE NORTHERN REGION OF THE STATE OF GOIÁS

Eder Pereira Miguel¹ Sebastião do Amaral machado² Afonso Figueiredo Filho³ Julio Eduardo Arce⁴

RESUMO

Este estudo foi realizado em povoamento de *Eucalyptus urophylla* localizado no município de Niquelândia no estado de Goiás, objetivando a seleção e modelo para a classificação de sítio em uma idade de referência de sete anos. Os dados provieram de 21 parcela remeidas na idade aproximada de três e seis anos. Foram testados sete modelos pelo método da curva média e em seguida o melhor deles foi submetido ao teste de anamorfismo. O modelo de Chapman & Richard foi o que apresentou o melhor desempenho. O teste de anamorfismo para o modelo selecionado demonstrou que a base de dados segue um padrão anamórfico, deixando claro que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local.

Palavras-chave: Índice de Sítio; Plantações de *Eucalyptus*; Método da Curva Guia; Teste de Anamorfismo.

ABSTRACT

This study was carried out in stands of *Eucalyptus urophylla* located in the region of Niquelândia in the state of Goiás, aiming the selection of model for site classification in a reference age of seven years-old. The data came from 21 plots remeasured at approximated ages of 3 and six years. Seven models were tested by the method of the guide curve and then the best model was submitted to the anamorphism test. The model of Chapman & Richard was the one that presented the best performance. The anamorphism test for the selected model demonstrated that the base of data follows an anamorphic stand, leaving clear that the site index doesn't depend on the age, but on the productive capacity of the site.

Key word: Site index; *Eucalyptus* plantations, Guide Curve; Test of anamorphism.

INTRODUÇÃO

Os ecologistas definem sítio como uma unidade geográfica uniforme, caracterizada por uma certa combinação estável dos fatores desse local, enquanto os técnicos em manejo florestal o definem como um fator de produção primário capaz de produzir madeira ou produtos florestais a eles associados. No entanto, Kilian (1984) apontou que estes conceitos são complementares e que uma classificação de sítio, do ponto de vista ecológico, pode e deve preceder a determinação da capacidade produtiva dos locais (MACHADO et al., 1997).

Apesar de ser uma ferramenta de suma importância para o planejamento administrativo e mesmo produtivo das empresas ligadas ao setor florestal, poucas empresas tem suas áreas classificadas quanto ao seu índice de produtividade. Devido a preocupação com gerenciamento florestal, uma evidência em alta do setor florestal no país, a necessidade de um maior conhecimento do volume presente e futuro dos povoamentos florestais para administrar de forma sustentada, afim de que retornos econômicos sejam cada vez mais elevados, as empresas vem buscando um maior conhecimento do potencial de suas florestas, tanto presente como futuro. Assim a classificação dos sítios florestais vem se tornando atividade fundamental, para o estudo do crescimento futuro, afim de facilitar a tomadas de decisões no gerenciamento florestal.

Sendo assim os objetivos deste trabalho foram:

- Selecionar a equação mais estável para as árvores dominantes das unidades amostrais para o povoamento clonal de *Eucalyptus urophylla*, situado na região Norte do estado de Goiás,
- Selecionar o melhor modelo de acordo com as estatísticas de ajuste e precisão e determinar os diferentes índices de sítios.

¹ Engenheiro Florestal, Mestrando Pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, CEP: 80.210-170, Curitiba (PR). miguelederpereira@gmail.com

² Engenheiro Florestal, PhD. Professor Sênior do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, CEP: 80.210-170, Curitiba (PR). samachado@ufpr.br, pesquisador 1ª do CNPq.

³ Engenheiro Florestal, Dr. Professor do Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO, CEP: 84.500-000, Irati (PR). afig@florestal.ufpr.br

⁴ Engenheiro Florestal, Dr. Professor do Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal do Paraná, CEP: 80.210-170 Curitiba (PR). jarce@floresta.ufpr.br

- Aplicar o teste de anamorfismo afim de verificar se o índice de sítio depende da idade, ou da capacidade produtiva do local.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma das atividades básicas e de grande importância na formação de povoamentos florestais é a determinação das unidades de produção que podem ser definidas através de vários procedimentos, sendo um dos métodos a classificação de sítios florestais. Esta prática permite avaliar a capacidade produtiva de uma determinada área, correlacionando com a espécie ou espécies que nela se deseja produzir. Desta forma, grande parte das decisões tomadas no manejo florestal tem base na classificação de sítios

A classificação das propriedades florestais quanto aos possíveis níveis de produtividade é de grande importância, pois da maior ou menor produtividade do sítio dependem: a dimensão dos produtos vindos da floresta nas várias idades; a viabilidade ou não de projetos florestais; as diferentes respostas de certas culturas florestais; a identificação do potencial de produtividade da propriedade florestal, além de fornecer referência para o diagnóstico e prescrição do manejo e conservação do solo. Figueiredo Filho (1991), afirmou que a qualidade do sítio também afeta a forma do tronco, onde em sítios de menor capacidade produtiva, as árvores apresentam maior conicidade.

Segundo Prodan et al. (1997), a qualidade do sítio define a capacidade de uma espécie se desenvolver em um determinado local, levando em consideração as totais condições ambientais do determinado lugar. Existem algumas alternativas para a classificação de sítios conforme apresenta a literatura. Os métodos diretos avaliam a qualidade do sítio a partir de atributos do ambiente, levando em consideração características, como clima, solo e vegetação.

Existe consenso da parte dos manejadores florestais na utilização dos métodos indiretos para o desenvolvimento dos índices de sítios, na qual dentre os atributos do povoamento a altura dominante pelo princípio de Assmann (altura média das 100 árvores de maior diâmetro por hectare), vem sendo universalmente o mais indicado para expressar o potencial produtivo de um determinado local e assim o será até que métodos que reúnam os fatores ambientais possam ser demonstrados de forma numérica e acessível às pessoas ligadas à área florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de Estudo

A área de estudo é de propriedade do Grupo Anglo American plc (CODEMIN), localizada no município de Niquelândia, no Estado de Goiás (Figura 1). De acordo com a classificação da Embrapa, na região do município de Niquelândia. Predominam solos do tipo Latossolo Vermelho- Amarelo, não hidromórficos com horizonte B latossólico, com textura média e relevo plano, ondulado.

O clima, segundo a classificação de Köppen, enquadra-se no tipo AW, característico dos climas úmidos tropicais, com duas estações bem definidas: seca, no inverno, iniciando no mês de maio, estendendo-se até o fim de agosto, e úmida, no verão que tem início em outubro indo até o mês de março, com transições, nas proximidades dos períodos que estão findando, com uma temperatura média anual de 28°C.

O plantio é constituído de um povoamento clonal de *Eucalyptos urophylla*, plantado em Novembro de 2001. A densidade inicial do povoamento foi de 1666 árvores.ha⁻¹ (espaçamento de 3X2 metros).

Para a classificação de sítios foi empregado o método da curva guia, ou curva média. Foram utilizados pares de altura dominante e idades, advindas de 21 parcelas permanentes (duas medições), de aproximadamente 480 m² cada. Sendo assim os pares de idades e alturas da primeira medição estão compreendidos entre as idade 2, 59 e 2,71 anos, e na segunda medição entre as idades 5,42 a 5,71 anos.

Vale ressaltar, que todas as curvas de sítio geradas são consideradas curvas provisórias, pois a idade de referência foi de 7 anos, idade essa ainda não atingida pelo povoamento. A distância entre a idade de referência e a possível rotação do povoamento, faz com que haja necessidade de futuras atualizações das estimativas a fim de obter melhores índices de sítios ou mesmo para validar o presente estudo visando assim melhorias e maior confiabilidade no estudo do crescimento e da produção, uma vez que o sítio assume papel fundamental na produção florestal.

Segundo Schneider et al. (1988), Souza (1999), a idade índice é a idade-padrão, escolhida arbitrariamente, na qual se compara a altura dominante dos diferentes sítios. A escolha dessa idade está na dependência da rotação da espécie e deve ser preferencialmente fixada no final da rotação. Neste estudo, optou-se por uma idade de referência de 7 anos, por ser esta, a idade de rotação média para *Eucalyptus* no Brasil, manejados em densidade completa. O sistema absoluto de classificação de sítios é mais ilustrativo e o mais utilizado em classificações brasileiras.

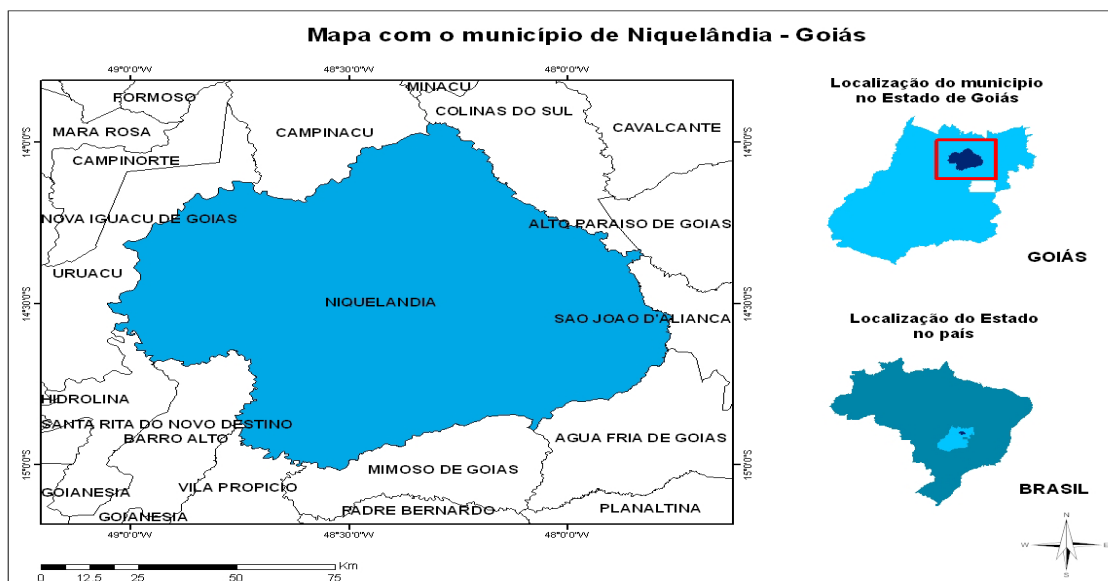


FIGURA 1: Localização da área de estudo.

Foram testados 7 modelos pelo método da curva guia, os quais se encontram na Tabela 1.

TABELA 1: Modelos ajustados pelo método da curva-guia para expressar a capacidade produtiva dos diferentes locais.

Identificação	Modelos	Autoria
Modelo 1	$Ln(Hdom) = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{Id}\right)$	Shumacher
Modelo 2	$Ln(hdom) = \beta_0 + \beta_1 * \left[\left(\frac{1}{Id}\right)^{\beta_2}\right]$	Bailey & Clutter
Modelo 3	$Hdom = \beta_0 * [1 - \exp(\beta_1 * Id)^{\beta_2}]$	Chapman & Richards
Modelo 4	$Hdom = \beta_0 * [1 - \exp(\beta_1 * Id)]$	Spillman
Modelo 5	$Ln(Hdom) = \frac{Id^2}{\beta_0 + \beta_1 * Id + \beta_2 * Id^2}$	Prodan
Modelo 6	$Hdom = \beta_0 + \beta_1 * \left(\frac{1}{Id}\right)$	Curtis

Onde: \ln = logaritmo natural; $hdom$ = altura das árvores dominantes (m); Id = Idade da medição; β_0 ; β_1 ; β_2 = coeficientes a serem obtidos

Os ajustes dos modelos foram realizados através do programa estatístico Statgraphics Centurion. As equações para a estimativa do índice de sitio foram obtidas com suas respectivas estatísticas, podendo assim dar continuidade ao trabalho no que se refere a escolha do melhor ajuste para gerar as curvas de índice de sitio.

A seleção do melhor modelo que relacionado a isso gerou a melhor equação ajustada foi analisada pelas seguintes estatísticas com suas respectivas ordens de importância: Análise gráfica dos resíduos (%), Estabilidade das curvas, que é uma estatística de suma importância a ser utilizada quando se trata de classificação de sítios, pois esta analisa a estabilidade que as parcelas têm no decorrer do tempo de permanecerem dentro do mesmo sitio, Erro padrão da estimativa na escala da variável dependente (Sy_x) em percentagem ($Sy_x\%$), Coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}) e por ultimo o Índice de ajuste de Schlaegel (I.A).

Segundo Scolforo (1997), as curvas anamórficas caracterizam-se por apresentar uma taxa constante de crescimento relativo à altura para qualquer sitio. Nas curvas polimórficas, a taxa de crescimento relativo á altura depende dos fatores do sitio; sendo assim, se faz necessário conhecer o comportamento dos dados com a realização de teste do anamorfismo.

Ajustados os modelos de classificação de sítios florestais e selecionado o melhor modelo, foi realizado o teste de anamorfismo para a equação que propiciou o melhor ajuste de sítios. O teste de anamorfismo permite avaliar se as curvas apresentam comportamentos polimórfico ou anamórfico, ou seja, as alturas dominantes numa mesma idade em distintos sítios apresentam taxa diferente de crescimento.

Scolforo (1997) mencionou que o anamorfismo das curvas de sítios pode ser identificado a partir da verificação da existência de relação linear entre os índices de sítio e as alturas dominantes médias nas idades consideradas, expressando que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados dos seis modelos matemáticos ajustados para a classificação de sítio pelo método da curva-guia.

TABELA 2: Equações resultante dos modelos ajustados.

Modelos	Equações ajustadas
Modelo 1	$Ln(Hdom) = 3,32642 - \left(1,47204 * \left(\frac{1}{Id}\right)\right)$
Modelo 2	$Ln(Hdom) = 33,2256 - \left(30,2256 * \left(\frac{1}{Id}\right)^{0,0130743}\right)$
Modelo 3	$Hdom = 23,6772 * \left(1 - \exp(-30,1997 * Id)^{0,0140213}\right)$
Modelo 4	$Hdom = 23,6772 * \left(1 - \exp(-0,423429 * Id)\right)$
Modelo 5	$Ln(Hdom) = \frac{Id^2}{47,0514 + 2,67664 * Id + 0,00605687 * Id^2}$
Modelo 6	$Hdom = 36,6689 - 27,3639 * \left(\frac{1}{Id}\right)$

Após os ajustes dos modelos, os resultados obtidos pela utilização do método da curva guia para a classificação de sítios, verificou-se que os seis modelos testados apresentaram bons ajustes e com estatísticas muito próximas, no quesito Erro padrão da Estimativa (Syx), e Coeficiente de determinação (R²). Observando também a estabilidade dos modelos, onde se verifica a capacidade que o modelo tem de manter as parcelas no mesmo sítio, nos diferentes anos de medição, pode-se observar uma superioridade no modelo 3, que das 21 parcelas permanentes remeidas 2 mudaram de classe de sítio. A Tabela 3, mostra as estatísticas resultantes dos modelos ajustados, juntamente com suas estabilidades, sendo que quanto menor o número da mudança, melhor a estabilidade.

TABELA 3: Estatísticas de ajuste e precisão dos modelos testados, bem como a estabilidade das 21 parcelas remeidas.

Modelos	Estabilidade		Syx (m)	Syx (%)	R ² (%)	R ² Ajustado(%)
	Não mudou	Mudou				
1	15	6	1,18	6,31	86,62	87,48
2	16	5	1,17	6,28	86,71	87,62
3	19	2	1,18	6,31	84,76	85,36
4	16	5	1,19	6,39	85,14	86,05
5	14	7	1,20	6,46	86,48	85,97
6	16	5	1,18	6,31	85,23	84,63

A seguir estão apresentados os gráficos de dispersão dos resíduos, onde é notório a semelhança de todos os modelos, podendo-se perceber que não existe nenhuma tendência clara, nos resíduos, exceto o modelo 6, que se diferiu dos demais, como nas outras estatísticas já apresentada. A Figura 2 mostra, os resíduos percentuais dos sete modelos ajustados onde é perceptível notar que o erro, tanto em superestimar quanto subestimar não ultrapassaram os 15%, ressaltando a exceção do modelo 6, que chegou a inflacionar em 20%.

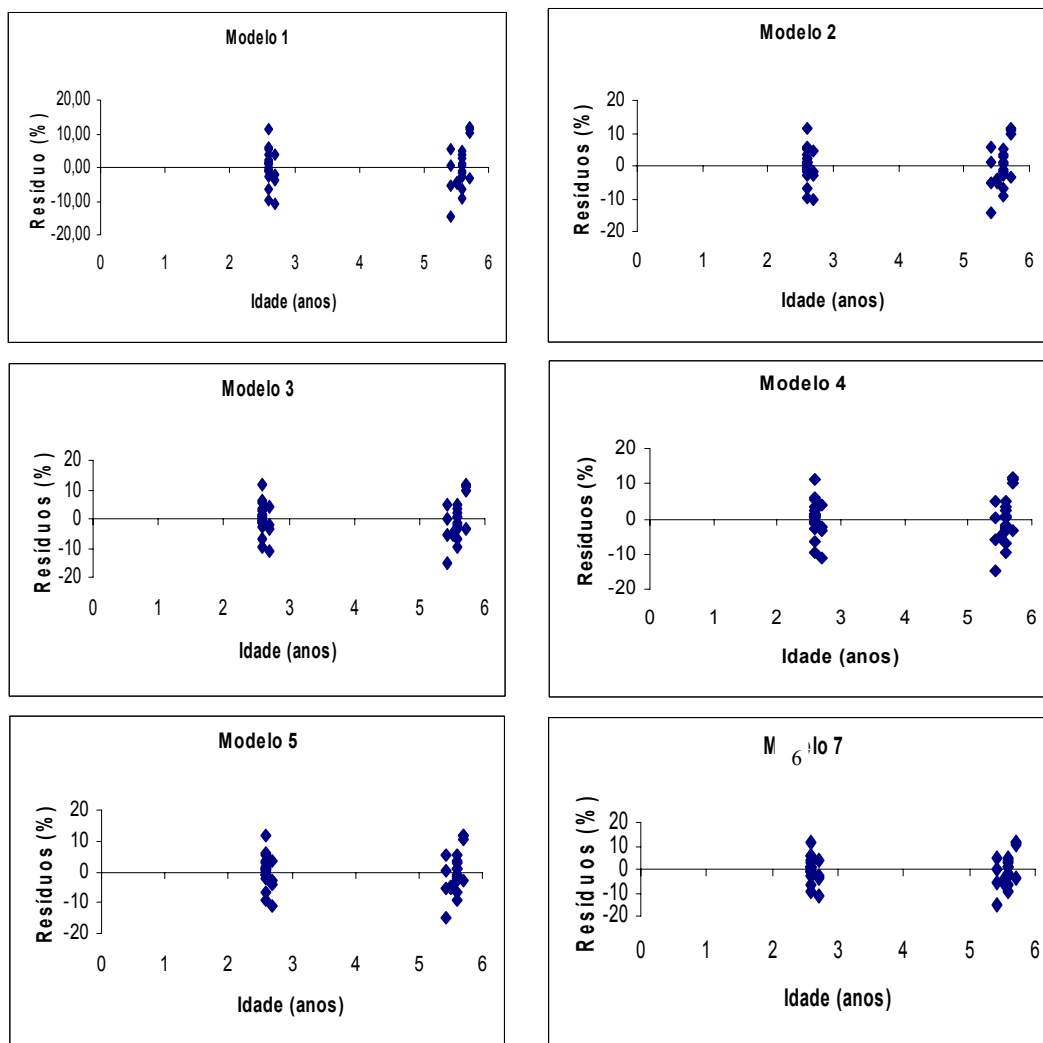


FIGURA 2: Resíduo percentual em função da idade (anos), para os seis modelos testados pelo método da curva-guia

É notório perceber que não existem visualmente diferenças significativas entre os gráficos de resíduos dos modelos ajustados, observou-se que os pontos se distribuem homogeneamente ao longo da linha zero.

Sendo assim, pelo motivo de todas as estatísticas avaliadas dos sete modelos serem muito parecidas, conforme se pode observar nos resultados já apresentados, e os gráficos de resíduos não se diferirem visualmente, levando em consideração a observação feita a respeito do modelo 6, o critério de escolha do melhor modelo baseou-se então na melhor estabilidade, ou seja, a capacidade que o modelo tem de modelar o crescimento dos pares de altura sobre a idade, nos diferentes anos de medição, permanecendo na mesma classe de sítio; ressalta-se que os dados do presente trabalho se restringem apenas a duas medições, fazendo com que as curvas de sítio geradas para o povoamento sejam consideradas provisórias. Sendo assim o modelo 3 (Chapman & Richards) apresentou uma ligeira superioridade nas estabilidades. Como as demais estatísticas se diferem muito pouco nos diferentes modelos ajustados, o modelo 3 foi escolhido para gerar as curvas de sítio.

A escolha do modelo 3 (Chapman & Richards) está em consonância com a literatura. Diversos trabalhos de classificação de sítios desenvolvidos por vários pesquisadores na área florestal apontaram o mesmo como um dos modelos de melhor performance para a construção da família de curvas de índice de sítios, podendo citar Figueiredo (2005), trabalhando com plantios de *Tectona grandis* L.f. na microrregião do Baixo Rio Acre; Scolforo e Machado (1988), para *Pinus elliotti* nos estados do Paraná e Santa Catarina.

Limites de classes de Sítio.

Após ser escolhido o melhor modelo foi possível construir os limites inferiores e superiores para as diferentes classes de sítios. Foi adotada a utilização de três diferentes classes de sítios visando uma maior facilidade na estratificação do povoamento, sendo essa também a metodologia utilizada em outros trabalhos já realizados conforme apresentado na Tabela 4.

TABELA 4: Classes de sítios selecionadas para o povoamento de Eucalyptus.

Classes De Sítios	Intervalo na Idade de Referência (M)	Índices de Sítios
I	24,0 l--- 27,0	25,5
II	21,0 l--- 24,0	22,5
III	18,0 l--- 21,0	19,5

O método da curva guia demonstrou ser para a base de dados estudada, um procedimento a se considerar, pois apresentou estatísticas convincentes, com uma distribuição de resíduos sem nenhuma tendenciosidade, ressaltando o modelo 6. Foi possível gerar uma classificação quase que estável com o modelo selecionado (Chapman & Richards). A Figura 3, mostra as curvas de sítios com seus respectivos limites inferiores e superiores geradas pelo modelo de melhor performance.

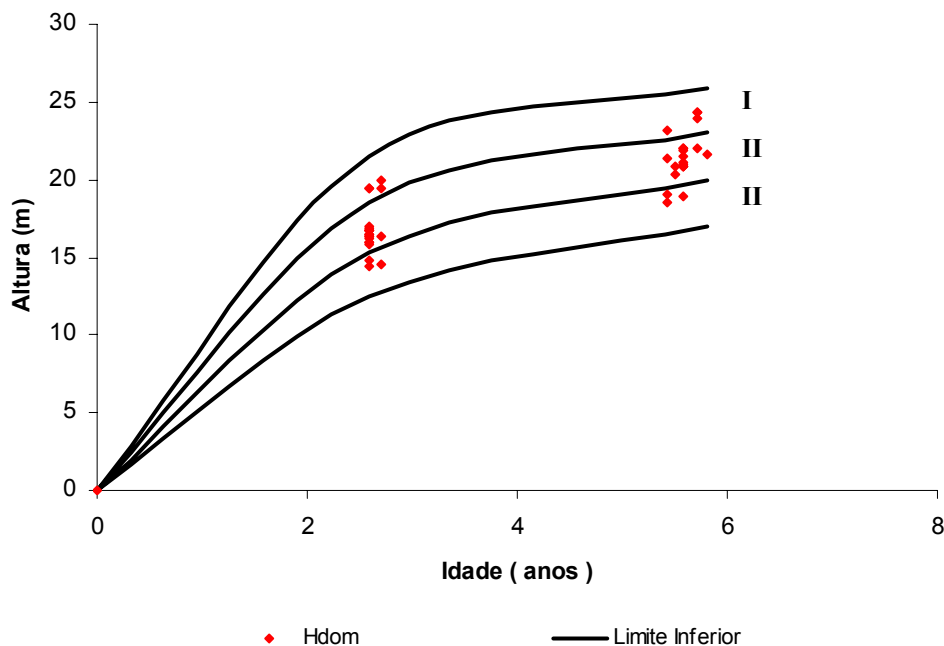


FIGURA 3: Curvas limites de sítios obtidas pelo modelo de Chapman & Richards.

No entanto vale ressaltar que devido o número baixo de medições, (duas medições), e a escolha da idade índice ter sido projetada e a complexidade que é o sítio florestal, as curvas são consideradas provisórias. Outro fato que se deve considerar sobre a classificação dos sítios florestais, e o próprio procedimento adotado, o método da curva guia, por mais que ele seja usado largamente no meio florestal pela maioria das empresas, devido sua facilidade de aplicação, e apresentarem resultados muita das vezes confiáveis, no entanto vale ressaltar que o conceito de uma mesma taxa de crescimento em altura para sítios distintos que compõem uma mesma família de curvas já demonstrou em alguns casos não representar de forma precisa o crescimento do povoamento florestal, conforme mencionou Scolforo (1997).

Teste de anamorfismo para o modelo selecionado

O teste de anamorfismo foi realizado para o modelo selecionado para gerar as curvas de sítios, (Chapman & Richards). Após estabelecer a relação linear entre o índice de sítio e a altura dominante ($S = \beta_0 + \beta_1 H_{dom}$), nas idades em estudo, foi notório a existência de uma alta correlação entre o índice de sítio e a altura das dominantes, em que o coeficiente de correlação (R^2), sempre foi maior que 0,999. A interseção β_0 foi aproximadamente igual a zero para todas as idades, e β_1 maiores que 1, para as mesmas conforme se pode observar na Tabela 5

TABELA 5: Parâmetros estimados para relação índice de sítio – altura das árvores dominantes para diferentes idades

Idades Consideradas (Anos)	β_0	β_1
2,59	-0,000000000000071	1,43055
2,7	0,000000000000021	1,39781
5,42	-0,000000000000003	1,06322
5,51	-0,000000000000043	1,05851
5,59	0,000000000000031	1,054474
5,71	0,000000000000032	1,048644

Este comportamento deixa notável que o índice de sítio não depende da idade, mas sim da capacidade produtiva do local, sendo assim as curvas para índice de sítio para o povoamento clonal de *Eucalyptus urophylla* nas áreas estudadas no município de Niquelândia – Go, tem um padrão anamórfico. A dispersão das observações individuais ao longo da linha de regressão aponta uma relação linear com intercepto zero, como sendo uma suposição válida para a maioria dos casos.

Estudos com diversas espécies também apresentaram o mesmo comportamento, como Figueiredo (2005), trabalhando com plantios de *Tectona grandis* L.f. na microrregião do Baixo Rio Acre; Scolforo e Machado (1988), para *Pinus elliottii* nos estados do Paraná e Santa Catarina, dentre outros trabalhos realizados.

CONCLUSÕES

O modelo de Chapman & Richards, foi escolhido para a construção das curvas de sítio pelo método da curva-guia, devido suas estatísticas de ajuste estarem muito próxima com as demais, porém, mostrou-se superior no teste de estabilidade das parcelas.

Os resultados obtidos pelo método da curva-guia mostraram-se adequados para a base de dados estudada, embora nenhum modelo tenha conseguido estabilidade total.

O teste de anamorfismo para o modelo selecionado, demonstrou que a base de dados segue um padrão anamórfico; porém, a ausência de observações em todas as faixas de índice de sítio, e a pouca repetição das medições nas parcelas permanentes (duas repetições), pode ter levado a ausência de uma estabilidade total nos modelos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FIGUEIREDO, E. O. **Avaliação de povoamentos de teca (*Tectona grandis* L.f.) na microrregião do Baixo Rio Acre**. 301 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2005.

FIGUEIREDO FILHO, A. **Influência da resinagem no crescimento de *Pinus elliottii* Engelm. Var. *elliottii* e sua Avaliação Econômica**. 138 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 1991.

MACHADO, S. do A. Curvas de índice de sítio para plantações de *Pinus taeda* L. na região central do Estado do Paraná. Curitiba. **Revista Floresta**. v.11 ,n.2, p 4 -18, 1980.

PRODAN, M. PETERS, R. COX, F. REAL, P. **Mensura Forestal**. San José, C. R: Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Instituto Internacional de Cooperación para la Agricultura (IICA), 586p. 1997.

SCOLFORO, J.R.S.: **Biometria Florestal: Métodos para classificação de sítios florestais**. Lavras: UFLA/FAEP, 1997. 151p. (textos acadêmicos).

SCOLFORO, J.R.S. ; MACHADO, S.A. Curvas de índice de sítio, para plantações de *Pinus elliottii* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Revista Floresta**, Curitiba, v. 18, n. 112, p. 140-158, jun./dez. 1988.

SCHNEIDER, P.R., BRENA, D.A., FINGER, C.A.G. **Manual para a coleta de informações dendrométricas**. Santa Maria: CEPEF/FATEC/UFSM, 1988b. 28p. (Série Técnica n. 8).

SOUZA, A. N. **Estudo econômico da reforma de povoamentos de *Eucalyptus* spp. - o caso do progresso tecnológico**. 140 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras. Lavras, 1999.

ESTABELECIMENTO DE POVOAMENTOS NATURAIS DE CANDEIA *Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeisch EM ÁREAS MARGINAIS A FRAGMENTOS NATIVOS UTILIZANDO DISPERSÃO NATURAL

ESTABLISHMENT OF CANDEIA *Eremanthus erythropappus* (DC) MacLeisch STANDS IN THE EDGE OF NATIVE FRAGMENTS USING NATURAL DISPERSION

Gabriel William Dias Ferreira¹ Ivonise Silva Andrade Ribeiro² José Roberto Soares Scolforo³

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento da regeneração natural de candeia sujeita a diferentes tratamentos silviculturais, em áreas marginais a fragmentos de vegetação nativa, como estratégia para torná-los maiores e mais resistentes ao efeito de borda. Para isso, foram instalados experimentos nas bordas de quatro fragmentos nativos, em Baependi/MG, em época relacionada ao período de dispersão das sementes da espécie. Os experimentos constituíram de seis blocos, sendo aplicado um tratamento por bloco. Os tratamentos foram: revolvimento do solo; revolvimento do solo + calagem; revolvimento do solo + calagem e fosfatagem; queima controlada; capina manual; testemunha. Para avaliação da regeneração natural foi utilizado o método dos quadrats. O tratamento que envolveu apenas revolvimento do solo foi o que apresentou a melhor avaliação de regeneração, incluindo o índice de estoque estabelecido. A grande vantagem deste tratamento é seu custo relativamente baixo de implantação. O tratamento que apresentou piores índices de avaliação da regeneração natural foi o que utiliza a queima controlada, indicando que não é um método sustentável, apesar de ser muito utilizado por proprietários rurais.

Palavras-chave: *Eremanthus erythropappus*, regeneração natural, efeito de borda.

ABSTRACT

The purpose of this research was study the behavior of natural regeneration of *Eremanthus erythropappus* over different silvicultural treatments, on the edge of native fragments, as a strategy to make it bigger and protected of edge effect. Experiments were installed on the edge of four native fragments, in Baependi/MG, at time related to the period of dispersion the specie's seeds. Were six blocks, with one treatment in each block. The treatments were: soil plowing and disk harrow; soil plowing and disk harrow + liming; soil plowing and disk harrow + liming + phosphorus application; controlled burn; hand hoe; control. The natural regeneration was evaluated through the quadrats method. The soil plowing and disk narrow was the best regeneration indexes, including the established stock. The advantage of this method is the relatively low cost implantation. The controlled burn has presented the worst natural regeneration indexes that indicate a non supported method, even it the most used by rural owners.

Key words: *Eremanthus erythropappus*, natural regeneration, edge effect.

INTRODUÇÃO

A candeia é uma espécie florestal nativa de múltiplos usos, podendo ser utilizada como moirões de cerca de alta durabilidade e, também, como produtora de óleos essenciais, sendo o principal princípio ativo o alfabisabolol que, segundo Pedralli (1997), possui propriedades antiflogística, antibacteriana, antimicótica, dermatológica e espasmódica.

Apresenta baixo custo de produção, já que ela se desenvolve naturalmente em sítios com solos pouco férteis e rasos, nos quais seria difícil a implantação de culturas agrícolas ou mesmo de outra cultura florestal, constituindo, portanto, uma fonte de renda para produtores que não têm alternativas devido à baixa potencialidade das regiões onde elas ocorrem para agricultura e, ou, pecuária. Ocorre naturalmente em solos arenosos ou pedregosos, apresentando crescimento inicial acelerado e com baixa exigência edáfica (Rizzini, 1979).

No entanto, contraditoriamente, apesar da candeia ser uma espécie florestal geradora de renda, faltam estudos que forneçam informações sobre o comportamento da sua regeneração natural, bem como o a melhor maneira de conduzir o manejo da espécie. A regeneração natural é a forma mais antiga de renovação de uma floresta. Todas as espécies arbóreas possuem mecanismos que permitem a perpetuação do sistema natural. É elemento importante na evolução de uma espécie arbórea, e está intimamente correlacionada com o ambiente em que a espécie se desenvolveu.

¹ Aluno de Graduação do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras/MG – gabrielwdf@yahoo.com.br

² Doutoranda em Engenharia Florestal - Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras/MG – ivoniseribeiro@hotmail.com

³ Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras/MG – scolforo@ufla.br

Como os candeais passíveis de exploração geralmente são marginais às áreas de mata, espera-se que hajam diversos benefícios ambientais nos locais onde o manejo do candeal for implementado, como a diminuição do efeito de borda nesses fragmentos. Assim, este trabalho teve como objetivo analisar a regeneração natural da candeia sujeita a diferentes tratamentos silviculturais em áreas marginais a fragmentos com vegetação nativa, como estratégia para torná-los maiores e mais protegidos dos efeitos de borda.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A candeia ocorre em várias partes da América do Sul, sendo encontrada no Brasil, nordeste da Argentina e no norte e leste do Paraguai. No Brasil, esta espécie está distribuída pelos estados de Goiás, Paraná, Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo, Distrito Federal, Minas Gerais, Bahia, Espírito Santo e Rio de Janeiro. (Carvalho, 1994; Pedralli, Teixeira e Nunes, 1996).

Pertence à família Asteraceae ou Compositae, ao gênero *Eremanthus* e, segundo MacLeisch (1987), englobando 18 espécies. Dentre essas, foi estudada neste trabalho a espécie *Eremanthus erythropappus*, pois esta é uma das espécies com ampla ocorrência no Estado de Minas Gerais.

É uma árvore cuja altura varia de 2 a 10 m, podendo atingir 35 cm de diâmetro. A faixa de densidade da madeira da espécie situa-se entre 0,60 e 0,78 g/cm³, com predominância destes valores entre 0,63 e 0,71 g/cm³ (Pérez, 2001).

É uma espécie florestal de múltiplos usos, sendo utilizada predominantemente como moirão de cerca pela sua alta durabilidade e, também, na extração de óleos essenciais, cujo principal princípio ativo é o alfabisabolol, que é o componente presente em maior proporção no óleo de candeia, em torno de 66,1% (Siqueira, 2002). É empregado na fabricação de medicamentos e cosméticos (cremes, bronzeadores, protetores solares, veículo para medicamentos, além de uso na profilaxia e cuidados da pele de bebês e adultos, entre outros).

A candeia é uma espécie pertencente ao grupo ecológico das pioneiras, secundária inicial, considerada precursora na invasão de campos (Carvalho, 1994). Desenvolve-se rapidamente em campos abertos, formando povoamentos mais ou menos puros. Isto acontece também dentro da floresta quando ocorre alguma perturbação, pois trata-se de uma espécie heliófila (Corrêa, 1931).

A regeneração natural é a forma mais antiga de renovação de uma floresta. Cada tipo de regeneração surge na dependência de numerosas pré-condições, que são freqüentemente bastante diversas de uma espécie arbórea para outra. Em todos os casos, são indispensáveis as seguintes condições: presença, em quantidade suficiente, de sementes viáveis; e condições edafo-climáticas à altura das exigências de germinação e crescimento (Lamprecht, 1990).

Barnet & Baker (1991) e Edwards (1987) relacionam as vantagens da regeneração natural em relação à regeneração artificial o baixo custo de estabelecimento, a utilização de pouca mão-de-obra e equipamentos pesados, pequenos distúrbios no solo, baixa incidência de pragas e doenças e ausência de problemas com a origem geográfica das sementes. No entanto, ainda para estes autores, ela apresenta também algumas desvantagens como o pouco controle sobre o espaçamento e densidade inicial, menor produção em alguns casos, poder resultar povoamentos irregulares, dificultando os trabalhos mecanizados, além da dificuldade de fazer uso do melhoramento genético.

Nos estudos de manejo florestal é muito importante estimar a quantidade da regeneração natural, devendo-se atentar para várias características, tais como a densidade de plantas, suas dimensões e condições de desenvolvimento (Seitz, 1980).

Atualmente, praticamente toda pesquisa de regeneração natural contém dados sobre a densidade de plantas. O levantamento da densidade é feito através de parcelas de forma quadrada, retangular ou circular (Jankovski, 1996). Não existe consenso quanto ao nível satisfatório de densidade que um povoamento regenerado naturalmente deve alcançar, pois cada povoamento apresenta características e objetivos próprios (Wenger e Trousdell, 1958). Como comparação com outra espécie florestal, conforme Barnet e Baker (1991), um povoamento de *Pinus taeda* com regeneração natural satisfatória deve ter, no mínimo, 2470 plantas/ha liberadas e bem distribuídas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O estudo foi conduzido na borda de quatro fragmentos, localizados no município de Baependi/MG, nas coordenadas 22°00'21" de latitude sul e 44°48'45" de longitude oeste. A altitude média da região é de 1194 m. As áreas foram selecionadas por estarem localizadas em uma região em que a candeia é potencialmente explorada e largamente comercializada, sendo, portanto, bastante representativa para este estudo.

O clima do município, segundo Köppen, é do tipo Cwb (mesotérmico úmido), com temperatura média variando de 18°C a 20°C e a precipitação média anual é da ordem de 1.400 mm. A vegetação característica da região inclui o Campo Cerrado, a Mata de Galeria e a Floresta Semidecidual Montana. O solo predominante é do tipo Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico.

Caracterização do experimento

O experimento foi instalado em época relacionada ao período de dispersão das sementes da candeia, a qual ocorre no período de agosto a outubro. Desta forma, as condições favoráveis para estabelecimento da regeneração natural da candeia foram otimizados, ou seja, luminosidade direta no solo, limpeza do solo e precipitação adequada no período.

Foram instalados 6 blocos com 6 tratamentos (parcelas de 20x20 metros), especificados a seguir:

- A. Revolvimento do solo (aração e gradagem);
- B. Revolvimento do solo (aração e gradagem) + calagem com dispersão mecânica;
- C. Revolvimento do solo (aração e gradagem) + calagem e fosfatagem com dispersão mecânica;
- D. Queima controlada;
- E. Capina manual;
- F. Testemunha: solo com cobertura natural (capim nativo).

Avaliação da regeneração natural da candeia

A regeneração natural da candeia foi avaliada pelo método dos quadrats com forma quadrada, tendo como base as quatro primeiras classes da definição proposta por Barnard (1950). Considerou-se um estoque de 2500 plantas/ha, lançando-se quadrats de 4 m² (2 x 2 metros). Definiu-se que quatro plantas não estabelecidas corresponderiam a uma estabelecida, sob o argumento de que pelo menos uma delas atingirá a classe das estabelecidas.

Os quadrats foram lançados nas bordas dos quatro fragmentos. Estes foram delimitados com barbante para que se melhor com maior acurácia retratar as informações a serem coletadas. Dentro de cada quadrat, foi medida a altura de todas as regenerantes e cada uma delas recebeu uma placa de identificação para o acompanhamento do crescimento.

A análise dos dados foi realizada de maneira que se avalie o “status” desta regeneração. Os índices que foram obtidos são mostrados abaixo:

a) Densidade da regeneração de plantas estabelecidas/ha (DE)

$$\frac{10000\text{m}^2}{\text{a.u.r.}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{10000\text{m}^2}{\text{a.u.r.}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n e_i}{m}$$

b) Densidade da regeneração de plantas não estabelecidas/ha (DU)

$$\frac{10000\text{m}^2}{\text{a.u.r.}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n u_i}{m}$$

c) Densidade de recrutamento/ha (DR)

$$\frac{10000\text{m}^2}{\text{a.u.r.}} \cdot \frac{\sum_{i=1}^n r_i}{m}$$

d) Média ponderada das alturas (\bar{H})

$$\bar{h} = \frac{H \cdot \sum_{i=1}^n e_i + \sum_{i=1}^n \bar{h}_i u_i}{\sum_{i=1}^n e_i + \sum_{i=1}^n u_i}$$

e) Índice da regeneração natural estabelecida (I₁)

$$I_1 = \frac{\text{altura media ponderada}}{\text{altura das plantas estabelecidas}} = \frac{\bar{h}}{H}$$

f) Índice de estoque (I₂)

$$I_2 = \frac{10000\text{m}^2}{\text{a.u.r.}} \cdot \frac{m}{m} \cdot \left[\sum_{i=1}^n \frac{u_i}{n p n} + \sum_{i=1}^n e_i \right]$$

g) Estoque estabelecido (EE)
 $I_1 \cdot I_2$

Onde: a.u.r. - área da unidade de registro; n - número de unidades amostrais; m_i - número de unidades de registro na i-ésima unidade amostral ($i = 1, 2, 3, \dots, n$); $m = \sum_{i=1}^n m_i$ número total unidades de no levantamento; e_i - número total de plantas estabelecidas na i-ésima unidade de amostra; u_i - número total de plantas não estabelecidas na i-ésima unidade de amostra; r_i - número total de recrutadas na i-ésima unidade de amostra; H - altura das plantas estabelecidas \bar{h}_i - média das alturas das plantas não estabelecidas na i-ésima unidade de amostra; npn - número de mudas não estabelecidas que equivalem a 1 planta estabelecida.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na análise da regeneração natural da candeia são apresentados na Tabela 1.

A maior densidade de recrutamento (DR) foi de 6566,67 plantas por ha, no tratamento com apenas revolvimento do solo (Tratamento A). A maior densidade de regeneração de plantas não estabelecidas (DU) foi de 17820,83 plantas por ha, também no tratamento A.

A maior densidade de regeneração de plantas estabelecidas (DE) foi de 2404,17 plantas por ha, no tratamento A, seguido pelo tratamento que envolveu o revolvimento do solo e posterior aplicação de calcário e fosfato (Tratamento C) com uma densidade de regeneração de plantas estabelecidas igual a 691,67 plantas por ha e pelo tratamento envolvendo revolvimento do solo e aplicação de calcário (Tratamento B), com 370,83 plantas estabelecidas por ha. Os demais tratamentos, queima controlada (Tratamento D), capina manual (Tratamento E) e testemunha (Tratamento F) apresentaram resultados muito distantes destes, com uma densidade de regeneração de plantas estabelecidas variando entre 95,83 e 41,67 plantas por ha, para a testemunha e queima controlada, respectivamente.

O índice da regeneração natural estabelecida (I_1) variou de 0,54 a 0,75 da altura das plantas estabelecidas, sendo que se aproveitaram quatro não estabelecidas valendo uma estabelecida. O maior índice de estoque (I_2) foi de 1540,63 plantas por ha para o tratamento A. E para o estoque estabelecido (EE), o ranking dos tratamentos foi A, C, B, D, F, e E.

Nota-se que o Tratamento A apresentou o melhor comportamento nas avaliações feitas. Este tratamento consistiu apenas revolver o solo após a exploração, não tendo custo de calcário ou fosfato. Os tratamentos utilizaram calcário ou fosfato apresentaram resultados medianos, e em alguns índices de avaliação, bem distantes dos resultados encontrados com o Tratamento A, não justificando o investimento. Já a queima controlada (Tratamento D), não foi eficaz, apesar de ser uma prática muito utilizada pelos proprietários.

TABELA 1: Resultados obtidos na análise de regeneração natural da candeia.

Resultados	Tratamentos					
	A	B	C	D	E	F
Regenerantes	1071,67	364,50	439,00	274,17	370,00	206,67
R	262,67	58,33	63,83	141,17	88,50	19,50
U	712,83	291,33	347,50	130,33	279,83	183,33
E	96,17	14,83	27,67	2,67	1,67	3,83
DR	6566,67	1458,33	1595,83	3529,17	2212,50	487,50
DU	17820,83	7283,33	8687,50	3258,33	6995,83	4583,33
DE	2404,17	370,83	691,67	66,67	41,67	95,83
\bar{H}	0,99	0,90	1,03	1,13	0,81	0,86
I_1	0,66	0,60	0,69	0,75	0,54	0,57
I_2	1540,63	1057,29	1206,25	651,04	700,00	642,71
EE	1092,91	642,98	824,84	373,77	367,51	369,62

Considera-se: Regenerantes = número total de mudas encontradas na área; R = número total de mudas recrutadas encontradas na área; U = número total de mudas não estabelecidas encontradas na área; E = número total de mudas estabelecidas encontradas na área;

CONCLUSÃO

O tratamento envolvendo apenas revolvimento do solo (Tratamento A) foi o que gerou melhores índices de regeneração. A grande vantagem deste tratamento é seu baixo custo, por não apresentar custo de calcário ou fosfato. A testemunha apresentou resultados baixos, muito distantes dos alcançados no Tratamento A, o que não justifica sua utilização.

Como os resultados da queima controlada não foram satisfatórios, espera-se um declínio dessa técnica, melhorando a qualidade dos solos e uma maior conscientização ambiental por parte dos proprietários rurais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARNARD, R. C. Linear regeneration sampling. **The Malay. For.**, v. 13, n.3, p. 129-142, 1950.
- BARNET, J.P.; BAKER, J.B. Regeneration methods. In: DUREYA, L.; DOUGHERTY, P.M. (Eds.) **Forest regeneration manual**. Dordrecht: Kluwer, 1991. p.35-50.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 1994. 640p.
- CORRÊA, M.P. **Dicionário de plantas úteis do Brasil**. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura, v.1, p.431-433, 1931.
- EDWARDS, M.B. Natural regeneration of loblolly pine. USDA. Forest Service. **General Technical Report. SE**, Asheville, NC, n.47, p.1-17, 1987.
- JANKOVSKI, T. **Estudo de alguns aspectos da regeneração natural induzida em povoamentos de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliotti* Engelm.** 1996. 160p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas - possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. Eschborn: GTZ, 1990. 343p.
- MACLEISH, N.F.F. Revision of *Eremanthus* (Compositae: Vernoniae). **Annals of the Missouri Botanical Garden**, Saint Louis, v.47, p.265-290, 1987.
- PEDRALLI, G. Estrutura diamétrica, vertical e análise do crescimento da candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip.) na estação ecológica do Tripuí, Ouro Preto - MG. **Revista Árvore**, Viçosa, v.21, n.2, p.301-306, 1997.
- PEDRALLI, G.; TEIXEIRA, M.C.B.; NUNES, Y.R. Estudos sin ecológicos sobre a candeia (*Vanillosmopsis erythropappa* Schult. Bip) na estação ecológica de Tripuí, Ouro Preto (MG, Brasil). **Forest**, p.117-118, abr./jun.1996
- PÉREZ, J.F.M. **Sistema de manejo para candeia (*Eremanthus erythropappus* (DC.) MacLeish)**. Lavras: UFLA, 2001. 71p. Dissertação (Mestrado em Produção Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- RIZZINI, C.T. **Árvores e madeiras úteis do Brasil: manual de dendrologia brasileira**. São Paulo: Editora Edgar Blücher, 1979. 296p.
- SEITS, R.A. O Diagrama de áreas vazias. **Floresta**. Curitiba, v.11, n.2, p.52-58, 1980.
- SIQUEIRA, D. **Caracterização química da casca e madeira de candeia (*Eremanthus erythropappus*)**. Lavras: UFLA, 2002. 21p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.
- WENGER, K.F.; TROUSDELL, K.B. Natural regeneration of loblolly pine in South Atlantic Coastal Plain. **Production Research Report**. USDA. Forest Service, Washington, DC, n.13, p.1-78, 1958.

AVALIAÇÃO DO DESEMPENHO DE PARICÁ (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) EM PLANTIO IRRIGADO NO ESTADO DO PARÁ

ASSESSMENT OF THE PERFORMANCE OF PARICÁ (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) PLANTING IRRIGATED IN THE STATE OF PARÁ

Ezequiel Gasparin¹ Maristela Machado Araujo² Marcela Gomes da Silva³ João Olegário Pereira de Carvalho⁴
Josué Evandro Ribeiro Ferreira⁵ Raimundo Nonato Jesus dos Santos⁶

RESUMO

Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) é uma espécie arbórea que vem sendo utilizada no mercado madeireiro, principalmente por sua facilidade de cultivo e rápido crescimento. No presente trabalho avalia-se o crescimento do paricá em plantio irrigado, na Fazenda Rio Capim, Município de Paragominas, PA. Foram avaliadas três parcelas, com e sem irrigação, de 20 x 20 m em plantio com espaçamento de 4 x 4 m. Foram medidos o DAP (diâmetro a 1,30m do solo), altura total, e altura comercial. Foram determinados a área basal e volume comercial. A espécie apresentou melhor desenvolvimento no sistema irrigado, com média de 10,1 cm de DAP, 15 m de altura total, 11,01 m de altura comercial, 8,47 m² ha⁻¹ em área basal e 42,8 m³ ha⁻¹ de volume comercial, em plantio com idade de 20 meses. A irrigação influenciou positivamente no crescimento do paricá, mostrando ser uma prática recomendável para o melhor desempenho da espécie em plantios comerciais e em recuperação de áreas alteradas na região amazônica.

Palavras-chave: espécie arbórea da Amazônia, irrigação em plantios, reflorestamento, plantio puro.

ABSTRACT

Paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) is a tree species that has been used in the timber market, mainly for its ease of cultivation and rapid growth. In this study assesses the growth of paricá in irrigated planting in the Ranch Rio Capim, City of Paragominas, PA. Three plots, with and without irrigation, from 20 x 20 m in planting with a spacing of 4 x 4 m. We measured the DBH (diameter 1.30 m to the ground), height, and trade height. They were determined to basal area and trade volume. The species had better development in the irrigation system, with an average of 10.1 cm DBH, height of 15 m, 11.01 m high commercial, 8.47 meters ha⁻¹ in basal area and 42.8 m³ ha⁻¹ trade volume in planting aged 20 months. The irrigation positively influenced the growth of paricá, showing to be a practice recommended for the best performance of the species in commercial plantations and rehabilitation of areas changed in the Amazonia region.

Key words: tree species in the Amazonia, plantations in irrigation, reforestation, planting pure.

INTRODUÇÃO

Schizolobium parahyba var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby (paricá) é uma espécie arbórea da família Leguminosae, sub-família Caesalpinoideae, com ocorrência natural nas latitudes de 17°N no México a 14°S, no Brasil, em Mato Grosso (CARVALHO, 2006). Sua madeira é mole, leve, de fácil processamento, mas de baixa durabilidade natural (SOUSA *et al.*, 2005). Vem sendo largamente utilizada na fabricação de forros, palitos, lâminas, compensados e na obtenção de celulose, adquirindo-se um papel branqueado de excelente qualidade e resistência (CARVALHO e VIÉGAS, 2004; MARQUES *et al.* 2006; VIÉGAS *et al.*, 2007).

Por ser uma espécie de grande porte e rápido crescimento é indicada para plantios comerciais, sistemas agroflorestais e reflorestamentos em áreas alteradas, podendo ser plantada tanto em formações homogêneas como em consórcio (SABOGAL *et al.*, 2006; SOUSA *et al.*, 2005).

Nos últimos anos as plantações de paricá têm aumentado, principalmente em empresas privadas instaladas no estado do Pará, o que tem contribuído para aumentar o conhecimento sobre o seu desenvolvimento. De modo geral, o

1. Acadêmico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal. UFSM. 97.105-970. Santa Maria. RS. E-mail: ezequiel_gasparin@hotmail.com

2. Eng^a. Florestal, Dra. Professora do Departamento de Ciências Florestais. UFSM. 97.105-900. Santa Maria. RS. E-mail: araujo.maristela@gmail.com

3. Eng^a. Florestal MSc., Professora da UFRA – Tapajós. 68.035.110, Santarém, PA. E-mail: marcela.gsilva@gmail.com

4. Eng. Florestal D.Phil., Pesquisador da Embrapa, 68.095-100, Belém, PA. E-mail: olegario@pq.cnpq.br

5. Eng. Florestal BSc., Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda., 67.120.000. E-mail: evandro@cikel.com.br

6. Técnico Florestal, Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda., 68.625-970. E-mail: nonato@cikel.com.br

paricá tem alcançado uma produtividade de 25 a 30 m³ há⁻¹ ano⁻¹. Possui boa capacidade de rebrota e um fuste retilíneo desprovido de ramificações persistentes (MARQUES *et al.*, 2006).

O espaçamento utilizado nos plantio de paricá depende, principalmente, da finalidade da plantação e da fertilidade do solo. Para situações de solos de baixa fertilidade da Amazônia, recomenda-se espaçamentos 3 x 2 m, podendo-se realizar desbastes a partir de dois anos permitindo um melhor crescimento das árvores (Souza *et al.*, 2003)

Marques (1990), avaliando o comportamento de espécies florestais consorciadas com culturas agrícolas, com 36 meses de cultivo, observou taxa de sobrevivência de 95,5% para o paricá, enquanto que em monocultivo a taxa foi de 98,8%. A espécie também apresentou um bom desempenho em altura (7,13 m) e em DAP (7,84 cm) quando consorciada com milho e capim-marandu aos 24 meses de plantio, sendo estes valores superiores aos de outras espécies florestais cultivadas como o eucalipto.

O estudo do crescimento das árvores é de fundamental importância para o entendimento do comportamento desses indivíduos em diferentes situações como: tipo de plantio, clima, solo, topografia, competição entre outros. Segundo Encinas *et al.* (2005), o crescimento das árvores é entendido como uma mudança de uma característica mensurável, como, por exemplo, diâmetro, altura e volume, etc., e é influenciado por fatores fisiológicos e ecológicos, pelo tempo e por fatores genéticos que interagem com o meio ambiente.

Além desses fatores a escassez de água exerce efeitos diretos e indiretos no crescimento e desenvolvimento das plantas. O efeito direto é a “fome nutricional” ou “estresse hídrico”, caracterizada pela diminuição da taxa de fotossíntese, alta taxa de fotorrespiração, inibição da parede celular e da síntese de proteínas, ao fechamento estomático, quebra de compostos nitrogenados e acúmulo de solutos. Os efeitos indiretos são devido a baixos potenciais osmóticos e à restrição na disponibilidade de nutrientes minerais a planta (Gonçalves, 1982; Taiz e Zeiger, 2004).

Neste estudo é avaliado o efeito da irrigação sobre o crescimento de plantio de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) em plantio puro no período de agosto de 2004 a março de 2006 gerando mais informações importantes para o investimento em sistema de irrigação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A adoção de plantios comerciais tem contribuído para a redução do desmatamento das florestas naturais e, conseqüentemente, para a conservação de espécies nativas. Com a grande demanda do mercado madeireiro se faz necessário a utilização de espécies florestais com boa performance em crescimento e produção de madeira. Por possuir essas características, o paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) vem se destacando em plantios comerciais e em recuperação de áreas degradadas (Costa *et al.*, 1998).

Conforme Sousa *et al.* (2005) esta espécie também é conhecida como paricá-grande, bandarria, faveira, guapuruvu-da-amazônia entre outros. Essa árvore assemelha-se muito com *Schizolobium parahyba* (guapuruvu), porém diferencia-se desta por florescer sem perder as folhas, possuir pétalas pilosas e apresentar sementes maiores.

Em sua idade adulta pode atingir dimensões de 40 m de altura e 100 cm de DAP (diâmetro a 1,30m do solo). É classificada como uma espécie monóica, pertencente ao grupo ecológico das pioneiras, floração ocorrendo de junho a julho e frutificação de agosto a outubro no Pará (CARVALHO, 2006).

Um dos problemas encontrados nos plantios de paricá é o ataque de pragas e doenças. Cerca de 42% dos plantios nos municípios paraenses analisados por Sabogal *et al.* (2006) apresentavam pragas. A mais conhecida é a mosca-da-madeira (*Rhaphiorhynchus pictus*). Outro problema verificado é o *secamento da ponteira*, doença provocada pelo ataque de fungos do gênero *Rosinia*. Porém, devido ao paricá apresentar boas características silviculturais, como um bom desenvolvimento em altura e diâmetro, tem sido empregado em consórcios agroflorestais e silvipastoris na Amazônia, na recuperação de áreas alteradas e em plantios comerciais homogêneos (CARVALHO e VIÉGAS, 2004; DIAS-FILHO, 2006).

Costa *et al.* (1998) observaram o decréscimo no crescimento do paricá quando plantado em período de elevada precipitação. Porém, cabe ressaltar que a formação de povoamentos puros no período de menor precipitação na região poderá ser limitante para a sobrevivência das mudas em pleno sol. Os espaçamentos utilizados nos povoamentos tem se diversificado (3 x 3 m; 4 x 4 m; 3 x 4 m; 5 x 4m; 6 x 4m), mas atualmente tem-se adotado espaçamento 4 x 4 m, pela facilidade de limpeza e mecanização (MARQUES *et al.*, 2006).

Esta espécie tem se adaptado a maioria dos solos da região, no entanto seu desenvolvimento é superior em solos de média e alta fertilidade e menor em solos muito argilosos e pouco férteis. Nos estágios iniciais de plantios tem se mostrado intolerante ao sombreamento, com notável redução em seu crescimento (ROSSI *et al.*, 2001).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na fazenda Rio Capim, de propriedade da empresa Cikel Brasil Verde Madeiras Ltda, localizada no Município de Paragominas, Estado do Pará. A área utilizada para o plantio de paricá foi de 350 ha, sendo que apenas 0,5 ha desta área foi utilizada para avaliar a influência da irrigação sobre o não irrigado.

Segundo a classificação de Köppen, o tipo climático dominante na região é *Aw*. A precipitação média anual é de 1.800 a 2.100mm, com um período chuvoso iniciando em novembro/dezembro e prolongando-se até março/abril. A umidade relativa do ar é elevada, com valores entre 80 e 85% e a temperatura média anual é de 27°C (Silva *et al.*, 2007).

Estão sendo realizadas análises físicas e químicas para determinar o tipo de solo na área experimental. As únicas informações existentes foram registradas em Brasil (1973, 1974) e são as seguintes: os Latossolos Amarelos de textura média a muito argilosa são dominantes na redondeza; e os Latossolos e Argissolos encontrados em áreas de relevo plano e suavemente ondulado, sem presença de concreções lateríticas, possuem boas propriedades físicas como profundidade, drenagem, permeabilidade e friabilidade.

Para o monitoramento da influência da irrigação sobre o crescimento do paricá a área irrigada foi dividida em 10 parcelas de 20 x 20 m de 25 plantas (espaçamento 4 m x 4 m), mantendo-se três linhas de bordadura. Das dez parcelas foram sorteadas três, das quais foi possível monitorar o sistema com irrigação. Para comparar os dados foi demarcada uma área adjacente com o mesmo tamanho, onde também foram sorteadas três parcelas a serem avaliadas no sistema sem irrigação. Foram feitas vinte medições com um intervalo de trinta dias. O estudo teve início em agosto de 2004 e foram realizadas medições até março de 2006.

A avaliação do crescimento foi feita pela medição mensal do diâmetro e altura das árvores. Foi também realizada mensuração da altura comercial a partir de fevereiro de 2005. O diâmetro foi medido somente quando a planta atingiu 2 m de altura. Foram calculados a área basal (G) e o volume comercial (V) individualmente para cada árvore e a média por hectare. O fator de forma utilizado foi de 0,44 conforme estudo realizado por Tonini *et al* (2005) selecionando diferentes equações para o paricá.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O sistema de irrigação influenciou positivamente o crescimento em diâmetro e altura total do paricá. No período de agosto a setembro de 2004 o crescimento não respondeu positivamente à irrigação, provavelmente por ter sido o primeiro mês em que recebeu o tratamento. A partir de outubro o crescimento em diâmetro e altura total sob irrigação superou todos os demais do sistema não irrigado (Figura 1 e 2).

O período inicial das chuvas (dezembro) favoreceu ainda mais o plantio irrigado, enquanto, porém no plantio não irrigado as plantas não responderam ao aumento das chuvas. Provavelmente, nas áreas não irrigadas as plantas necessitaram de um período de adaptação à condição de maior disponibilidade de água, para então aumentar sua biomassa. Em março de 2006 o diâmetro e altura total observados foram, respectivamente, de 10,1 cm e 10,3 m nas parcelas sem irrigação, e 13,2 cm e 15,0 m nas parcelas com irrigação.

Nas parcelas irrigadas uma árvore apresentou bifurcação, três foram prejudicadas por fungos e formigas, a taxa de sobrevivência foi de 98,67%. Nas parcelas sem irrigação, ocorreram seis árvores bifurcadas e duas foram prejudicadas por fungos, a taxa de sobrevivência foi de 100%. Do total de árvores analisadas no experimento, 4,67% apresentaram tortuosidade devido principalmente ao vento.

Na avaliação feita por Sabogal *et al.*, (2006), em plantio de paricá consorciado com outras espécies florestais, foi observado um DAP médio de 22,2 cm aos 5 anos de idade, enquanto que em plantio puro numa área de pastagem o DAP foi de 12,1 cm aos 3,5 anos de idade. Em plantações mistas em áreas de pastagem a altura observada foi de 14,1 m aos 5,8 anos.

Alvino (2006), estudando o crescimento de paricá em diferentes espaçamentos consorciado com leguminosas de cobertura de solo, verificou que em plantios de 24 meses de idade em monocultivo com espaçamento de 4 x 4m a espécie atingiu uma altura de 7,4 m, e consorciado com leguminosa (feijão-de-porco) atingiu 9,70 m. Em relação ao crescimento em diâmetro verificou que maiores espaçamentos proporcionam um maior crescimento.

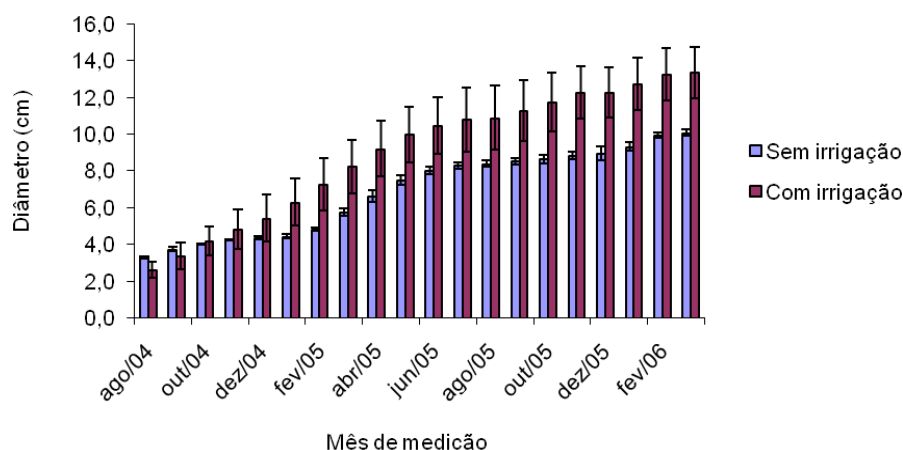


FIGURA 1: Evolução do diâmetro médio de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) aos 20 meses de idade, plantado na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (três amostras de 20 x 20 m com irrigação e três sem irrigação).

A partir de fevereiro de 2005, período que o paricá apresentou maior desenvolvimento procedeu-se a mensuração da altura comercial (Figura 3). Nas parcelas sem irrigação obteve-se uma altura média de 7,4 m e nas parcelas com irrigação uma altura média de 11,01 m aos 20 meses do plantio.

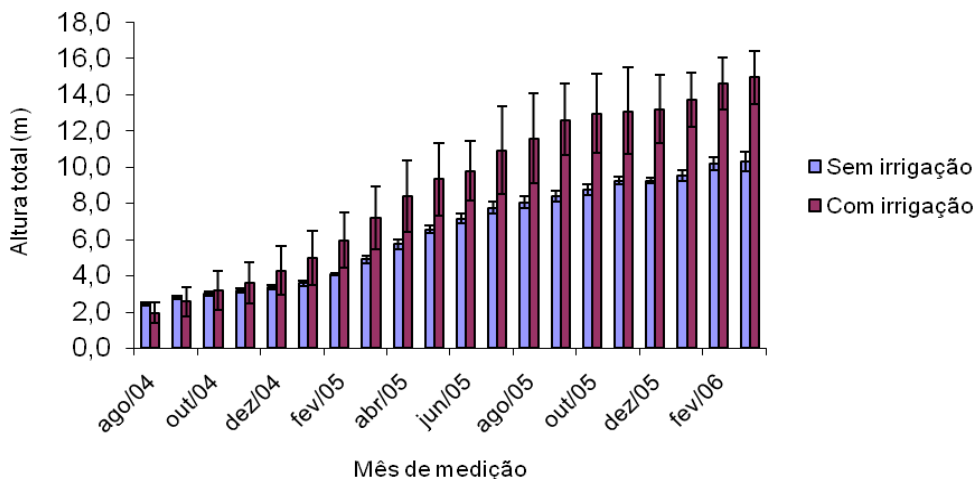


FIGURA 2: Evolução da altura total média de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) aos 20 meses de idade, plantado na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (três amostras de 20 x 20 m com irrigação e três sem irrigação).

Em plantações puras de capoeira o paricá atingiu uma altura comercial média de 14,4 m aos 5,3 anos de idade (SABOGAL *et al.*, 2006). Em estudo realizado por Rondon (2002) testando diferentes espaçamentos foi observada uma altura média para o paricá de 20,0 m e um DAP médio de 19,5 cm aos 60 meses de idade.

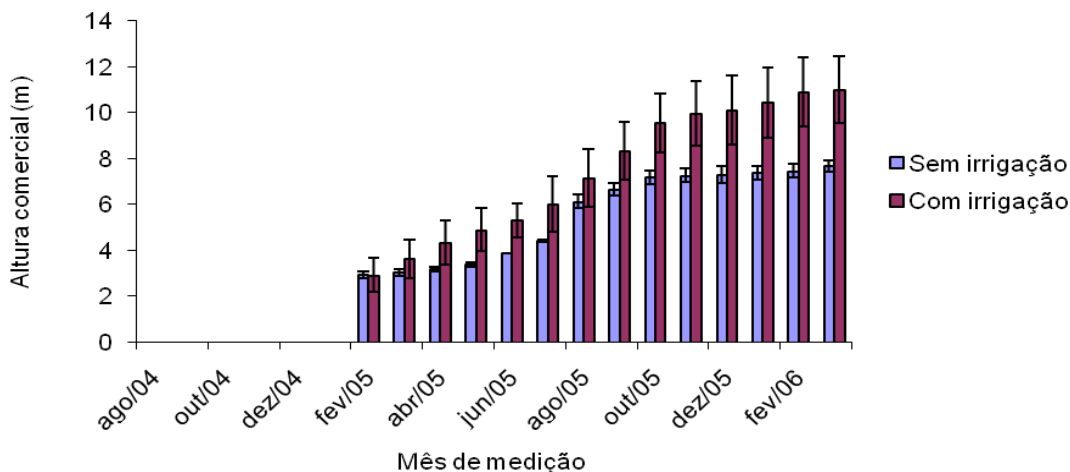


FIGURA 3: Evolução da altura média comercial de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) aos 20 meses de idade, plantado na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (três amostras de 20 x 20 m com irrigação e três sem irrigação).

Observa-se na Figura 4, que a área basal média por hectare aos 20 meses de plantio foi de 5,16 m² ha⁻¹ na área sem irrigação enquanto que na área com irrigação foi de 8,47 m² ha⁻¹. Em relação ao volume comercial (Figura 5), as parcelas com irrigação apresentaram 42,8 m³ ha⁻¹ e as parcelas sem irrigação 17,9 m³ ha⁻¹. As plantas tiveram um bom desenvolvimento com o aumento da disponibilidade de água na irrigação no decorrer do período de menor precipitação, sendo que os valores encontrados para área basal e volume comercial foram expressivos no sistema irrigado.

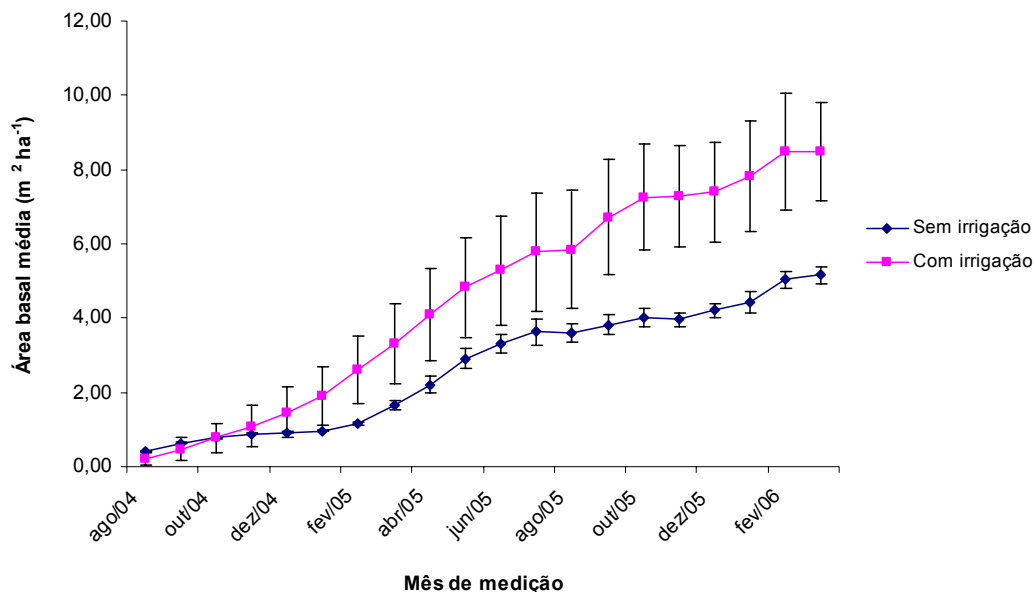


FIGURA 4: Gráfico da área basal média de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) aos 20 meses de idade, plantado na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (três amostras de 20 x 20 m com irrigação e três sem irrigação).

A forma que a árvore apresenta é de grande importância para reflorestamentos e sistemas agroflorestais. Tonini *et al.* (2006) destacam que o paricá apresenta baixo percentual de bifurcação com formação de fuste longo e reto, corroborando com seu ótimo desempenho que é recomendada como uma espécie promissora para plantações na região amazônica.

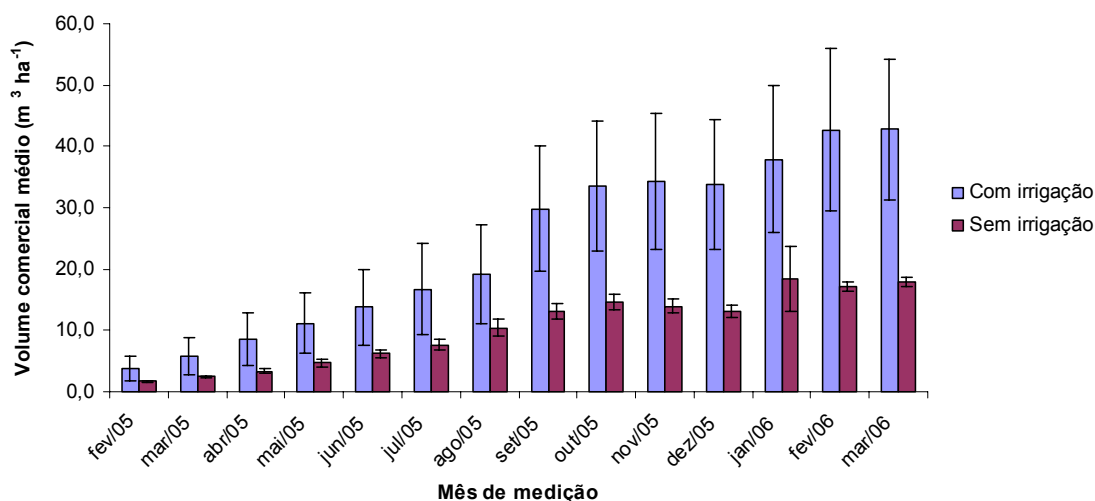


FIGURA 5: Evolução do volume comercial médio de paricá (*Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby) aos 20 meses de idade, plantado na Fazenda Rio Capim, Paragominas, PA (três amostras de 20 x 20 m com irrigação e três sem irrigação).

Ferreira *et al.* (2005), estudando o crescimento inicial de espécies madeiráveis em sistemas agroflorestais no Estado de Roraima, agruparam as espécies em crescimento rápido e crescimento lento, e classificaram paricá e o tatajuba (*Bagassa guianensis*) como espécies de rápido crescimento.

Deve-se destacar que o comportamento da espécie estudada esteve vinculado às condições de sítio (solo, declividade, clima e tratos culturais), além da procedência e qualidade das sementes utilizadas. Entretanto, estudos a fim de verificar a influência da irrigação no crescimento do paricá nos períodos de menor precipitação são fundamentais para gerar informações mais consistentes para o investimento de sistemas irrigados. Além disso, é importante a caracterização das propriedades da madeira, tanto em plantios irrigados como em plantios sem irrigação.

CONCLUSÕES

A irrigação influenciou positivamente no crescimento de *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber ex Ducke) Barneby, mostrando ser uma prática recomendável para o melhor desempenho da espécie em plantios comerciais e em recuperação de áreas alteradas na região amazônica.

Ressalta-se a necessidade de analisar as características físicas e mecânicas da madeira de paricá, tanto em sistema irrigado como em não irrigado, para conhecer a influência da irrigação na qualidade da madeira em função do rápido crescimento.

Sugere-se também, que sejam intensificados os estudos sobre as pragas e doenças relacionadas ao estabelecimento e desenvolvimento da espécie em plantações.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVINO, F.O. **Influência do espaçamento e da cobertura de solo com leguminosas sobre o crescimento do paricá.** Belém: UFRA, 2006. 77p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal Rural da Amazônia, 2006.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Levantamento de Recursos Minerais.** Folha AS.23 São Luís e parte da Folha AS.24 – Fortaleza. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia. 1973. V.3.

BRASIL. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Levantamento de Recursos Minerais.** Folha AS.22 Belém. Geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra. Rio de Janeiro, Ministério de Minas e Energia. 1974. V.5.

CARVALHO, J.G.; VIÉGAS, I.J.M. Caracterização de sintomas de deficiência de nutrientes em paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex. Ducke). **Circular Técnica**, Belém, n.37, 2004, 6p.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras.** Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2006, 627p.

COSTA, D.H.M.; REBELLO, F.K.; D'ÁVILA, J.L. *et al.* Alguns aspectos silviculturais sobre o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber). Belém, **Banco da Amazônia**(Série Rural 2), 1998, 19p.

DIAS-FILHO, M.B. Sistemas silvipastoris na recuperação de pastagens tropicais degradadas. In: SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43, João Pessoa, **Anais...**João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006 (Suplemento Especial da Revista Brasileira de Zootecnia, v.35, 2006), p.535-553.

ENCINAS, J.I.; SILVA, G.F.; PINTO, J.R.R. Idade e crescimento das árvores. **Comunicações Técnicas Florestais**, Brasília, v.7, n.1, 2005, 43p.

FERREIRA, L.M.M.; TONINI, H.; XAUD, H.A.M. *et al.* Crescimento inicial de espécies madeiráveis em sistemas agroflorestais na região de Apiaú Roraima. **Comunicado Técnico**, Boa Vista, n.01, 2005, 4p.

GONÇALVES, A.N. Fatores limitantes para o crescimento e desenvolvimento de árvores em regiões áridas e semi-áridas do nordeste brasileiro. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, v.3. n.10, p.99-105, 1982.

MARQUES, L.C.T. **Comportamento inicial de paricá, tatajuba e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim-marandu, em Paragominas, Pará.** Viçosa: UFV, 1990. 73p. Tese (“Magister Scientiae” em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Viçosa, 1990.

MARQUES, L.C.T.; YARED, J.A.G.; SIVIERO, M.A. A evolução do conhecimento sobre o paricá para reflorestamento no Estado do Pará. **Comunicado Técnico**, Belém, n.158, 2006, 5p.

RONDON, E.V. Produção de biomassa e crescimento de árvores de *Schizolobium amazonicum* (Huber) Ducke sob diferentes espaçamentos na região da mata. **Revista Árvore**, Viçosa, v.26, n.5, p.573-576, 2002.

ROSSI, L.M.B.; QUISEN, R.; AZEVEDO, C.P. Aspectos silviculturais e sócio-ecômicos de um espécie de uso múltiplo: o caso de *Schizolobium amazonicum* (Hub.) Ducke. In: 8 CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, Nova Prata, 2000. **Anais...**Santa Maria: Prefeitura de Nova Prata/UFSM, 2001. CD-ROM, p.271-279.

SABOGAL, C.; ALMEIDA, E.; MARMILLOD, D. *et al.* **Silvicultura na Amazônia Brasileira: avaliação de experiências e recomendações para implementação e melhoria dos sistemas.** Belém: CIFOR, 2006, 190p.

SILVA, M.G.; NUMAZAWA, S.; ARAUJO, M.M. *et al.* Carvão de resíduos de indústria madeireira de três espécies florestais exploradas no município de Paragominas, PA. **Acta Amazonica**, v. 37, n.1, p. 61-70, 2007.

SOUSA, D.B.; CARVALHO, G.S.; RAMOS, E.J.A. Paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke). Pará. **Informativo Técnico Rede de Sementes da Amazônia**, Benevides, n.13, 2005, 2p.

SOUSA, C.R.; ROSSI, L.M.B.; AZEVEDO, C.P. *et al.* Paricá: *Schizolobium parahyba* var. *amazonicum* (Huber x Ducke) Barneby. **Circular Técnica**, Manaus, n.18, 2003, 12p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Artmed, Porto Alegre, 3ed., 2004, 719p.

TONINI, H.; PEREIRA, M.R.N.; ARCO-VERDE, M.F.. *et al.* Seleção de equações para o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), no Estado de Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Boa Vista, n. 4, 2005, 19p.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M.F.; SCHWENGBER, D. *et al.* Avaliação de espécies florestais em área de mata no estado de Roraima. **Cerne**, Lavras, v. 12, n. 1, p.8-18, 2006.

VIÉGAS, I.J.M.; RAMOS, E.J.A.; THOMAZ, M.A.A. *et al.* Efeito da adubação de NPK em plantas jovens de paricá. **Comunicado Técnico**, Belém, n.193, 2007, 4p.

AValiação de Índices de Competição Independentes da Distância em Plantios de Eucalipto

EVALUATION OF DISTANCE-INDEPENDENT COMPETITION INDEX IN EUCALYPTUS PLANTATIONS

Fabrina Bolzan Martins¹ Carlos Pedro Boechat Soares² Marcio Leles Romarco de Oliveira³
Marco Antônio Amaro⁴

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de diferentes índices de competição independente da distância para modelagem do crescimento e produção de plantios comerciais de eucaliptos. Foram utilizados dados de 63 parcelas permanentes de plantios clonais híbridos não-desbastados de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*, provenientes da empresa Jari Celulose S/A (PA). O BAL (*basal area large*) foi o índice mais correlacionado com o crescimento em diâmetro (Δd), crescimento em altura (Δh) e área basal (B).

Palavras-chave: Eucalipto, índices de competição, equações de crescimento.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate different independence distance index for growth and yield modeling of eucalyptus plantations. Data from 63 permanent plots unthinned plantations from cloned *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis* hybrid from Jari Celulose S/A (PA). BAL (*basal area large*) showed high correlated with the diameter growth (Δd), height growth (Δh) and basal area (B).

Key words: Eucalyptus, competition indices, growth equations.

INTRODUÇÃO

Na área florestal, mais precisamente em mensuração e manejo florestal, os três tipos de modelos mais utilizados para prever o crescimento e a produção em florestas são: os de crescimento e produção empíricos, os de clareiras ou *gap models* e os mecanísticos ou de processos (VANCLAY, 1994; AMARO e TOMÉ, 1997; HASENAUER, 2000). Os modelos de crescimento e produção empíricos são os mais utilizados em todo o mundo e dividem-se em: modelos em nível de povoamento, modelos de classe de tamanho e modelos em nível de árvore individual (DAVIS e JOHNSON, 1987; CAMPOS e LEITE, 2006).

Os modelos em nível de povoamento, também conhecidos como modelos do tipo povoamento total, são modelos relativamente simples e robustos (VANCLAY, 1994) e não explicam diretamente a variação do tamanho das árvores dentro do povoamento (CAMPOS e LEITE, 2006). Estes modelos estimam o crescimento florestal em relação a atributos dos povoamentos como idade, área basal e índice de local (CLUTTER *et al.*, 1983).

Os modelos de classe de tamanho estimam o número de árvores por hectare e a produção por unidade de área pode ser obtida através do somatório das produções de todas as classes de diâmetro (HINK e MOSES Jr., 1983; CAMPOS e LEITE, 2006).

Já os modelos de crescimento em nível de árvore individual são mais complexos que os modelos em nível de povoamento e os modelos de classe de tamanho, pois são constituídos por vários sub-modelos, os quais estimam o crescimento em diâmetro, o crescimento em altura, o crescimento em volume; a competição entre as árvores; e a mortalidade. Além disso, muitos modelos apresentam variáveis de difícil medição e avaliação como medidas relacionadas às dimensões das copas das árvores (DANIELS e BURKHART, 1988).

Dos sub-modelos em nível de árvore individual, aquele que leva em consideração a competição entre as árvores assume destaque entre os demais, pois é o ponto de partida para os demais sub-modelos.

¹ Eng. Florestal. Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. E-mail: fabrinabm@gmail.com

² Eng. Florestal. Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa - MG. E-mail: csoares@ufv.br

³ Eng. Florestal. Professor Adjunto da Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG. E-mail: marcioromarco@gmail.com

⁴ Eng. Florestal. Doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG. E-mail: marcoantonioamaro@hotmail.com.

Estudos têm sido realizados com o intuito de comparar índices de competição independentes e dependentes da distância entre árvores. Teoricamente, os índices dependentes da distância deveriam apresentar vantagem sobre os índices independentes da distância, no entanto, não há confirmação da superioridade universal de um índice sobre o outro e também não se sabe qual é o melhor índice dentro de cada categoria (DANIELS *et al.*, 1986; FOX *et al.*, 2007).

No Brasil, os modelos do tipo povoamento total e de classes de tamanho, foram bem estudados e aprimorados (CAMPOS e LEITE, 2006). No entanto, os modelos de crescimento em nível de árvore individual têm sido pouco estudados (DELLA FLORA, 2004).

Talvez a complexidade dos modelos em nível de árvore individual e a necessidade de dados específicos sejam a principal causa para o não desenvolvimento deste tipo de modelo em nosso país.

Diante do exposto, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar índices de competição independentes da distância, para a modelagem do crescimento e produção de plantios comerciais de eucalipto.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A modelagem do crescimento florestal baseada em árvores individuais é composta por três módulos, ou sub-modelos: mortalidade, regeneração ou ingresso e crescimento dimensional (altura e diâmetro) (HASENAUER, 2000).

A mortalidade é um módulo importante na estimativa de modelos de árvore individual, porém é um dos aspectos mais difícil de ser avaliado (GLOVER e HOOL, 1979; GADOW, 1996). É utilizada a fim de prever o número de árvores sobreviventes por hectare, assim como permitir ao manejador avaliar o melhor potencial da floresta (CAMPOS e LEITE, 2006).

O segundo módulo refere-se ao recrutamento ou ingresso, ou seja, refere-se ao número de indivíduos medidos em uma idade qualquer que não foram medidos em idades anteriores, por não alcançarem um tamanho mínimo pré-determinado (CAMPOS e LEITE, 2006).

O terceiro módulo diz respeito ao crescimento dimensional das árvores individuais. Este pode ser calculado de duas maneiras: a primeira, através de funções de crescimento e a segunda pela utilização de funções modificadoras do crescimento potencial (DAVIS e JOHNSON, 1987).

O crescimento das árvores individuais pode ser influenciado pelo vigor, pelas condições de crescimento das árvores no passado, pelo micro-ambiente, pelas características genéticas e pela competição (TOMÉ e BURKHART, 1989). O vigor e as condições de crescimento das árvores no passado são representados pelas dimensões das árvores; o micro-ambiente e as características genéticas são representados pela capacidade produtiva do local e a competição é representada pelos índices de competição (AMARO e REED, 2001).

Competição é definida quando duas árvores de diferentes tamanhos competem entre elas, porém não são afetadas igualmente (KEISTER, 1972), gerando um efeito negativo no crescimento da árvore que é suprimida (FOX *et al.*, 2007). A avaliação dos efeitos da competição sobre o crescimento das árvores individuais é um problema na área florestal, haja vista as dificuldades quanto à mensuração de variáveis dendrométricas e a escolha do melhor índice a ser utilizado (HOLMES e REED, 1991). Porém, é certo que o desempenho dos modelos de crescimento em nível de árvore individual pode ser melhorado com a inclusão da variável competição (MARTIN e EK, 1984; LORIMER, 1983).

Munro (1974) citados por Tomé e Burkhart (1989) categorizou os índices de competição em duas classes: os independentes e os dependentes da distância entre as árvores. Os índices independentes da distância normalmente descrevem a habilidade de determinada árvore crescer em relação à média do povoamento sem considerar a distância entre as árvores, enquanto os índices dependentes da distância têm sido utilizados para medir a influência dos vizinhos, envolvendo as dimensões das árvores competidoras em relação à árvore objeto e suas respectivas distâncias.

Alguns exemplos da utilização de índices independente da distância são: a área basal por hectare (MARTIN e EK, 1984 e WALSH, 1986 citado por TOMÉ e BURKHART, 1989); razão entre a dimensão da árvore-objeto e a dimensão média do povoamento (GLOVER e HOOL, 1979); razão de uma dimensão da árvore-objeto em relação à dimensão média das árvores dominantes (ALDER, 1979); e razão entre dimensões das copas das árvores (DANIELS *et al.*, 1986).

Os índices dependentes da distância podem ser classificados seguindo três categorias: zonas de influência competitiva, área potencialmente disponível e razão entre tamanhos ou entre tamanhos e distâncias (HOLMES e REED, 1991).

A zona de influência competitiva, assume que cada árvore tem uma zona de influência determinada pelo tamanho da árvore, e que a competição que a árvore é submetida pode ser medida pelo somatório da sobreposição potencial das zonas de influência (VANCLAY, 1994).

A área potencialmente disponível, introduzida por Brown (1965), representa os recursos disponíveis para a árvore (HOLMES e REED, 1991). Geralmente é calculada em função da área total simulada para a árvore-objeto e da área das demais árvores competidoras, de acordo com seus tamanhos e posições (VANCLAY, 1994).

A razão entre tamanhos ou entre tamanhos e distâncias, considera a soma das razões entre as dimensões da árvore-objeto, as dimensões das árvores competidoras, bem como a distância entre elas (BIGING e DOBBERTIN, 1992). As dimensões mais comuns são diâmetro a altura do peito (DAP), altura total (h) e área seccional.

MATERIAL E MÉTODO

Descrição do local de estudo

Este estudo foi realizado com dados de inventários florestais contínuos de plantios clonais híbridos não-desbastados de *Eucalyptus urophylla* X *Eucalyptus grandis*, provenientes da empresa Jari Celulose S/A, com sede localizada na cidade de Monte Dourado (PA). Segundo a classificação de Köppen, o clima pertence ao tipo Am, possuindo características intermediárias entre Af e Aw, cujo regime pluviométrico define uma curta estação seca. A precipitação anual é de 2.115 mm, variando de 290 mm no mês de maio a 41 mm no mês de outubro, com uma distinta estação seca entre os meses de setembro e novembro. A temperatura média anual é de 26,4° C (MENEZES, 2002; DEMOLINARI, 2006).

Análise dos dados

Foram utilizados neste estudo dados de 21 parcelas permanentes, considerando três classes de produtividade (alta, média e baixa). Cada parcela possuía 500 m² de área útil e o espaçamento entre plantas era 3 X 3 m. As medições foram realizadas dos 24 aos 84 meses.

Em cada parcela foram mensurados os diâmetros à altura do peito (dap) maiores que 4,0 cm, as alturas totais (h) das 15 primeiras árvores e a altura total (h) das 5 árvores dominantes. Para estimar a altura total das demais árvores, foi utilizada a seguinte equação hipsométrica (DEMOLINARI, 2006):

$$h = 36,9876 - 30,4340 * \exp\left(-0,000499 * (dap * \ln hd * \ln I)^{1,388275}\right)$$

Em que: dap = diâmetro com casca medido a 1,30 em cm; hd = altura média das árvores dominantes em metros; I = idade em meses.

Para a classificação da capacidade produtiva dos povoamentos foi utilizada a equação de Schumacher (DEMOLINARI, 2006): $\ln hd = 3,510492274 - 14,880115961 * I^{-1}$. Os limites para a classificação das parcelas nas classes de produtividade foram: classe de produtividade baixa (S=20), parcelas com $\overline{hd} \leq 23$ metros na idade índice de 60 meses; classe de produtividade média (S=26), parcelas com \overline{hd} entre 24 e 29 metros; classe de produtividade alta (S=32), parcelas com $\overline{hd} > 29$ metros.

Cálculo e seleção dos índices de competição

Neste estudo foram avaliados quatro índices de competição independentes da distância, devido sua relativa facilidade de obtenção, a saber:

A) Índices utilizados por Glover e Hool (1979):

A.1) Considerando o diâmetro (IC₁):

$$IC_1 = \frac{d_i^2}{\overline{D}^2} \quad \text{(Equação 1)}$$

Em que: d_i = diâmetro (dap) da árvore-objeto (cm); \overline{D} = Diâmetro (dap) médio das árvores da parcela (cm).

A.2) Considerando a altura (IC₂):

$$IC_2 = \frac{h_i}{\overline{H}} \quad \text{(Equação 2)}$$

Em que: h_i = altura da árvore objeto (m); \overline{H} = Altura média das árvores parcela (m).

A.3) Considerando a combinação entre diâmetro e altura (IC₃):

$$IC_3 = \frac{d_i^2 \cdot h_i}{\overline{D}^2 \cdot \overline{H}} \quad \text{(Equação 3)}$$

B) Índice utilizado por Stage (1973), citado por Davis e Johnson (1987)

$$BAL = \frac{b_i}{\overline{b}_q} \quad \text{(Equação 4)}$$

Em que: BAL_i (*basal area large*) = somatório das áreas seccional das árvores maiores que a árvore-objeto; b_i = área basal da árvore-objeto; \overline{b}_q = área basal médio das árvores da parcela.

Para a seleção do melhor índice de competição foram utilizados os critérios utilizados por Daniels *et al.*, (1986); Tomé e Burkhart (1989) e González *et al.*, (2006). Os índices foram avaliados e comparados com base na correlação simples entre a idade (I), crescimento em diâmetro (Δd), crescimento em altura (Δh) e área basal do povoamento (B). Além disto, foi avaliada a contribuição da variável índice de competição no ajuste da equação referente ao seguinte modelo linear: $\Delta Y = \beta_0 + \beta_1 * IC + \beta_2 * dap + \beta_3 * B + \beta_4 * I + \varepsilon$, em que: ΔY = crescimento em diâmetro e altura, $\beta_{0,1,2..}$ = coeficientes do modelo, IC = índice de competição, dap = diâmetro à altura do peito (1,30) em metros, B = área basal do povoamento (m²/ha), I = idade em meses; ε = erro aleatório.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a Tabela 1, os dados apresentam grande variação, mostrando sua representatividade para a modelagem do crescimento e da produção florestal neste estudo.

TABELA 1: Amplitude das variáveis dendrométricas e do povoamento por idade e classe de produtividade. min = valor mínimo observado; méd = valor médio observado; max = valor máximo observado.

Parâmetro	Idade	Alta (S=32)			Média (S=26)			Baixa (S=20)		
		min	med	max	min	méd	max	min	med	max
dap (cm)	24	4,8	12,3	18,6	4,1	10,7	17,4	4,0	8,6	16,3
	36	4,9	13,9	22,3	4,5	12,4	21,9	4,1	9,8	20,4
	48	5,0	14,9	24,7	4,8	13,5	23,1	4,3	10,7	22,6
	60	5,2	15,9	27,1	5,0	14,3	26,1	4,5	11,4	24,6
	72	5,5	16,8	29,4	5,3	15,3	28,7	4,5	11,9	24,8
	84	6,5	17,6	30,5	6,0	16,5	30,2	5,0	13,5	25,4
h (m)	24	9,3	16,1	21,7	8,8	14,3	20,0	8,5	12,3	18,5
	36	10,5	19,7	26,8	9,6	17,6	25,5	9,0	14,6	24,7
	48	11,2	22,1	30,3	10,5	20,2	29,2	9,9	16,7	28,1
	60	11,6	24,1	32,7	11,3	22,2	31,4	10,5	18,2	30,0
	72	12,0	25,5	34,1	11,7	23,8	33,4	10,8	19,4	30,9
	84	14,5	26,5	34,6	13,2	25,5	34,0	11,7	21,8	31,8
B (m ² /ha)	24	7,78	13,38	15,86	6,27	9,98	14,25	4,71	6,40	8,22
	36	11,60	17,02	20,32	8,11	13,10	17,78	7,01	8,40	10,05
	48	12,82	18,94	23,11	9,80	15,40	19,81	8,08	9,96	12,25
	60	14,33	20,91	24,74	11,92	17,55	23,33	8,93	11,18	13,84
	72	16,08	22,70	27,24	13,14	19,62	25,65	9,49	12,07	15,86
	84	18,15	23,02	28,45	14,68	21,21	27,53	10,42	13,60	17,25

Seleção do índice de competição

As correlações simples entre as variáveis são apresentadas na Tabela 2. Pode-se observar que para o crescimento dimensional (Δd e Δh), nas três classes de produtividade, as correlações para os índices de competição oscilaram entre 0,3992 (média) à -0,7297 (alta).

Analisando a correlação entre a variável idade e os crescimentos dimensionais, os índices de competição e a área basal, na Tabela 1 observa-se que a idade tem alta correlação com o crescimento em altura e área basal, com valores variando entre 0,4554 à 0,6525 para Δh ; e 0,7249 à 0,8475 para B.

O índice de competição BAL_i foi aquele com maior correlação com as variáveis crescimento em diâmetro (Δd), crescimento em altura (Δh) e área basal (B), nas três classes de produtividade. Valores semelhantes de correlação com Δd e B foram encontrados em trabalhos de Daniels *et al.* (1986); Tomé e Burkhart (1989) e Holmes e Reed (1991).

Este índice (BAL_i) foi utilizado com sucesso no modelo de árvore individual PROGNOSIS (STAGE, 1973, citado por DAVIS e JOHNSON, 1987). Este índice também foi utilizado com sucesso em estudos de Wykoff (1990) com espécies de coníferas, Meldahl *et al.* (1985) e Vanclay (1991) citados por Vanclay (1995) em povoamentos mistos e tropicais, respectivamente.

TABELA 2: Matriz de correlação simples entre os índices de competição (IC₁, IC₂, IC₃ e BAL_i) com a idade (I), o crescimento dimensional (Δd e Δh) e a área basal do povoamento (B).

	I	IC ₁	IC ₂	IC ₃	BAL	Δd	Δh	B
Alta (S=32)								
I	1,0000	-0,0090	-0,0476	-0,0008	0,2855	-0,2741	-0,6525	0,7318
IC ₁		1,0000	0,9702	0,9961	-0,8848	0,6940	0,4628	-0,0065
IC ₂			1,0000	0,9477	-0,8588	0,6711	0,5092	-0,0229
IC ₃				1,0000	-0,8786	0,6907	0,4451	-0,0125
BAL					1,0000	-0,7297*	-0,5940*	0,3133*
Δd						1,0000	0,8407	-0,2702
Δh							1,0000	-0,5368
B								1,0000
Média (S=26)								
I	1,0000	0,0210	-0,0095	0,0314	0,3676	-0,3136	-0,6114	0,7249
IC ₁		1,0000	0,9644	0,9929	-0,7878	0,6534	0,4347	-0,0718
IC ₂			1,0000	0,9300	-0,7918	0,6504	0,4888	-0,0826
IC ₃				1,0000	-0,7630	0,6315	0,3992	-0,0732
BAL					1,0000	-0,6764*	-0,5690*	0,5288*
Δd						1,0000	0,8424	-0,2669
Δh							1,0000	-0,4446
B								1,0000
Baixa (S=20)								
I	1,0000	0,0296	-0,0050	0,0432	0,3662	-0,3099	-0,4552	0,8475
IC ₁		1,0000	0,9777	0,9942	-0,8273	0,5665	0,5767	-0,0439
IC ₂			1,0000	0,9521	-0,8437	0,5655	0,6054	-0,0097
IC ₃				1,0000	-0,8079	0,5513	0,5427	-0,0561
BAL					1,0000	-0,6058*	-0,6642*	0,3926*
Δd						1,0000	0,9352	-0,2826
Δh							1,0000	-0,395
B								1,0000

- Índice de maior valor de correlação em cada classe de produtividade.

De acordo com a tabela 3 as equações de crescimento em diâmetro e altura não se ajustaram bem aos dados observados, com baixo R²_{adj} e elevados valores de S_{yx} e CV%. Todos os coeficientes em ambos os modelos de crescimento foram significativos em 5% de probabilidade de erro, o que demonstra a necessidade da inclusão da competição nas equações de crescimento dimensional. Os coeficientes dos modelos apresentaram realismo biológico, sendo negativos para o índice de competição (BAL_i), a área basal do povoamento e a idade e positivo para o diâmetro altura do peito (DAVIS e JOHNSON, 1987; VANCLAY, 1994).

TABELA 3: Coeficientes e parâmetros estatísticos das regressões múltiplas para estimar o crescimento em diâmetro e altura para os dados estratificados em classe de produtividade.

Equações	Coeficientes					Parâmetros estatísticos		
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	R ² _{adj}	S _{yx}	CV%
Crescimento em diâmetro (Δd)								
Alta	1,8653	-1,2089	0,04960	-0,0280	-0,0089	0,5448	0,5894	33,22
Media	1,2556	-0,9377	0,0775	-0,0052	-0,1309	0,5295	0,5669	32,02
Baixa	1,0249	-0,25924	0,09629	-0,0536	-0,0143	0,5222	0,5313	35,67
Crescimento em altura (Δh)								
Alta	4,2979	-0,18475	0,10544	-0,0738	-0,0483	0,6276	0,7295	31,63
Media	3,2302	-0,00154	0,12369	-0,0221	-0,0499	0,5707	0,7413	33,47
Baixa	2,2041	-0,2208	0,16430	-0,0836	-0,0327	0,5667	0,6335	36,57

Todos os valores dos coeficientes foram significativos ao nível de 5% de probabilidade de erro.

Valores aproximados para as medidas de precisão foram encontrados em trabalhos de Martin e Ek (1984), Daniels *et al.*, (1986), Biging e Dobbertin (1995) e González *et al.*, (2006).

Na Figura 1 podem ser visualizadas as distribuições dos resíduos percentuais das equações ajustadas. A distribuição dos erros apresenta-se com pequena tendência para o crescimento em diâmetro na classe de produtividade alta e para o crescimento em altura.

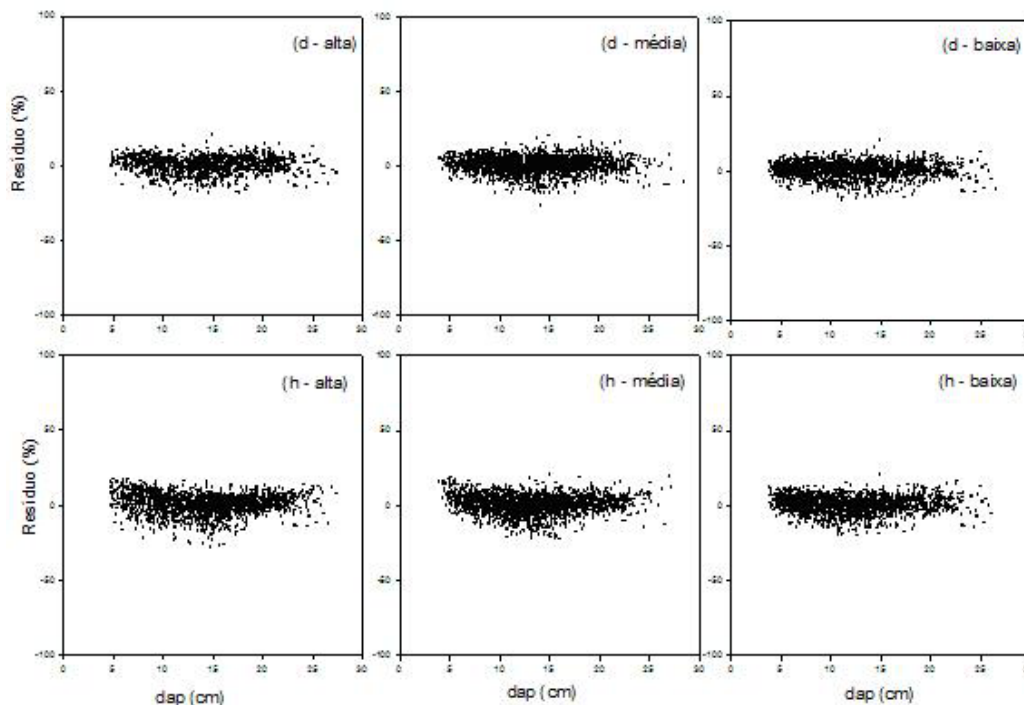


FIGURA 1: Dispersão dos resíduos em função do diâmetro altura do peito (dap) para as equações de crescimento em diâmetro (d) e altura (h) para os dados estratificados em classe de produtividade alta, média e baixa.

Esta tendência apresentada para a distribuição dos resíduos das equações referentes ao crescimento em altura (Δh) se deve, possivelmente, a não inclusão de um termo quadrático na equação (DRAPER e SMITH, 1981).

CONCLUSÕES

O BAL (*basal area large*) foi o índice mais correlacionado com o crescimento em diâmetro (Δd), crescimento em altura (Δh) e área basal (B);

A inclusão da variável índice de competição foi estatisticamente significativa nas equações de crescimento dimensional (Δd e Δh), indicando que esta variável pode ser utilizada em equações para prever o crescimento de árvores de eucalipto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDER, D. a distance - independent tree model for exotic conifer plantation in East África. **Forest Science**, Washington, v. 25, n.1, p. 59 – 71, 1979.

AMARO, A.; REED, D. 2001. **Forest re-measurements and modelling strategies**. **Forest Biometry, modelling and information science**. Greenwich, 2001. Disponível em: <<http://cms1.gre.ac.uk/conferences/iufro/proceedings/AmaroReed1.pdf>> Acesso em: 02 fev. 2008.

BIGING, G.S.; DOBBERTIN, M. Evaluation of competition indices in individual tree growth models. **Forest Science**, Washington, v. 41, n. 2, p. 360 – 377, 1995.

CAMPOS, J.C.C; LEITE, H.G. **Mensuração Florestal**: Perguntas e respostas. Viçosa: UFV, 2ª ed., 2006, 470p.

CLUTTER, J.L.; FORTSON, J.C.; PIENAAR, L.V.; BRISTER, G.H.; BAILEY, R.L. **Timber management: A quantitative approach**. New York: John Wiley & Sons, 1983, 333p.

DANIELS, R.F.; BURKHART, H.E.; CLASON, T.R. a comparison of competition measures for predicting growth of loblolly pine trees. **Canadian Journal Forest Research**, Vancouver, v. 16, p. 1230 – 1237, 1986.

- DAVIS, L. S.; JOHNSON, K.N. **Forest Management**. New York: McGraw-Hill Book, 3ª ed., 1987, 790 p.
- DELLA FLORA, J.B.; DURLO, M.A.; SPATHELF, P. Modelo de incremento para árvores singulares – *Nectandra megapotamica* (Spreng) Mez. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.14, n.1, p.165-177, 2004.
- DEMOLINARI, R.A. de. **Crescimento de povoamentos de eucalipto não desbastados**. Viçosa, 2006. 72 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade federal de Viçosa, 2004.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression Analysis**. New York, John Wiley e Sons, 2ª ed., 1981, 709 p.
- FOX, J.C.; BI, H.; ADES, P.K. Spatial dependence and individual-tree growth models I. Characterising spatial dependence. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 245, n. 1, p. 10-19, 2007.
- GADOW, K.V. Modelling growth in managed forests – realism and limits of lumping. **The Science of the Total Environment**. Amsterdam, v. 183, p. 167 – 177, 1996.
- GLOVER, G.R.; HOOL, J.N. A basal area ratio predictor of loblolly pine plantation mortality. **Forest Science**, Washington, v. 25, n. 2, p. 275 – 282, 1979.
- GONZÁLEZ, M.S.; RÍO, M. del; CAÑELLAS, I.; MONTERO, G. Distance independent tree diameter growth model for cork oak stands. **Forest Ecology and Management**, Amsterdam, v. 225, p.262-270, 2006.
- HASENAUER, H. Princípios para a modelagem de ecossistemas florestais. **Ciência e Ambiente**, Santa Maria, v. 20, n. 1, p. 53-69, 2000.
- HOLMES, M.J.; REED, D.D. Competition indices for mixed species northern hardwoods. **Forest Science**, Washington, v. 37, n. 5, p. 1338 – 1349, 1991.
- HINK, D.M.; MOSER, Jr. J.W. A generalized framework for predicting forest yield and stand structure using diameter distributions. **Forest Science**, Washington, v.29, n.1, p. 85 – 95, 1983.
- KEISTER, T.D. Predicting individual tree mortality in simulated southern pine plantations. **Forest Science**, v. 18, n. 3, p. 213 – 217, 1972.
- LORIMER, C.G. Test of age-independent competition indices for individual trees in natural hardwood stands. **Forest ecology and management**, Amsterdam, v. 6, p. 343 – 360, 1983.
- MARTIN, G.L.; EK, A.R. A comparison of competition measures and growth models for predicting plantation red pine diameter and height growth. **Forest Science**, Washington, v. 30, n. 3, p. 731 – 743, 1984.
- MENEZES, M.C. de. **Dinâmica de biomassa e nutrientes em raízes de ecossistemas de floresta nativa e plantios de eucalipto na Amazônia Oriental**. 2002. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Faculdade de Ciências Agrárias, Belém, 2003. Disponível em: <http://mapara1.inpa.gov.br/Bibliopac_anterior/download/MARLON_MENEZES.pdf> Acesso em: 07. mai. 2008.
- SOARES, P.; TOMÉ, M. A distance dependent diameter growth model for first rotation eucalyptus plantation in Portugal. In: Amaro, A.; TOMÉ, M. (ed). **Empirical and Process – Bases Models for Forest Tree and Stand Growth Simulation**. Lisboa: Salamandra, p. 267 – 270, 1997.
- TOMÉ, M.; BURKHART, H.E. Distance-dependent competition measures for predicting growth of individual tree. **Forest Science**, v. 35, n. 3, p. 816 – 831, 1989.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forests**. Copenhagen: CAB International, 1994, 312p.
- _____. Growth models for tropical forests: A synthesis of models and methods. **Forest Science**, Washington, v. 41, n. 1, p. 7 - 42, 1995.

QUANTIFICAÇÃO DE CARBONO EM MATA CILIAR DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS.

QUANTIFICATION OF THE CARBON STOCK OF RIPARIAN FORESTS IN THE WATERSHED OF SÃO FRANCISCO RIVER, MINAS GERAIS.

Flávia Nascimento de Souza¹ Ana Luiza Rufini² Antônio Carlos Ferraz Filho¹ José Roberto Soares Scolforo³

RESUMO

Este estudo teve como objetivo estimar o estoque de carbono em matas ciliares nativas da bacia hidrográfica do Alto São Francisco, Minas Gerais. Foram amostrados oito fragmentos de Floresta Estacional Semidecidual utilizando conglomerados, e, em cada unidade, mediu-se CAP (circunferência a 1,30m do solo) e altura total de todas as árvores que apresentaram $CAP \geq 15,7\text{cm}$, nos anos de 2002 e 2007. Para quantificar o carbono, aplicou-se uma equação proposta por Scolforo et al. (2008) aos dados obtidos para os dois levantamentos. A diferença entre a quantidade de carbono presente no fuste das árvores no ano de 2002 e 2007 correspondeu ao estoque de carbono nesse período. A média de carbono em toneladas por hectare, para os fragmentos amostrados, foi igual a 54,70 em 2002 e 60,61 em 2007. A taxa média anual de fixação de carbono foi 1,18 t/ha.ano. Conclui-se que, as matas ciliares além de contribuírem com as questões ambientais, contribuem com as questões climáticas, reduzindo o efeito estufa.

Palavras-chave: Seqüestro de Carbono, Matas Ciliares, Rio São Francisco.

ABSTRACT

This work had as a main objective to estimate the carbon stock in riparian forests localized in the Alto São Francisco's watershed, Minas Gerais. Eight fragments of Seasonal Semi Deciduous forests were sampled using clusters. In each permanent sampling unit the circumference at breast height (CABH - 1,3m) and tree height of each tree with $CABH \geq 15,7\text{cm}$ were collected in the years of 2002 and 2007. To determine the carbon of each tree, a carbon equation was applied to the data from the two surveys. The difference between the carbon present at each tree at 2002 and 2007 corresponded to the carbon stock gained at this period. The mean carbon in tons per hectare for the sampled fragments was equal to 54,70 in 2002 and 60,61 in 2007. The mean annual rate of carbon fixation was 1,18 t/ha.year. Hence, the riparian forests do more than just contribute to the conservation of soil and water quality, they also contribute with climatic questions, helping to reduce the green house effect.

Key words: Carbon Fixation, Riparian Forests, São Francisco River.

INTRODUÇÃO

A partir da década de 1980 as questões relativas às mudanças climáticas, aquecimento global e efeito-estufa passaram a ocupar lugar de destaque no rol de ameaças ambientais (CEBDS, 2002), sendo o dióxido de carbono (CO_2) considerado o principal responsável pela perturbação do balanço energético entre a terra e o espaço (FERNANDES et al., 2007). O aumento da concentração desse gás, por meio da queima de combustíveis fósseis e desmatamento, pode causar alteração do regime dos ventos, da pluviosidade e da circulação dos oceanos (SOARES e OLIVEIRA, 2002).

Mediante as conseqüências previstas, um novo serviço ambiental passou a ser esperado das florestas: o papel das árvores como sumidouros de carbono (SANQUETA e BALBINOT, 2004). Através da fotossíntese, as plantas retiram carbono da atmosfera, na forma de CO_2 , que é utilizado para o seu crescimento. Dessa forma, as plantas lenhosas armazenam carbono em madeira e outros tecidos até a morte e a decomposição, fase que o carbono na madeira poderá ser desprendido na forma de gás carbônico, monóxido de carbono, ou metano, ou poderá ficar incorporado no solo como substância orgânica (COSTA et al., 1997 citado por FERNANDES et al., 2007).

O interesse pela quantificação do estoque de carbono em florestas se deve à crescente demanda de alternativas que visem o controle das emissões atmosféricas de CO_2 (SCHROEDER, 1992 citado por SOARES et al., 2005). No entanto, poucas pesquisas estão relacionadas à capacidade das matas ciliares em absorver carbono.

As matas ciliares são vegetações características das margens dos rios, córregos e lagos, e de ampla distribuição (KAGEYAMA, 1986), sendo importantes para a proteção dos recursos abióticos (solo e água), bem como, a diversidade biológica e os processos ecológicos desse ecossistema (MELO e DURIGAN, 2006). Apesar de possuir legislação ambiental específica de proteção para as matas ciliares, muitas vezes o cumprimento adequado dessa legislação não tem se efetivado.

1. Estudante de Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras (UFLA). Cx. Postal 3037, Lavras, MG.

2. Professora Substituta do Departamento de Ciências Florestais (UFLA). Cx. Postal 3037, Lavras, MG.

3. Professor do Departamento de Ciências Florestais (UFLA). Cx. Postal 3037, Lavras, MG.

O conhecimento da capacidade dessas áreas em absorver CO₂ pode auxiliar na tentativa de reverter esse quadro, utilizando uma política de incentivos ao lado de uma política ambiental. Os créditos de carbono gerados podem funcionar como um incentivo à conservação das matas ciliares e podem ser fonte alternativa de renda para os proprietários rurais, promovendo o desenvolvimento sócio-ambiental da região. Portanto, além dos serviços ambientais já reconhecidos das matas ciliares, essas podem contribuir também com as questões climáticas.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi estimar o estoque de carbono presente em matas ciliares nativas da bacia hidrográfica do Alto São Francisco em Minas Gerais, visando auxiliar as diversas tomadas de decisão nessa região.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Bacia hidrográfica do Alto São Francisco

A bacia hidrográfica do Alto São Francisco localiza-se na mesorregião Central e em parte da região Oeste de Minas, onde estão municípios como Bom Despacho e Piuí. A bacia compreende 20 sedes municipais, somando uma população total estimada de 210.369 habitantes, numa área de drenagem de 14.203 km². O clima na bacia é considerado semiúmido, apresentando de quatro a cinco meses secos por ano, situando-se a disponibilidade hídrica entre 10 e 20 litros por segundo por quilômetro quadrado (IGAM, 2008).

Mata ciliar

As matas ciliares podem ser definidas como formações florestais associadas aos cursos d'água, as quais podem estender-se por dezenas de metros a partir das margens, e apresentam marcantes variações na composição florística e estrutura da comunidade, dependendo das interações estabelecidas entre o ambiente aquático e sua vizinhança (ZANZINI, 1995).

Segundo DAVIDE et al. (2000), as matas ciliares desempenham importantes funções e seus efeitos não são apenas locais, mas refletem na qualidade de vida de toda a população sob influência de uma bacia hidrográfica. Seus principais benefícios são: manutenção da qualidade e quantidade da água; estabilização das margens dos rios; habitat para a fauna silvestre e habitat para os peixes e outros organismos.

Devido a sua importância e necessidade de preservação, as matas ciliares estão citadas no art. 2º da Lei n.º 4771/65, que considera como áreas de preservação permanente, as florestas e demais formas de vegetação existente ao redor de rios, nascentes, lagos, lagoas e reservatórios, especificando, na maioria das situações, a dimensão mínima da faixa marginal a ser preservada, que varia de 30 a 500 metros (WIEDMANN e DORNELLES, 1999).

As matas ciliares pertencentes à bacia do rio São Francisco, embora protegidas por lei, estão sob ameaça constante. No passado, devido aos solos férteis e úmidos, essas áreas e as matas do entorno foram utilizadas para a criação de gado com subsídios governamentais; estradas foram construídas margeando os rios, aumentando o impacto e a degradação (DAVIDE e BOTELHO, 1999). Atualmente muitas atividades realizadas na bacia do rio São Francisco comprometem as áreas de mata ciliar.

Seqüestro de Carbono

As evidências das mudanças climáticas são observadas em várias partes do mundo e relatórios recentes constataam que as atividades antrópicas são grandes responsáveis. Segundo o relatório lançado pelo IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudança Climática) em 2007, a temperatura média global subiu cerca de 0,7º C entre 1901 e 2005.

Vários gases que existem naturalmente na atmosfera quando emitidos em excesso intensificam o efeito-estufa: dióxido de carbono (CO₂), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), ozônio (O₃) e hidrofluorcarbonos (HFCs). O CO₂ é considerado o principal responsável pela perturbação do balanço energético entre a terra e o espaço (FERNANDES et al., 2007). O aumento da concentração desse gás deve-se principalmente, ao uso de combustível fóssil e a mudança da cobertura vegetal original (IPCC, 2007).

Uma alternativa viável para amenizar o agravamento deste processo consiste no armazenamento do carbono atmosférico, processo conhecido como "seqüestro" de carbono. O seqüestro de carbono é a remoção de dióxido de carbono por ecossistemas marinhos ou terrestres que reduzam as concentrações desse gás na atmosfera (EPA, 2008). Este conceito foi consagrado pela Conferência de Quioto, em 1997, onde se estabeleceu metas de redução das emissões totais de gases do efeito estufa a serem adotadas pelos países desenvolvidos e em transição para economias de mercado, relacionados no Anexo I da Convenção Quadro da Mudança Climática. É prevista, em média, a redução de 5,2 % das emissões com base no ano de 1990, para o período entre 2008 e 2012, conhecido como primeiro período de compromisso (LEMONS, 2007).

Segundo o AMERICAN LANDS ALLIANCE (1999) citado por Campos (2001), o seqüestro de carbono não é substitutivo para reduzir as emissões de gases de efeito estufa, mas as florestas são meios eficientes de reduzir as

concentrações atmosféricas dos níveis de CO₂, devido a sua capacidade de estocar por longo prazo quantidades de carbono na vegetação, trocando carbono com a atmosfera por meio da fotossíntese e da respiração.

A produção de massas vegetais, num povoamento florestal, origina-se da assimilação do CO₂, do índice de área foliar e da vida do meio de produção (folha). A produção (crescimento) florestal, como resultado da fotossíntese, precisa, além de outros elementos, principalmente de CO₂. A assimilação de CO₂ acontece por meio de uma entrada passiva através dos estômatos, cuja abertura é regulada principalmente pela intensidade da luz e o regime hídrico interno da planta. Desta maneira, o CO₂ é consumido durante o dia (somente em raras exceções durante a noite) e liberado durante os processos de respiração, formando-se um fluxo de CO₂ na planta e em torno dela (RENNER, 2004).

De acordo com o IPCC (2001), as formas de seqüestro de carbono envolvendo povoamentos florestais são: reflorestamento ou florestamento (inclusive de sistemas agroflorestais); manejo florestal sustentável, que tanto seqüestra quanto reduz as emissões, e conservação e proteção florestal, que é uma forma de emissão evitada.

Segundo SCHNEIDER et al. (2005), a quantidade de carbono encontrada em povoamentos de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no sudeste do Rio Grande do Sul, quando considerados os sítios de média capacidade produtiva, alcançou um valor de 83 t.ha-1, aos 7 anos de idade.

Na Zona da Mata de Minas Gerais, um plantio de seringueira (*Hevea* sp) aos 12 anos de idade seqüestrou, em média, 62,10 toneladas de carbono por hectare em sua biomassa viva, considerando um espaçamento de 7 x 3 m (FERNANDES et al., 2007).

WATZLAWICK (2003) quantificou carbono em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do estado do Paraná. A floresta atingiu valores, com uma densidade de 540 árvores por hectare aos 30 anos de idade, de 304,2 t.ha-1 de biomassa seca, que corresponde a uma fixação de carbono de 132,8 t.ha-1, considerando inclusive os galhos secos.

Atualmente, existem poucas pesquisas em relação à quantidade de carbono armazenado em matas ciliares. Um estudo realizado por MELO e DURIGAN (2006), concluiu que para as matas ciliares nativas do Vale do Paranapanema (SP), obteve-se, em região de Cerrado, estoque de 50 tC.ha-1, e, em região de Floresta Estacional Semidecidual, 79,7 tC.ha-1. Para as matas ciliares plantadas em região de Cerrado, obteve-se taxa média anual de fixação de carbono, em modelos mistos com essências nativas, de 1,5 t.ha-1.ano-1 (média aos nove anos). Segundo MARTINS (2004), as matas ciliares da região de São Carlos (SP) apresentaram uma absorção de 95 tC.ha-1 considerando a biomassa acima do solo e nas raízes.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

O presente estudo foi realizado em oito fragmentos florestais de Floresta Estacional Semidecidual, distribuídos na região do Alto Rio São Francisco. A caracterização de cada fragmento quanto à sua localização e características ambientais pode ser vista na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização dos fragmentos amostrados na Bacia do rio São Francisco, Minas Gerais.

Mun.	Frag	Coordenadas		Área (ha)	Alt. (m)	Clima	Temp. (°C)	Prec. (mm)	Solo
		Latitude	Longitude						
Abaeté	93	19°16,07' (S)	45°15,82' (W)	3,62	525,5	Cwa	21	1377	Cambissolo
Bambuí	25	20°17,01' (S)	45°57,54' (W)	34,96	625,5	Cwa	23,7	1139,1	Cambissolo
Iguatama	26	20°09,72' (S)	45°46,66' (W)	71,13	575,5	Cwa	21,6	1254,6	Cambissolo
Iguatama	27	20°08,55' (S)	45°39,17' (W)	43,16	575,5	Cwa	21,6	1254,6	Latossolo vermelho escuro
Iguatama	28	20°09,21' (S)	45°50,91' (W)	8,10	575,5	Cwa	21,6	1254,6	Cambissolo
Iguatama	29	20°09,26' (S)	45°51'7,1" (W)	1,39	575,5	Cwa	21,6	1254,6	Cambissolo
Martinho Campos	32	19°17,08' (S)	45°08,33' (W)	15,33	525,5	Cwa	21	1114,0	Solos aluviais
Vargem Bonita	31	20°21,06' (S)	46°17,47' (W)	21,84	725,5	Cwa	28,8	1629,6	Latossolo vermelho escuro

Em que: Mun. – Nome do município; Frag. – Código do fragmento; Alt. (m) – Altitude média (m); Cwa - é um clima mesotérmico, com verões quentes (a média supera os 22°C), já a temperatura média dos meses mais frios é inferior a 18°C. A estação seca é bem definida no período de inverno; Temp. (°C) - Temperatura Média Anual (°C); Prec. (mm) - Precipitação Média Anual (mm). Fonte: GOMIDE, 2004.

Procedimento em campo

O método de amostragem utilizado foi o conglomerado em estágio único, com sistematização das unidades amostrais na área. Cada conglomerado foi composto por 3 subunidades de 10 x 25 m, distantes 25 m uma da outra. Ao longo de cada fragmento foram estabelecidos transectos, distantes 100 m entre conglomerados. Já ao longo de um transecto, cada conglomerado foi distanciados 50 m um do outro. O número de conglomerado variou de acordo com a área de cada fragmento, conforme a Tabela 2.

TABELA 2: Informações sobre a amostragem utilizada em cada fragmento.

Município	Fragmento	Área (ha)	Nº de subunidades	Área amostral (ha)
Abaeté	93	3,62	15	0,38
BambuÍ	25	34,96	26	0,65
Iguatama	26	71,13	30	0,75
Iguatama	27	43,16	42	1,05
Iguatama	28	8,10	18	0,45
Iguatama	29	1,39	18	0,45
Martinho Campos	32	15,33	19	0,48
Vargem Bonita	31	21,84	24	0,60

Em cada unidade amostral, todos os indivíduos arbóreos com circunferência a 1,30 m do solo (CAP) maior ou igual a 15,7 cm, exceto indivíduos mortos, foram etiquetados com plaquetas de alumínio numeradas. De cada indivíduo amostrado, foi mensurado: CAP com fita métrica e a altura total (H) com vara telescópica. Os indivíduos perfilhados foram incluídos quando pelo menos uma das ramificações obedecia ao diâmetro mínimo (5 cm).

A partir dos dados de CAP foram então calculados os valores de DAP (diâmetro a 1,30 m do solo) por meio da razão CAP/π .

Estimativa do carbono

A estimativa de carbono presente no fuste de cada árvore foi obtida por meio da equação proposta por SCOLFORO et al. (2008). Para isso, tomou-se como base os dados de DAP e H, provenientes de levantamentos feitos no ano de 2002 e 2007 nos fragmentos amostrados.

$$Ln(C) = -10,7501678493 + 2,0580637328 \cdot Ln(DAP) + 0,8604515609 \cdot Ln(H) \quad (1)$$

em que: C = quantidade de carbono presente no fuste (t/ha); DAP = diâmetro a 1,30 m do solo (cm); H = altura total (m); Ln = logaritmo neperiano..

De posse dos dados de carbono para cada árvore, todas as parcelas pertencentes aos diferentes fragmentos foram totalizadas, obtendo-se as estimativas médias por hectare da quantidade de carbono presente em cada fragmento.

A diferença entre a quantidade de carbono presente no fuste das árvores no ano de 2002 e 2007 correspondeu ao estoque de carbono nesse período, ou seja, o quanto a vegetação fixou de carbono.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 1 são apresentados os dados médios de carbono (t/ha) para cada fragmento nos dois levantamentos. O maior valor encontrado foi 73,60 t/ha e 73,28 t/ha no fragmento 32, nas medições de 2002 e 2007, respectivamente. O motivo pelo qual os valores de carbono foram maiores nesse fragmento pode ser devido a presença de espécies com alto valor de DAP, como a espécie *Goniorrhachis marginata* Taub. que apresentou DAP de 82,77 cm e 86,42 cm nas diferentes medições. O fragmento 93 apresentou os menores valores de carbono nas duas medições, sendo esses valores iguais a 40,44 t/ha em 2002 e 47,37 t/ha em 2007.

Ainda na Figura 1, pode-se observar que em todos os fragmentos, com exceção dos fragmentos 31 e 32, houve um aumento da quantidade de carbono presente no fuste das árvores no ano de 2007 em relação ao ano de 2002. O fragmento 25 apresentou o maior ganho em carbono (20,87%) quando comparado aos demais. O menor acréscimo, cujo valor é de 10,15%, foi obtido no fragmento 29. O aumento da quantidade de carbono durante esse período ocorreu devido ao crescimento em diâmetro das árvores amostradas, bem como, a inclusão de algumas árvores no levantamento de 2007 que em 2002 não possuíam o CAP mínimo de medição (15,7cm). No caso do fragmento 25, houve uma inclusão de 19% de árvores no ano de 2007, em relação a 2002.

A redução de carbono apresentada nos fragmentos 31 (3,60%) e 32 (0,43%), em 2007, pode ser explicada devido a mortalidade de algumas espécies. No primeiro houve uma taxa de mortalidade igual a 15,22% e no fragmento 32, essa taxa foi de 13,6%.

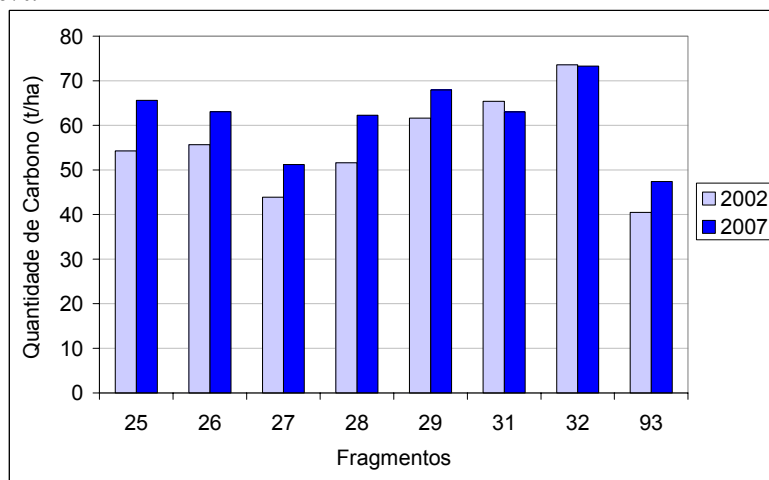


FIGURA 1: Quantidade média de carbono (t/ha) para cada fragmento.

Na primeira medição, realizada em 2002, os fragmentos amostrados apresentaram 54,70 toneladas em média de carbono por hectare. No ano de 2007, a média de carbono foi de 60,61 toneladas por hectare. A taxa média anual de fixação de carbono nos fragmentos amostrados foi 1,18 t/ha.ano.

Os valores de carbono encontrados neste estudo foram inferiores quando comparados com outros resultados. MELO e DURIGAN (2006) encontraram para as matas ciliares nativas do Vale do Paranapanema (SP), em região de Floresta Estacional Semidecidual, 79,7 t/ha de carbono. MARTINS (2004), estudando as matas ciliares da região de São Carlos (SP), obteve como resultado uma absorção de 95 t/ha, considerando a biomassa acima do solo e nas raízes.

CONCLUSÕES

A quantidade média de carbono obtida no ano de 2007 foi 10,8% superior à quantidade encontrada em 2002, sendo que a taxa média anual de fixação de carbono nos fragmentos amostrados foi 1,18 t/ha.ano. Pode-se concluir que, as matas ciliares além de desempenharem um importante papel nas questões de conservação do solo, da água e da diversidade biológica, podem contribuir também com a minimização do efeito estufa, por meio da absorção de dióxido de carbono da atmosfera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, C. P. de. **A conservação das florestas no Brasil, mudança do clima e o Mecanismo de Desenvolvimento Limpo do Protocolo de Quioto**. Rio de Janeiro: UFRJ, 2001. 181p Dissertação (Mestrado em Ciências em Planejamento Energético) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2001.

CEBDS - Conselho Empresarial Brasileiro para o Desenvolvimento Sustentável. **Mecanismo de Desenvolvimento Limpo**. Rio de Janeiro: 2002. 35p.

DAVIDE, A. C.; BOTELHO, S. A. **Análise crítica dos programas de recomposição de matas ciliares em Minas Gerais**. In: Simpósio Mata Ciliar, 1999, Belo Horizonte. Coordenação do Simpósio Mata Ciliar. Lavras : UFLA, 1999. p. 172-188.

DAVIDE, A. C.; FERREIRA, R. A.; FARIA, J. M. R.; BOTELHO, S. A. Restauração de matas ciliares. **Informe Agropecuário**, v.21, n.207, p.65-74, 2000.

EPA. United States Environmental Protection Agency. Disponível em: <http://www.epa.gov/climatechange/emissions/co2_geosequest.html> Acesso em: 28 ago. 2008.

FERNANDES, T.J.G.; SOARES, C.P.B.; JACOVINE, L.A.G.; ALVARENGA, A.P. Quantificação do carbono estocado na parte aérea e raízes de *Hevea* sp., aos 12 anos de idade, na zona da mata mineira. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v.31, n.4, p.657-665, 2007.

GOMIDE, L. R. **Um modelo fitogeográfico para a bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais**. Lavras: UFLA, 2004. 244 p. Dissertação (Mestrado em Florestas de Produção) – Universidade Federal de Lavras, 2004.

IGAM - Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Disponível em: <http://www.igam.mg.gov.br/index.php?option=com_content&task=view&id=154&Itemid=216>. Acesso em: 02 set. 2008.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **IPCC, Climate Change 2001: Synthesis report.** contribution of working group I, II, and

III to the third assessment report of the IPCC [Watson, R.T. and the Core Writing Team (eds.)]. Cambridge, United Kingdom/New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2001.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). **IPCC WGI fourth assessment report: summary for policymakers.** Rome: WMO/UNEP, 2007. 21p.

KAGEYAMA, P. Y. **Estudo para a implantação de matas ciliares e proteção na bacia hidrográfica do passa cinco, visando a utilização para o abastecimento público.** Piracicaba: USP, 1986.

LEMONS, P. C. **Análise de um projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (Protocolo de Quioto) para a Mata Atlântica em Minas Gerais.** Lavras: UFLA, 2007. 127 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 2007.

MARTINS, O. S. **Determinação do potencial de seqüestro de carbono na recuperação de matas ciliares na região de São Carlos – SP.** São Carlos: UFSCar, 2005. 161 p. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) - Universidade Federal de São Carlos, 2005.

MELO, A. C. G. de; DURIGAN, G. Fixação de carbono em reflorestamentos de matas ciliares no Vale do Paranapanema, SP, Brasil. **Scientia Forestalis**, n. 71, p. 149-154, ago. 2006.

RENNER, R. M. **Seqüestro de carbono e a viabilização de novos reflorestamentos no Brasil.** Curitiba: UFPR, 2004. 147 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2004.

SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. In: SANQUETA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLOTTO, M.A.B. (Eds.). **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas.** Curitiba: UFPR/Ecoplan, 2004. p.77-93.

SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; GIACOMELLI SOBRINHO, V.; SCHNEIDER, P. S. P. Determinação indireta do estoque de biomassa e carbono em povoamentos de acácia-negra (*Acácia mearnsii* De Wild). **Ciência Florestal**, Santa Maria, RS, v. 15, n. 4, 2005.

SCOLFORO, J. R. S.; RUFINI, A.L.; MELLO, J. M. de; OLIVEIRA, A. D. de; SILVA, C. P. de C. Equações para a quantidade de carbono das fisionomias florestais em Minas Gerais. In: SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. de; ACERBI JUNIOR, F. W. **Inventário Florestal de Minas Gerais: Equações de Volume, Peso de Matéria Seca e Carbono Para as Diferentes Fitofisionomias da Flora Nativa.** Lavras: Editora UFLA, 2008. 216p.

SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; GÖRGENS, E. B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista Árvore**, v.29, n.5, p.711-718, 2005.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, M. L. R. Equações para estimar a quantidade de carbono na parte aérea de árvores de eucalipto em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.5, p.533-539, 2002.

ZANZINI, A.C.S. **Noções sobre o Ecossistema Mata Ciliar.** In: II Curso de Atualização em Implantações de Mata Ciliar. Lavras, MG. 1995. n.p.

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; ARCE, J. E.; BALBINOT, R. Quantificação de biomassa total e carbono orgânico em povoamentos de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Kuntze no sul do estado do Paraná, Brasil. **Revista Acadêmica: ciências agrárias e ambientais**, Curitiba, v.1, n.2, p. 63-68, abr/jun. 2003.

WIEDMANN, S. M. P.; DORNELLES, L. D. C. Legislação ambiental aplicada a Mata Ciliar. IN: SIMPÓSIO MATA CILIAR: CIÊNCIA E TECNOLOGIA, 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte, 1999. p. 1-11.

CARACTERÍSTICAS DA COPA DA CASTANHA-DO-BRASIL E SUAS RELAÇÕES COM O DIÂMETRO DO TRONCO

BRAZIL NUT CROWN CHARACTERISTICS AND STEM DIAMETER RELATIONSHIPS

Helio Tonini¹ Luiz Augusto Melo Shwengber² Rafael Turcatel²

RESUMO

Este trabalho foi realizado com o objetivo de estudar as características da copa em árvores nativas de castanha-do-brasil e estabelecer relações entre estas características e o diâmetro do tronco. Os dados foram coletados em uma floresta com ocorrência natural de castanha-do-brasil no sul do estado de Roraima em parcelas permanentes instaladas pela Embrapa Roraima com o objetivo de monitorar a dinâmica da população e a produção de frutos em florestas naturais. As árvores amostras foram selecionadas em função da classe de diâmetro e produção de frutos totalizando 88 árvores. Em cada árvore foi medido o diâmetro à altura do peito (DAP), a altura total (h) e a altura de inserção da copa (hic), o comprimento da copa (L) e o diâmetro da copa (Dc). Após foram calculados a proporção de copa (PC) e a relação entre o diâmetro da copa com diâmetro do tronco (IS), com a altura (IA) e com o comprimento da copa (FC). As relações entre as variáveis da copa e o DAP foram avaliadas mediante a análise de regressão linear através do procedimento estatístico "stepwise". A eficiência dos modelos foi verificada através do coeficiente de determinação (R^2), erro padrão de estimativa (syx), valor e significância de F para o modelo, valor e significância de t para os coeficientes e análise da distribuição dos resíduos. Como resultado observou-se uma grande variação em todas as características da copa, que se deveu, provavelmente, aos diferentes níveis de competição a que as árvores estavam sujeitas. Em florestas naturais a castanha-do-brasil apresentou uma copa 19 vezes maior do que o seu DAP, sendo esta relação bem inferior a verificada em plantios. O comprimento e o diâmetro da copa puderam ser estimados com grande precisão a partir do DAP

Palavras-chave: Amazônia, Roraima, castanha-do-brasil, frutos, produção.

ABSTRACT

This work was carried out with the objective of studying crown characteristics of native trees of brazil nut and establish relationships between these characteristics and stem diameter. The data were collected in a forest with natural occurrence of brazil-nut in the south of the Roraima state in permanent sample plots installed by Embrapa Roraima with the objective of monitoring population dynamics and fruit production in natural forests. Eighty eight sample trees were selected in function of the diameter and fruit production classes. In each tree was measured the diameter at breast height (DBH), total height (h) and crown insert height (hic). After were calculated the crown length (L), crown diameter (Dc), crown proportion (PC), and crown diameter/ DBH (IS), crown diameter/total height (IA) and crown diameter/crown length (FC) relationships. The relationships between the crown variables and DBH were appraised by regression analysis through the statistical procedure "stepwise". The models efficiency was verified by the coefficient of determination (R^2), standard error of estimative (syx), F value and significance for the model, t value and significance for the coefficients and residual distribution analysis. As result it was observed a great variation in all crown characteristics that was due, at the different competition levels that the trees were subject. In natural forests brazil-nut presented a crown 19 times larger than your DBH, being this relationship smaller than the verified in homogeneous stands. The length and the crown diameter could be predict with great precision from DBH.

Key words: Amazônia, Roraima, castanha-do-brasil, fruit, production

INTRODUÇÃO

Dentre os produtos florestais não madeireiros, a castanha-do-brasil se caracteriza como um dos mais importantes recursos econômicos da Amazônia (Clay, 1997; Myers et al, 2000), e tem importância fundamental para a economia de diversas localidades e populações extrativistas em regiões produtoras na Bolívia, no Peru e na Amazônia Brasileira (Willians e Wilson 1999; Mori e Prance, 1990, Simões 2003).

A castanha-do-brasil pode ser considerada um alimento altamente nutritivo e excelente complemento na dieta alimentar de crianças e adultos, sendo rica em lipídios, vitaminas, minerais e proteínas. Da amêndoa, pode se extrair o óleo com bom coeficiente de digestibilidade. Do resíduo desta extração, pode ser obtido a torta e o farelo de uso na

¹ Eng.Florestal. Dr.Embrapa Roraima, Br 174, Km 08, Distrito Industrial, CEP: 693101-970, Boa Vista, RR. helio@cpafrr.embrapa.br

² Acadêmico do Curso de Agronomia, Universidade Federal de Roraima. Campus Cauamé: BR 174, Km 12. Bairro Monte Cristo. CEP: 69300-000 Boa Vista / RR

alimentação humana e animal. Os frutos podem ser utilizados como combustível (carvão) ou na confecção de diversos objetos de artesanato e utensílios de cozinha (Souza et al, 2004)

Os métodos tradicionais de coleta da castanha-do-brasil tem relativamente pouco impacto ambiental, sendo alternativa para a conservação dos recursos florestais mediante o manejo florestal sustentado (Peters et al, 1989; Nepstad e Schwartzman, 1992). No entanto, estudos relacionados ao manejo da espécie em florestas naturais são recentes ainda existindo carências de tecnologias que possibilitem o aumento da produtividade dos castanhais nativos.

Estudos como os de Viana et al., (1998), Zuidema & Boot (2002), Wadt et al.,(2005) e Kainer et al., (2006 e 2007) observaram que a produção de frutos de árvores de castanha-do-brasil é muito variável e os fatores que determinam esta variabilidade são: o tamanho da árvore (principalmente o DAP); atributos da copa como a posição sociológica, a forma e a infestação por cipós; variações temporais inerentes a própria planta; fatores climáticos como a precipitação; fatores genéticos; nutrição (níveis de fósforo) e as interações com polinizadores, predadores e dispersores.

O clima de luz e a forma da copa apresentam uma relação direta com a produção de frutos em árvores nativas de castanha-do-brasil (Wadt et al, 2005 e Kainer et al, 2007). Segundo Bohlman e O' Brien (2006), a alta disponibilidade de luz em uma floresta, normalmente, estimula o crescimento em altura das árvores. Já a baixa disponibilidade, estimula a expansão da copa uma vez que as árvores tendem a criar uma maior superfície para capturar a luz escassa.

O tamanho da copa esta diretamente relacionado à capacidade fotossintética sendo um parâmetro importante nos estudos de crescimento das árvores (Hemery et al, 2005) além de refletir um nível cumulativo de competição no tempo (Hasenauer e Monserud, 1996).

Segundo Durlo e Denardi (1998), a morfometria de uma árvore e as variáveis derivadas são utilizadas para transmitir uma idéia das relações interdimensionais; reconstituir o espaço ocupado por cada árvore; julgar o grau de concorrência, além de permitir inferências sobre a estabilidade, a vitalidade e a produtividade de cada indivíduo.

Portanto, servem como instrumento prático para subsidiar intervenções silviculturais, especialmente, quando não se conhece a idade das plantas, como é o caso das florestas naturais.

Segundo Hemery (et al., 2005), o conhecimento das relações entre a copa e o diâmetro do tronco é de grande importância e pode ser utilizado na definição de regimes de desbastes, determinação de espaçamentos em plantios mistos ou sistemas agroflorestais, definição de tratamentos silviculturais como a liberação em florestas naturais, seleção genética e na modelagem do crescimento das árvores.

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de estudar as características da copa de árvores de castanha-do-brasil em florestas naturais e estabelecer relações entre estas características e o diâmetro do tronco (DAP).

MATERIAL E MÉTODO

Características do local

Os dados foram coletados em uma floresta com ocorrência natural de castanha-do-brasil no sul do estado de Roraima, no município de Caracarái, nas coordenadas 01° 48' 58" de latitude norte e 61° 07' 41" de longitude oeste, distante 135 km da capital do Estado, Boa Vista.

A área em estudo apresenta relevo plano a ondulado com a vegetação predominante considerada como floresta tropical húmida (Brasil, 1975). O clima na região é classificado como Ami (tropical chuvoso com pequeno período de seca) com precipitação média anual entre 1700-2000 mm. O período chuvoso ocorre com maior frequência de abril a agosto com totais mensais superiores a 100 mm. A partir de setembro ocorre uma sensível redução, com período caracteristicamente seco ocorrendo mais frequentemente de novembro a março. A temperatura média anual é de 27 °C (Femact, 1993).

Seleção das árvores amostra

Os dados para a realização deste estudo foram obtidos em parcelas permanentes instaladas pela Embrapa Roraima com o objetivo de monitorar a dinâmica da população e a produção de frutos em árvores de castanha-do-brasil em florestas naturais.

Em função da classe de diâmetro e produção de frutos foram, selecionadas 88 árvores, sendo em cada árvore medido o diâmetro à altura do peito (DAP) em cm, a altura total (h) e a altura de inserção da copa (hic) em metros, tomadas com o Vertex. Após, foram calculados o comprimento da copa (L), definido como a diferença entre h e hic e o diâmetro da copa (Dc), tomando-se 4 raios nas direções N,S, L e O com a utilização de uma bússola, clinômetro Suunto e o Vertex, para a determinação das distâncias (raios).

Os índices morfométricos utilizados foram definidos por Durlo e Denardi (1998), sendo expressos por:

$$PC = \frac{L}{h} \times 100 \quad IS = \frac{Dc}{DAP} \quad IA = \frac{Dc}{h} \quad FC = \frac{Dc}{L}$$

Sendo: PC= proporção de copa (%); IS= Índice de Saliência; IA= Índice de abrangência; FC = forma da copa; L=comprimento da copa (m); h = altura total (m); DAP = diâmetro tomado a 1,30 m (m); Dc = diâmetro da copa (m)

Uma vez que o DAP é a variável mais frequentemente medida em inventários florestais (Machado & Figueiredo Filho, 2003), apresenta uma relação direta com variáveis da copa como o diâmetro e a superfície (Nuto 2001), e se correlaciona positivamente com a produção de frutos e sementes de castanha-do-brasil (Zuidema, 2003; Wadt et al., 2005 e Kainer et al., 2007) torna-se necessário inferir sobre as relações entre as variáveis da copa e o DAP. Para isto utilizou-se a análise regressão linear através do procedimento estatístico “stepwise”, no qual as variáveis independentes potenciais utilizadas foram o diâmetro do tronco na forma simples, quadrática, inversa e logarítmica, selecionadas para um nível de significância de 0,05.

A eficiência dos modelos foi verificada através do coeficiente de determinação (R^2), erro padrão de estimativa (syx), valor e significância de F para o modelo, valor e significância de t para os coeficientes, análise da distribuição dos resíduos e controle de multicolinearidade.

O controle para multicolinearidade foi obtido mediante o emprego do fator de inflação da variância (FIV), sendo descartados os modelos com valor de FIV maiores do que 10 (Myers, 1990).

A homogeneidade de variância foi verificada plotando-se os resíduos padronizados contra os valores estimados padronizados; a independência dos erros foi verificada empregando-se o teste de Durbin-Watson e os desvios em relação a normalidade foram verificados com a utilização de gráficos de probabilidade normal (P-P plots).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores médios, mínimos e máximos para cada variável da copa estudada, onde observou-se uma grande variação em todas as variáveis. O comprimento da copa em média foi de 18 m, com uma proporção em relação a altura total correspondente a 41%, e uma variação entre 14 e 65%.

Esta grande amplitude está provavelmente relacionada aos diferentes graus de concorrência a que estavam submetidas às árvores.

Durlo (2001) ao estudar as características da copa de árvores nativas de canjerana (*Cabralea canjerana*) observou um comprimento de copa médio de 6,5 m, com uma proporção em relação a altura total de 49,2%.

O índice de Saliência médio observado (IS) indicou que a castanha-do-brasil em florestas naturais apresenta uma copa cerca de 19 vezes maior do que o seu DAP. Em plantios e sistemas agroflorestais Tonini e Arco-verde (2005) observaram um IS igual a 50,3, ou seja, em plantios, onde a espécie encontra plena luz e condições adequadas para desenvolver seu máximo potencial de copa, o seu diâmetro é 38% superior.

Segundo Durlo e Denardi (1998) este índice pode ser utilizado para indicar o espaço vital necessário para uma determinada árvore atingir um determinado diâmetro, supondo copas circulares e um IS constante no tempo e fazer inferências sobre espaçamentos em plantios, regimes de desbaste e liberação em florestas naturais.

Porém se o objetivo for evitar a competição e maximizar o incremento diamétrico, deve-se utilizar somente árvores isoladas, ou na inexistência, árvores em plantios sujeitas a nenhuma ou pouca concorrência.

O índice de abrangência (IA) também pode ser utilizado como um indicador da necessidade de intervenções silviculturais, se optarmos por manejar uma floresta com base na sua altura, supondo que o IA não varie com a mesma (Durlo e Denardi, 1998).

Os valores observados para o formal da copa indicam que existem castanheiras com copas de forma mais achatada (formal de copa alto) e esbelta (formal de copa baixo). Uma vez que a forma da copa tem influência significativa sobre a produção de frutos em árvores nativas de castanha-do-brasil (Wadt et al, 2005 e Kainer et al, 2007) este índice pode ser importante na seleção de árvores mais produtivas em castanhais.

TABELA 1: Valores médios, máximos e mínimos para as variáveis de copa em árvores de castanha-do-brasil em florestas naturais

Variável	Média	Desvio padrão	Valor máximo	Valor mínimo
Comprimento da copa (L)	18,04	7,58	39,5	3,5
Diâmetro da copa (Dc)	16,79	6,67	28,12	1,50
Proporção da copa (PC)	41,09	10,72	64,60	14,29
Índice de saliência (IS)	18,65	4,01	26,82	10,39
Índice de abrangência (IA)	0,39	0,14	0,85	0,08
Formal da copa (FC)	0,98	0,37	2,41	0,25

As relações entre a morfometria da copa e o DAP, obtidos com o procedimento stepwise podem ser observados na Tabela 2. Os valores observados e estimados são apresentados na Figura 1.

Os melhores ajustes foram obtidos para o comprimento (l) e o diâmetro da copa. Para estas variáveis os modelos explicaram 99% e 84% da variação, respectivamente, indicando que estas duas variáveis podem ser estimadas com grande precisão a partir do DAP.

Os piores ajustes foram observados para o formal da copa e o índice de saliência, que não se relacionou de forma significativa com o DAP. Este resultado indica que para estimar estas variáveis com precisão devem ser incluídas outras variáveis no modelo como a altura, o comprimento e o diâmetro da copa.

TABELA 2: Modelos obtidos com o procedimento stepwise e o seu ajuste

Variável dependente	Modelo	Ajuste			
		R ²	syx	F	P>F
Comprimento da copa	$\ln l = 0,635 \ln DAP$	0,99	0,305	7286,0	0,001
Diâmetro da copa	$dc = -2,823 + 0,309DAP - 0,00089DAP^2$	0,84	0,230	459,21	0,001
Proporção da copa	$Pc = 26,118 + 0,164DAP$	0,31	8,95	37,75	0,001
Índice de saliência	$\ln IS = 3,019 - 0,027 \ln DAP$	0,004	0,226	0,36	0,55
Índice de abrangência	$\ln IA = -3,622 + 0,591 \ln DAP$	0,59	0,27	122,89	0,00
Formal da copa	$\ln Fc = 0,004 + 0,221 \ln DAP$	0,11	0,35	10,31	0,002

O comprimento da copa, a proporção da copa, o índice de abrangência e o formal da copa aumentaram de forma linear com o DAP (Figura 1). Já o diâmetro da copa aumentou de forma quadrática.

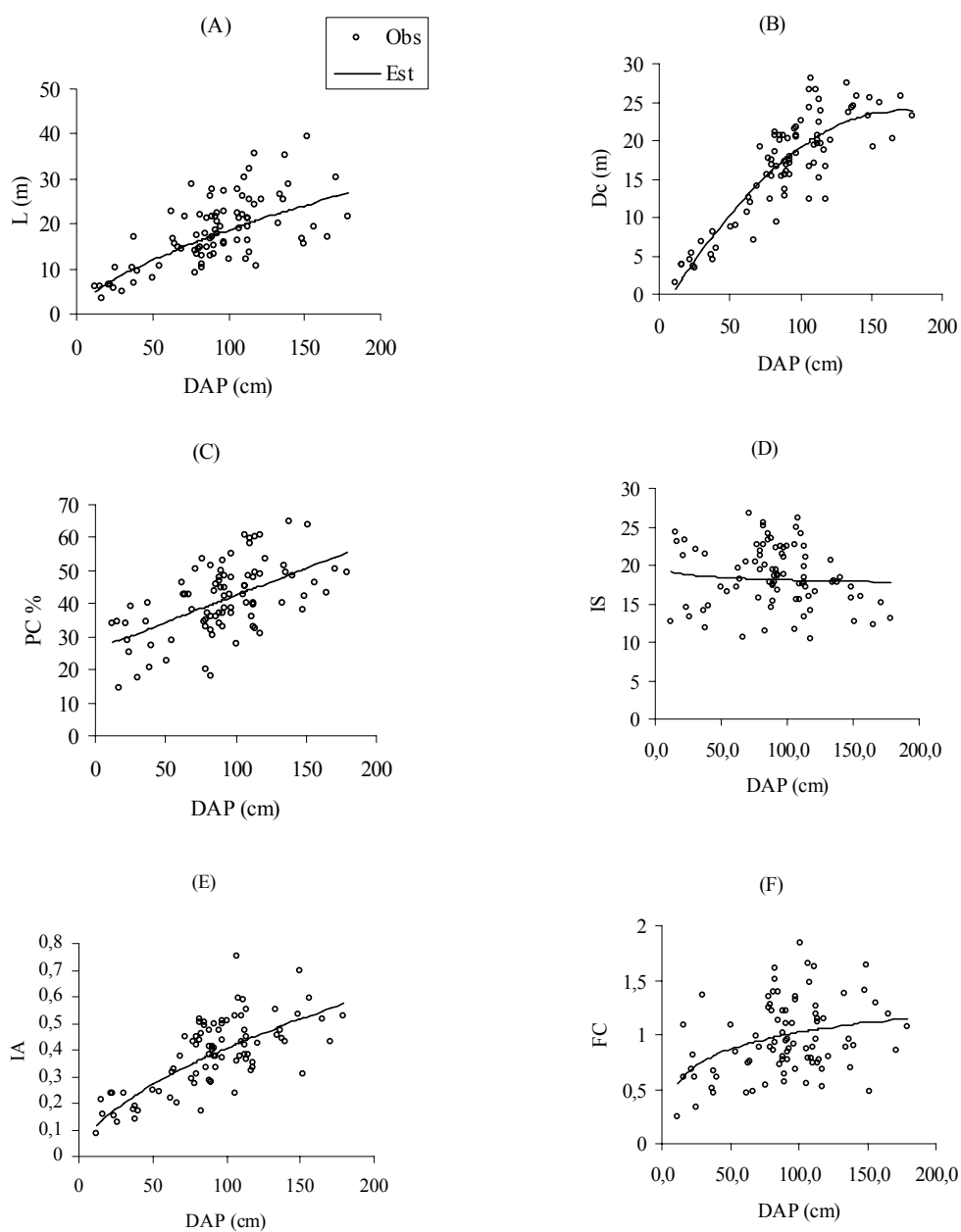


FIGURA 1: Valores observados e estimados para o comprimento da copa (A), diâmetro da copa (B), proporção da copa (C), índice de Saliência (D), índice de abrangência (E) e o Formal da copa (F)

As árvores normalmente exibem uma relação significativa entre o diâmetro da copa e o diâmetro do tronco. Na maioria dos estudos esta relação é linear (Schneider, 1993). No entanto, segundo Hemery (2005), a verdadeira relação entre o diâmetro da copa e o diâmetro do tronco é sigmoidal, devido às distorções na parte inferior da curva ao serem realizadas medições ao DAP e a um possível achatamento na parte superior devido à senilidade.

A relação quadrática observada neste estudo pode ser explicada por deformações ou quebras de galhos nas árvores mais grossas, normalmente senescentes.

A proporção de copa tendeu a aumentar com o diâmetro do tronco, ou seja, quanto maior o diâmetro, menor a altura de inserção dos galhos e maior o comprimento da copa. Este resultado concorda com Monserud (1975), que considerou a proporção de copa como um bom indicador da habilidade de uma árvore em utilizar os recursos disponíveis para o crescimento.

A relação entre o diâmetro da copa e a altura (IA) aumentou com o diâmetro, o que significa que na medida em que as árvores engrossam a expansão da copa é maior do que o crescimento em altura. Este resultado concorda com Zuidema (2003) ao afirmar que árvores jovens de castanha-do-brasil priorizam o crescimento em altura de forma a alcançar as posições superiores do dossel o mais rápido possível. O pleno desenvolvimento da copa para a espécie só é alcançado quando as árvores alcançam as posições superiores do dossel.

O aumento do formal da copa com o diâmetro do tronco indica que as menores árvores possuem copas mais estreitas e compridas.

CONCLUSÕES

a) Observou-se uma grande variação em todos os parâmetros morfométricos estudados, o que se deve, provavelmente, aos diferentes níveis de competição a que as árvores estão sujeitas.

b) Em florestas naturais a castanha-do-brasil apresenta uma copa 19 vezes maior do que o seu DAP, sendo esta relação bem inferior ao verificado em plantios.

c) O comprimento e o diâmetro da copa podem ser estimados com grande precisão a partir do DAP

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo auxílio financeiro

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

BOHMAN S.; O'BRIEN S. Allometry, adult stature and regeneration requirement of 65 tree species on Barro Colorado island, Panama. **Journal of Tropical Ecology**, v.22, P.123-136, 2006

CLAY, J.W; Brazil nuts: the use of a keystone species for conservation and development. In: FREESE, C.H. Harvesting wild species implications for biodiversity conservation. Baltimore: John Hopkins University Press, 1987, p. 246-282.

DURLO, M.A. Relações morfométricas para *Cabralea canjerana*(Well.) Mart. **Ciência Florestal**, v.11, p.141-149, 2001.

DURLO, M.A.; DENARDI, L. Morfometria de *Cabralea canjerana*, em mata secundária nativa do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, v.8, p.55-56, 1998.

HASENAUER, H.; MONSERUD, R.A. A crown ratio model for Austrian forests. **Forest Ecology and Management**, v.84, p.49-60, 1996.

HEMERY, G.E.; SAVILL, P.S.; PRYOR, S.N. Applications of the crown diameter-stem diameter relationship for different species of broadleaved trees. **Forest Ecology and Management**, v.215, p.285-294, 2005.

KAINER, K.A.; WADT, L.H.O.; GOMES-SILVA, D.A.P.; CAPANU, M. Liana loads and their association with *Bertholletia excelsa* fruit and nut production, diameter growth and crown attributes. **Forest Ecology and Management**, v.250, p.244-255, 2006

KAINER, K.A.; WADT, L.H.O.; STAUDHAMMER, C.L. Explaining variation in Brazil nut fruit production. **Journal of tropical ecology**, v.22, p.147-154, 2007.

MACHADO, S.A.; FIQUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba: UFPR, 2003. 309p.

MONSERUD, R.A. Methodology for simulating Wisconsin Northern hardwood stand dynamics. Ph.d Thesis, University of Wisconsin, Madison, 156p. 1975.

MORI, S.A.; PRANCE, G.T. Taxonomy, ecology and economic botany of the brazil nut (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl: Lecythidaceae). In: PRANCE, G. T.; BALICK, M, J. New directions in the study of plants and people. Advances in Economy Botany, v.8, p.130 -150, 1990.

- MYERS, G.P; NEWTON, A.C; MELGAREJO, O. The influence of canopy gap size on natural regeneration of brazil nut (*Bertholletia excelsa*) in Bolivia. **Forest Ecology and Management**, v.127, p.199-128, 2000.
- NEPSTAD, D.C; SCHWARTMAN,S. **Nontimber products from tropical forests: Evaluation of a conservation and development strategy**. New York: The new York Botanical Garden, n.11, 1992.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. baseado na árvore individual. **Ciência Florestal**, v.11, p.9-25, 2001.
- PETERS, C.M; GENTRY, A.H, MENDEL, J.R.O. Valuation of an amazonia rainforest. **Nature**, v.359, p.655-656, 1989.
- SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria:Ed. UFSM, 1993. 348p.
- SIMÕES, A.V. Impactos de tecnologias alternativas e do manejo da castanha-do-brasil (*Bertholletia excelsa* Humb & Bonpl.) no controle da contaminação por aflotoxinas em sua cadeia produtiva. 2003. 50 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade do Amazonas, Manaus.
- SOUZA, J.M.L; CARTAXO, C.B.C; LEITE, F.M.N; REIS, F.S. Avaliação microbiológica de amêndoas de castanha-do-brasil em usinas de beneficiamento no Acre. Rio Branco: Embrapa Acre, 2004, 24 p. (Embrapa Acre, Boletim de Pesquisa e desenvolvimento, 39).
- TONINI, H.; ARCOVERDE, M.F. Morfologia da copa para avaliar o espaço vital de quatro espécies nativas da Amazônia. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.40, n.7,p.633-638, 2005.
- VIANA, V.M.; MELLO, R.A.; MORAES, L.M, et al. Ecologia e manejo de populações de castanha-do-Pará em reservas extrativistas, Xapuri, Estado do Acre. In: GASCON, C.; MOUTINHO, P. **Floresta Amazônica, dinâmica, regeneração e manejo**. Manaus: INPA, 1998, 373p.
- ZUIDEMA, P.A; BOOT,R.G.A. Demography of the brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*) in the bolivian amazon:Impact of seed extraction on recruitment and population dynamics. **Journal of Tropical Ecology**, v.18, p.1-31, 2002.
- ZUIDEMA, P.A. **Demography and management of the Brazil nut tree (*Bertholletia excelsa*)**. PROMAB Scientific Series, n.6, 2003,111p.
- WADT, L.H.O.; KAINER, K.A.; GOMES-SILVA, D.A.P. Population structure and nut yield of a *Bertholletia excelsa* stand in Southwestern Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v.211, p.371-384, 2005.
- WILLIAMS, J; WILSON, D. Informe sobre el problema de aflotoxinas de la castaña (*Bertholletia excelsa*) em Bolivia. Universidade da Geórgia, Documento técnico, n.71, 1999, 20 p.

ESTUDO DAS CORRELAÇÕES E ESTIMATIVAS DE PROPRIEDADES FÍSICAS E MECÂNICAS DE MADEIRAS BRASILEIRAS COM APTIDÃO AO MANEJO FLORESTAL

STUDY OF THE CORRELATIONS AND ESTIMATES OF PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES OF BRAZILIAN WOOD WITH CAPACITY TO FOREST MANAGEMENT

Henrique José Borges de Araujo¹

RESUMO

Este estudo objetivou avaliar as correlações e realizar análises de regressão de propriedades físicas e mecânicas de madeiras tropicais brasileiras, oferecendo recursos matemáticos que permitam estimá-las. O estudo, baseado em uma amostra de dados de 163 espécies, contribui ao melhor conhecimento das madeiras brasileiras no aspecto tecnológico e também auxilia na identificação de espécies alternativas para o manejo florestal sustentável. As propriedades utilizadas foram: densidade básica (ρ_{bas}), contração tangencial ($\epsilon_{r,3}$) e radial ($\epsilon_{r,2}$), dureza Janka paralela (f_{H0}) e transversal (f_{H90}) às fibras, e as relativas à resistência a esforços mecânicos de compressão (f_{c0} e E_{c90}), flexão estática (f_M e E_{M0}), tração (f_{wt90}), fendilhamento (f_{v0}) e cisalhamento (f_{s0}). As propriedades com as mais altas relações funcionais foram f_{c0} , f_{H90} , ρ_{bas} , f_M , f_{H0} , E_{M0} , f_{s0} e E_{c90} e as com as mais baixas foram $\epsilon_{r,3}$, $\epsilon_{r,2}$, f_{wt90} e f_{v0} . As análises de regressão possibilitaram a obtenção de equações satisfatórias para estimativas das propriedades físicas e mecânicas de madeiras de espécies brasileiras com as mais altas relações funcionais.

Palavras-chave: madeira tropical, propriedades físicas da madeira, propriedades mecânicas da madeira, manejo florestal.

ABSTRACT

This study is intended to evaluate the correlations and make the regression analysis of physical and mechanical properties of Brazilian tropical wood and to offer mathematical tools that allow the estimation of them. The study, based on data from a sample of 163 species, contributes to better knowledge of Brazilian wood in the technological aspect and also help in the identification of species alternatives for sustainable forest management. The properties used were: basic density (ρ_{bas}), tangential ($\epsilon_{r,3}$) and radial ($\epsilon_{r,2}$) shrinkages, Janka hardness parallel (f_{H0}) and crossection (f_{H90}) to the grain, and those properties related to the resistance to mechanical efforts of compression (f_{c0} and E_{c90}), static bending (f_M and E_{M0}), traction (f_{wt90}), cleavage (f_{v0}) and shear (f_{s0}). The properties with the highest functional relationships were f_{c0} , f_{H90} , ρ_{bas} , f_M , f_{H0} , E_{M0} , f_{s0} and E_{c90} and the lowest were $\epsilon_{r,3}$, $\epsilon_{r,2}$, f_{wt90} and f_{v0} . The regression analyses made possible the obtaining of satisfactory equations for estimates of the physical and mechanical properties of Brazilian tropical wood species with the highest functional relationships.

Key words: tropical wood, physical properties of the wood, mechanical properties of the wood, forest management.

INTRODUÇÃO

O conhecimento das propriedades físicas e mecânicas das madeiras (PFMM) é fundamental para definir adequadamente as aplicações a que serão destinadas e dimensionar, com segurança, as partes componentes de uma estrutura com esse material. Restrito às PFMM, a indicação de uma madeira para determinada aplicação considera atributos referentes ao seu peso, ao comportamento frente às condições ambientais (umidade, principalmente) e, também, aos limites de resistência mecânica correspondentes aos esforços a que estarão sujeitas nas situações de uso.

Embora já se tenha ensaiado um grande número de espécies de madeira, ainda restam muitas a serem estudadas. Araujo (2002), ao realizar extenso levantamento na literatura acerca das PFMM de 197 espécies ocorrentes em uma floresta no Acre, na Região Amazônica, encontrou o nome científico completo (gênero e espécie) de apenas 74 (37,5%) delas, sendo que 113 (57,4%) espécies foram localizadas somente ao nível de gênero, e 10 (5,1%) não foram encontradas na literatura.

A fim de avaliar as relações funcionais existentes entre as PFMM de espécies tropicais brasileiras, procedeu-se o estudo de suas correlações e de suas dependências funcionais (análises de regressão). Este estudo, baseado em uma amostra de dados de 163 espécies, tem como objetivo conhecer o grau de correspondência entre essas propriedades e, ao mesmo tempo, oferecer recursos matemáticos (equações de regressão) que possibilitem estimativas para espécies ainda não estudadas.

As informações apresentadas contribuem para o melhor conhecimento de nossos recursos florestais madeireiros tanto no aspecto tecnológico como também auxiliando na identificação de espécies alternativas em substituição àquelas tradicionais em via de escassez. Tal conhecimento é fundamental para o desenvolvimento e aperfeiçoamento de sistemas de manejo florestal sustentável, em especial na região amazônica.

¹. Engenheiro Florestal, Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA Acre; Rodovia BR-364, km 14, CEP 69908-970, Rio Branco, AC; E-mail: henrique@cpafac.embrapa.br

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Entre as PFMM, a massa específica (densidade) é a que mais se destaca. Essa propriedade tem relação direta com a composição química da madeira e revela a quantidade do material lenhoso da parede celular, estando, dessa maneira, estreitamente relacionada com outras propriedades (NAHUZ, 1974; RICHTER; BURGER, 1978).

Neste trabalho, a massa específica é representada pela densidade básica. Segundo Brown et al (1949), a densidade básica da madeira é definida pela relação entre seu peso absolutamente seco e seu volume saturado (umidade acima do Ponto de Saturação das Fibras – PSF) e expressa em g.cm^{-3} .

A densidade básica é de fácil obtenção e um dos principais parâmetros para aferir a qualidade da madeira, sendo um excelente índice para indicar seu emprego nas diversas finalidades. Em termos gerais, as variações da densidade básica entre espécies estão relacionadas às suas características anatômicas, a exemplo do comprimento e largura da célula, espessura da parede celular, diâmetro do lume e proporção e distribuição dos tecidos no lenho (PANSWIN; ZEEUW, 1970).

Como material estrutural, a madeira possui a desvantagem de ser heterogêneo. Sequer amostras de uma mesma árvore apresentam valores das PFMM absolutamente iguais (BROWN et al., 1949). Segundo Rocha (1994), a heterogeneidade da madeira se deve aos diversos tipos de células com funções específicas, por ser constituída de uma série de compostos químicos, orgânicos e inorgânicos, e, também aos fatores que afetam o desenvolvimento das árvores, tais como clima, solo, local de crescimento e genéticos.

Ainda que as PFMM tenham estreita relação com a massa específica, há outros importantes fatores de influência, tais como as proporções e arranjos dos seus componentes estruturais anatômicos (fibrilar, parenquimatosos, etc.) e aos elementos não estruturais, como extrativos e água (PANSWIN; ZEEUW, 1970; WANGAARD, 1950). Garcia e Quirino (1993), constataram que a remoção de apenas 1,9% de extrativos da madeira de ipê (*Tabebuia* sp.) ocasionou um decréscimo de 17,3% na resistência de ruptura à compressão paralela às fibras.

A presença da água afeta sobremaneira a resistência da madeira. As variações na umidade produzem diferenças na massa específica, e, portanto, resultando em variações na resistência aos esforços mecânicos. Segundo Panswin e Zeeuw (1970), a resistência mecânica se altera inversamente com o conteúdo de umidade abaixo do PSF. Acima do PSF, têm-se evidenciado na literatura que as propriedades mecânicas da madeira permanecem estáveis quando ocorrem variações da umidade.

Além dos fatores mencionados, ainda há outros relevantes que influenciam as PFMM, podendo-se citar as proporções dos elementos da parede celular (celulose, hemiceluloses e lignina); disposição dos vasos e porosidade; posição da amostra no tronco da árvore; direção das fibras (longitudinal e transversal) onde são aplicadas as forças externas e idade da árvore (KOLLMANN; CÔTÉ, 1968; PANSWIN; ZEEUW, 1970; FOREST, 1974; RICHTER; BURGER, 1978; JANKOWSKY, 1979; SIAU, 1984; ROCHA et al., 1988; EVANS et al., 2000).

MATERIAL E MÉTODOS

Propriedades físicas e mecânicas utilizadas

Para o presente estudo foram utilizadas doze PFMM (Tabela 1).

TABELA 1: Propriedades físicas e mecânicas das madeiras (PFMM) utilizadas no estudo.

Propriedade		Notação ¹	Unidade de medida	Teor de umidade ²
Físicas	1. Densidade básica	ρ_{bas}	g.cm^{-3}	-
	2. Contração tangencial	$\epsilon_{r,3}$	%	-
	3. Contração radial	$\epsilon_{r,2}$	%	-
Mecânicas	4. Módulo de ruptura à flexão estática	f_M	MPa	12%
	5. Módulo de elasticidade à flexão estática	E_{M0}	MPa	12%
	6. Resistência à compressão paralela às fibras	f_{c0}	MPa	12%
	7. Resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras	E_{c90}	MPa	12%
	8. Dureza Janka paralela às fibras	f_{H0}	N	12%
	9. Dureza Janka transversal às fibras	f_{H90}	N	12%
	10. Resistência à tração perpendicular às fibras	f_{wt90}	MPa	12%
	11. Resistência ao fendilhamento	f_{v0}	MPa	12%
	12. Resistência ao cisalhamento	f_{s0}	MPa	12%

MPa = MegaPascal; N = Newton; ¹ = conforme norma NBR 7190 (ABNT); ² = refere-se ao teor de umidade do corpo de prova do respectivo ensaio

Amostragem

Os dados básicos foram obtidos a partir de uma amostra, composta por informações de 163 espécies de madeiras tropicais brasileiras, procedente de quatro publicações do Laboratório de Produtos Florestais/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (LPF/IBAMA) (IBAMA, 1997; INSTITUTO, 1981; INSTITUTO, 1988; SOUZA et al., 1997). Tais dados foram determinados utilizando-se as normas da COPANT, as quais são praticamente iguais as da ASTM (INSTITUTO, 1988), sendo que as propriedades mecânicas foram obtidas com corpos de prova a um teor de umidade de 12%.

Software estatístico

As análises estatísticas foram realizadas através do programa computacional SAS (SAS INSTITUTE INC., 1993).

Correlações

As correlações das PFMM deste estudo são expressas pelo coeficiente de correlação linear de Pearson (α). O α é adimensional e dado pela expressão:

$$\alpha = \frac{1}{n-1} \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \mu_x)(y_i - \mu_y)}{\sigma_x \sigma_y} \quad (1)$$

Onde: α = coeficiente de correlação linear de Pearson; n = número de observações de cada variável; x_i e y_i = valores i -ésimos das variáveis x e y , respectivamente; μ_x e μ_y = médias das variáveis x e y , respectivamente; σ_x e σ_y = desvios padrão das variáveis x e y , respectivamente

Análises de regressão (equações de regressão)

Foi utilizado ρ_{bas} como variável independente para o ajuste das equações de regressão de todas as outras propriedades. Essa opção foi adotada em razão de sua já destacada importância e também por ser a propriedade mais frequente (menos ausente) nas fontes de dados consultadas.

Os cálculos foram feitos utilizando o procedimento Guided Data Analysis (“análise de dados guiada”) do programa SAS. Tal procedimento, além da análise de regressão propriamente dita, proporciona a avaliação de suposições estatísticas dos dados sob análise, permitindo identificar e corrigir as imperfeições ou violações estatísticas, tais como: a) escala dos dados da variável a ser estimada (efetua transformação logarítmica, raiz quadrada, inversa, etc.); b) indicação do modelo de equação mais apropriado (linear, quadrático ou cúbico); e, c) identificação e exclusão de *outliers* (valores discrepantes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estatística simples da amostra

O coeficiente de variação percentual (Cv%), revelou uma variabilidade acentuada das propriedades, sendo que o menor Cv% foi o de $\epsilon_{r,3}$ (17,9%) e o maior o de f_{H90} (52,4%). Sob a ótica de representação da variação natural existente entre as espécies de madeira, a alta variabilidade dos dados da amostra utilizada pode ser interpretada como um aspecto positivo, pois significa que abrangeu espécies com boa proximidade da amplitude natural que as PFMM podem assumir, o que pode ser verificado pelos seus valores máximos e mínimos.

Os parâmetros estatísticos simples dos dados da amostra são mostrados na Tabela 2.

A variação do número de dados verificada se deve à falta de informação nas fontes consultadas (por exemplo: para ρ_{bas} , duas espécies, das 163, não apresentaram a informação dessa propriedade, o que totalizou 161 observações efetivas).

Correlações

Para a maior parte das propriedades houve expressiva correlação. O máximo valor de α encontrado foi o de f_{H0} vs. f_{H90} (0,9724), e o mínimo valor, estatisticamente significativo, foi o de $\epsilon_{r,2}$ vs. f_{v0} (0,1849), mostrando quase inexistência de correlação. A correlação menos expressiva, além de ser a única sem significância estatística, foi a de $\epsilon_{r,2}$ vs. f_{wt90} (0,0733). Em termos de propriedades físicas *versus* mecânicas, o maior valor de α foi o de ρ_{bas} vs. f_{c0} (0,9416), e o menor, estatisticamente significativo, foi o mencionado para $\epsilon_{r,2}$ vs. f_{v0} .

TABELA 2: Parâmetros estatísticos simples dos dados da amostra das propriedades físicas e mecânicas das madeiras (PFMM) do estudo.

Propriedade	n	Média	Desvio padrão	Cv%	Valor mínimo	Valor máximo
ρ_{bas}	161	0,63	0,15	24,3	0,29	1,01
$\epsilon_{r,3}$	140	8,78	1,57	17,9	4,50	12,60
$\epsilon_{r,2}$	140	4,92	1,10	22,3	2,40	8,20
f_M	158	120,25	36,95	30,7	29,32	222,51
E_{M0}	159	13318	2809	21,1	4413	18927
f_{c0}	159	63,67	17,63	27,7	23,73	100,13
E_{c90}	154	10,56	5,00	47,3	1,86	26,97
f_{H0}	158	8773,8	3958,4	45,1	2079	17603
f_{H90}	157	7730,15	4048,96	52,4	1196	17936
f_{wt90}	154	4,10	1,09	26,6	1,86	7,65
f_{v0}	115	5,71	1,33	23,3	2,94	8,83
f_{s0}	157	13,10	4,24	32,4	3,73	23,14

ρ_{bas} = densidade básica, em $g.cm^{-3}$; $\epsilon_{r,3}$ = contração tangencial, em %; $\epsilon_{r,2}$ = contração radial, em %; f_M = módulo de ruptura à flexão estática, em MPa; E_{M0} = módulo de elasticidade à flexão estática, em MPa; f_{c0} = resistência à compressão paralela às fibras, em MPa; E_{c90} = resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras, em MPa; f_{H0} = dureza Janka paralela às fibras, em N; f_{H90} = dureza Janka transversal às fibras, em N; f_{wt90} = resistência à tração perpendicular às fibras, em MPa; f_{v0} = resistência ao fendilhamento, em MPa; f_{s0} = resistência ao cisalhamento, em MPa; n = número de dados; Cv% = coeficiente de variação percentual

Os α da densidade básica com as propriedades mecânicas, que variaram de 0,5087 (ρ_{bas} vs. f_{wt90}) a 0,9416 (ρ_{bas} vs. f_{c0}), mostraram-se, com exceção de f_{wt90} e f_{v0} , bastante altos, todos acima de 0,87. Esses resultados são compatíveis com os descritos por Paula et al. (1986) e Nascimento (1993), que encontraram, por regressão linear simples, para madeiras amazônicas secas a um teor de umidade (t.u.), valores do R^2 , entre ρ_{bas} e as propriedades mecânicas f_M , E_{M0} , f_{c0} , E_{c90} e f_{s0} , variando de 0,58 a 0,77 e 0,56 a 0,88, respectivamente. Vale lembrar que o valor do R^2 em regressão linear simples é o quadrado do valor do α . A matriz dos coeficientes de correlação (α) das PFMM consta na Tabela 3.

TABELA 3: Matriz dos coeficientes de correlação (α) das propriedades físicas e mecânicas das madeiras (PFMM) do estudo.

Propriedade	ρ_{bas}	$\epsilon_{r,3}$	$\epsilon_{r,2}$	f_M	E_{M0}	f_{c0}	E_{c90}	f_{H0}	f_{H90}	f_{wt90}	f_{v0}	f_{s0}
ρ_{bas}	1 (161)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\epsilon_{r,3}$	0,3634** (138)	1 (140)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
$\epsilon_{r,2}$	0,4279** (138)	0,6387** (140)	1 (140)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
f_M	0,9224** (158)	0,3572** (135)	0,4440** (135)	1 (158)	-	-	-	-	-	-	-	-
E_{M0}	0,8917** (159)	0,4991** (136)	0,5068** (136)	0,9061** (158)	1 (159)	-	-	-	-	-	-	-
f_{c0}	0,9416** (159)	0,3894** (136)	0,4394** (136)	0,9597** (158)	0,9238** (159)	1 (159)	-	-	-	-	-	-
E_{c90}	0,9124** (154)	0,2155* (133)	0,3213** (133)	0,8821** (153)	0,7733** (154)	0,8907** (154)	1 (154)	-	-	-	-	-
f_{H0}	0,8769** (158)	0,4030** (135)	0,4493** (135)	0,8864** (157)	0,8428** (158)	0,9061** (158)	0,8572** (153)	1 (158)	-	-	-	-
f_{H90}	0,9207** (157)	0,3926** (134)	0,4388** (134)	0,9019** (156)	0,8679** (157)	0,9290** (157)	0,8960** (152)	0,9724** (156)	1 (157)	-	-	-
f_{wt90}	0,5087** (154)	0,2441* (131)	0,0733 ^{ns} (131)	0,5024** (153)	0,4717** (154)	0,4946** (154)	0,4481** (150)	0,4887** (153)	0,4717** (152)	1 (154)	-	-
f_{v0}	0,6114** (115)	0,3477** (115)	0,1849* (115)	0,6185** (114)	0,6186** (115)	0,6213** (115)	0,5211** (114)	0,5813** (114)	0,5842** (113)	0,6849** (113)	1 (115)	-
f_{s0}	0,8820** (157)	0,3109** (134)	0,3393** (134)	0,8613** (156)	0,8443** (157)	0,8777** (157)	0,8342** (152)	0,9032** (156)	0,9110** (155)	0,6324** (153)	0,7191** (114)	1 (157)

ρ_{bas} = densidade básica, em $g.cm^{-3}$; $\epsilon_{r,3}$ = contração tangencial, em %; $\epsilon_{r,2}$ = contração radial, em %; f_M = módulo de ruptura à flexão estática, em MPa; E_{M0} = módulo de elasticidade à flexão estática, em MPa; f_{c0} = resistência à compressão paralela às fibras, em MPa; E_{c90} = resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras, em MPa; f_{H0} = dureza Janka paralela às fibras, em N; f_{H90} = dureza Janka transversal às fibras, em N; f_{wt90} = resistência à tração perpendicular às fibras, em MPa; f_{v0} = resistência ao fendilhamento, em MPa; f_{s0} = resistência ao cisalhamento, em MPa; entre parênteses o número de pares de dados utilizados para o cálculo do α ; ** = α significativo ao nível de 1% de probabilidade ($P < 0,01$ de H_0); * = α significativo ao nível de 5% de probabilidade ($P < 0,05$ de H_0); ns = α não significativo ($P > 0,05$ de H_0)

Chimelo (1980), estudando 32 espécies amazônicas na condição verde (t.u. saturado), através de regressão linear, obteve um R² de 0,02 e 0,09, respectivamente, nas relações entre ε_{r,3} e ε_{r,2} com ρ_{bas}, contra R² variando de 0,63 a 0,78 nas relações entre propriedades mecânicas f_M, E_{M0}, E_{c90} e f_{s0} com ρ_{bas}. Rocha (1994), estudando 150 espécies amazônicas, tanto na condição verde como no t.u. de 12%, também por regressão linear, obteve R² de 0,08 para ρ_{bas} vs. ε_{r,3} e 0,22 para ρ_{bas} vs. ε_{r,2}, enquanto que os R² de ρ_{bas} com propriedades mecânicas f_M, E_{M0}, E_{c90} e f_{s0}, variaram entre 0,58 a 0,77.

Neste estudo, os baixos valores de α das propriedades de contração com ρ_{bas}, que foram 0,3634 (ε_{r,3} vs. ρ_{bas}) e 0,4279 (ε_{r,2} vs. ρ_{bas}), bem como os altos α entre ρ_{bas} e as propriedades f_M, E_{M0}, E_{c90} e f_{s0}, que variaram entre 0,8820 (ρ_{bas} vs. f_{s0}) e 0,9224 (ρ_{bas} vs. f_M), confirmam as pesquisas de Chimelo (1980) e Rocha (1994), demonstrando que, de fato, as relações de ρ_{bas} com ε_{r,3} e ε_{r,2} são fracas, enquanto que com as propriedades mecânicas f_M, E_{M0}, E_{c90} e f_{s0} são, ao contrário, bastante consistentes.

Análises de regressão (equações de regressão)

Para as análises de regressão, os dados básicos foram submetidos ao procedimento Guided Data Analysis do programa SAS, tendo ρ_{bas} como variável independente em relação às outras PFMM. De acordo com as características dos dados (distribuição, escala, etc.), a análise guiada do SAS indicou a necessidade de transformação das variáveis dependentes, identificou e eliminou os outliers e apontou o modelo de equação mais apropriado a cada conjunto de observações.

As equações ajustadas com seus respectivos coeficientes de regressão (da equação) e de determinação (R²), bem como o número de observações (após a eliminação dos outliers) que geraram cada equação, são apresentadas na Tabela 4.

As modificações propostas pelo procedimento Guided Data Analysis promoveram um ganho substancial no ajuste das equações de regressão, o que as tornam melhores quanto às estimativas. Para efeito de comparação, efetuaram-se, com os mesmos dados, os cálculos de regressão linear simples (modelo genérico y = a + bx), ou seja, sem as correções das imperfeições estatísticas prescritas pelo SAS. Nessa comparação o ganho médio absoluto do R² para as PFMM modificadas foi de 0,052, cerca de 7,9%, e, em termos individuais, os ganhos mais expressivos foram de f_{wt90}, f_{v0} e ε_{r,2}, que tiveram seus R² aumentados em 41,3%, 27,5% e 20,2%, respectivamente.

TABELA 4: Equações de regressão ajustadas para estimativas das propriedades físicas e mecânicas das madeiras (PFMM) utilizando a densidade básica (ρ_{bas}) como variável independente.

Propriedade	Equação ajustada **	R ²	n
ε _{r,3}	ε _{r,3} = 6,4526 + 3,6368 ρ _{bas}	0,132	138
ε _{r,2}	ε _{r,2} = 12,021 - 43,633 ρ _{bas} + 76,073 ρ _{bas} ² - 39,532 ρ _{bas} ³	0,220	138
f _M	√f _M = 1,4169 + 19,844 ρ _{bas} - 7,517 ρ _{bas} ²	0,902	156
E _{M0}	E _{M0} = - 1741,8 + 32414 ρ _{bas} - 12889 ρ _{bas} ²	0,810	159
f _{c0}	f _{c0} = - 5,1558 + 108,55 ρ _{bas}	0,907	157
E _{c90}	Log E _{c90} = - 0,1655 + 2,3153 ρ _{bas} - 0,7795 ρ _{bas} ²	0,889	153
f _{H0}	√f _{H0} = 68,329 - 191,0 ρ _{bas} + 553,09 ρ _{bas} ² - 306,32 ρ _{bas} ³	0,814	157
f _{H90}	√f _{H90} = 44,812 - 129,76 ρ _{bas} + 454,44 ρ _{bas} ² - 239,73 ρ _{bas} ³	0,894	156
f _{wt90}	Log f _{wt90} = - 0,139 + 2,0218 ρ _{bas} - 1,2795 ρ _{bas} ²	0,366	154
f _{v0}	Log f _{v0} = - 0,0103 + 1,9425 ρ _{bas} - 1,1534 ρ _{bas} ²	0,477	115
f _{s0}	√f _{s0} = 0,7111 + 5,7022 ρ _{bas} - 1,7949 ρ _{bas} ²	0,814	156

ρ_{bas} = densidade básica, em g.cm⁻³; ε_{r,3} = contração tangencial, em %; ε_{r,2} = contração radial, em %; f_M = módulo de ruptura à flexão estática, em MPa; E_{M0} = módulo de elasticidade à flexão estática, em MPa; f_{c0} = resistência à compressão paralela às fibras, em MPa; E_{c90} = resistência no limite proporcional à compressão perpendicular às fibras, em MPa; f_{H0} = dureza Janka paralela às fibras, em N; f_{H90} = dureza Janka transversal às fibras, em N; f_{wt90} = resistência à tração perpendicular às fibras, em MPa; f_{v0} = resistência ao fendilhamento, em MPa; f_{s0} = resistência ao cisalhamento, em MPa; ** = todos os modelos apresentaram, pelo teste F, significância ao nível de 1% de probabilidade (P<0,01 de Ho); R² = coeficiente de determinação; n = número de pares de dados (observações) que gerou a equação; Log = logaritmo de base 10

A maioria das equações de regressão apresentou um R² que pode ser considerado satisfatório, ou seja, acima de 0,8. O maior valor encontrado foi o da equação para estimar f_{c0} (R² = 0,907), e o menor valor foi o da equação para estimar ε_{r,3} (R² = 0,132), significando, respectivamente, o melhor e o pior desempenho dessas equações quanto à precisão de estimativas.

Como eram esperados, os R² de ρ_{bas} com as propriedades físicas de contração (ε_{r,3} e ε_{r,2}) foram os mais baixos entre todos, e os com as propriedades mecânicas f_{wt90} e f_{v0} pouco significativas. Assim, as equações de ρ_{bas} com ε_{r,3}, ε_{r,2}, f_{wt90} e f_{v0} podem ser consideradas inviáveis para efeito de estimativas.

Com relação aos *outliers*, foram seis os conjuntos de dados em que ocorreram. Dois conjuntos (f_M e f_{c0}) tiveram a exclusão de duas observações e quatro (E_{c90} , f_{H0} , f_{H90} e f_{s0}) tiveram a exclusão de uma observação. Em geral, a ocorrência de *outliers* foi nos conjuntos de dados que apresentaram os maiores coeficientes de variação percentual ($Cv\%$), concluindo-se que contribuíram para o valor desse coeficiente.

CONCLUSÕES

Para as propriedades que apresentaram altos valores nas relações funcionais (α e R^2), ou seja, ρ_{bas} , f_M , E_{M0} , f_{c0} , E_{c90} , f_{H0} , f_{H90} e f_{s0} , as análises de regressão possibilitaram a obtenção de equações satisfatórias para fins de estimativas dessas, sobretudo para PFMM de espécies brasileiras ainda não ensaiadas, mas que possuem boas qualidades tecnológicas e, portanto, potencialmente aptas ao manejo florestal sustentável.

Por outro lado, os baixos valores de α e R^2 das propriedades de contração ($\epsilon_{r,3}$ e $\epsilon_{r,2}$), bem como das propriedades de resistência a forças de tração (f_{wt90}) e fendilhamento (f_{v0}), inviabilizam vínculos matemáticos correlatos com a maioria das outras propriedades, e indicam que estas são influenciadas predominantemente por outros fatores, afora a quantidade do material lenhoso da madeira (ρ_{bas}), a exemplo dos relacionados à anatomia e à presença de extrativos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, H. J. B. **Agrupamento das espécies madeiras ocorrentes em pequenas áreas sob manejo florestal do Projeto de Colonização Pedro Peixoto (AC) por similaridade das propriedades físicas e mecânicas.** 2002. 168p. Dissertação (Mestrado em Recursos florestais). Piracicaba, ESALQ, 2002.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 7190:** Projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro, 1997. 107p.
- BROWN, H. P.; PANSIN, A. J.; FORSAITH, C. C. **Textbook of wood technology:** structure, identification, defects, and uses of the commercial wood of the United States. New York: McGraw-Hill, 1949. v. 1, 652p.
- CHIMELO, J. P. Development of a probability-based computerization system for identification and for property prediction of selected tropical hardwoods. 1980. 202 f. Thesis (Doutorado) Blacksburg, Virginia Polytechnic Institute, 1980.
- EVANS, J. L. W.; SENFT, J. F.; GREEN, D. W. Juvenile wood effect in red alder: analysis of physical and mechanical data to delineate juvenile and mature wood zones. **Forest Products Journal**, v.50, n.7/8, p.75-87, 2000.
- FOREST PRODUCTS LABORATORY. **Wood handbook: wood as an engineering material.** Madison: USDA, 1974. 1v.
- GARCIA, J. N.; QUIRINO, W. F. Influência dos extrativos solúveis em água na resistência à compressão paralela da madeira de ipê (*Tabebuia* sp.). In: CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMERICANO, 1; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7., 1993, Curitiba. **Anais.** Curitiba, 1993. 2 v. p. 647-650.
- IBAMA. **Madeiras da Amazônia:** características e utilização. Amazônia Oriental. Brasília, DF, 1997. v. 3. 141p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia:** características e utilização. Floresta Nacional do Tapajós. Brasília, DF, 1981. v.1. 113p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Madeiras da Amazônia:** características e utilização. Estação Experimental de Curuá-Una. Brasília, DF, 1988. v.2. 236p.
- JANKOWSKY, I. P. **Influência da densidade básica e do teor de extrativos na umidade de equilíbrio da madeira.** 1979, 94 f. Tese (Mestrado). Piracicaba, ESALQ, 1979.
- KOLLMANN, F. E. P.; CÔTÉ JUNIOR, W. A. Jr. **Principles of wood science and technology.** *Solid Wood.* Berlin:Spring-Verlag;New York: Heildeberg, 1968. 1 v. 592 p.
- NAHUZ, M. A. R.. **Some aspects of the introduction of lesser-known brazilian species to the European timber market.** 1974. Thesis (Magister). Bangor, Department of Forestry and Wood Science, University College of North Wales, 1974.
- NASCIMENTO, C. C. **Variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras da Amazônia.** 1993. 129 f. Tese (Mestrado). Piracicaba, ESALQ, 1993.
- PANSIN, A. J.; ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** 3.ed., New York: McGraw-Hill, 1970. v.1. 705 p.
- PAULA, E. V. C. M.; CABRAL, M. T. F. D.; NASCIMENTO, C. C.; ROCHA, J. S. Propriedades mecânicas de trinta e nove espécies de madeiras do Amazonas. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E EM ESTRUTURAS DE MADEIRA, 2., 1986, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1986. 1 v.

RICHTER, H. G.; BURGER, L. M. **Anatomia da Madeira**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 1978. 78 p.

ROCHA, J. S.; PAULA, E. V. C. M.; SIQUEIRA, M. L. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. **Acta Amazônica**, v.18, n. 1/2, p.147-162, 1988.

ROCHA, J. S. A segurança de estruturas de madeira determinada a partir da variabilidade da densidade básica e de propriedades mecânicas de madeiras amazônicas. 1994. 160 f. Tese (Mestrado) Piracicaba, ESALQ, 1994.

SAS INSTITUTE INC. SAS/STAT: **User's Guide**. Version 6. 2. ed. Cary: NC: SAS Institute, 1993. 1022 p.

SIAU, J. F. **Transport processes in wood**. Berlim: Spring-Verlag, 1984. 223 p.

SOUZA, M. H.; MAGLIANO, M. M.; CAMARGOS, J. A. A.; SOUZA, M. R. **Madeiras tropicais brasileiras**. Brasília, DF: IBAMA, 1997. 152 p.

WANGAARD, F. F. **The mechanical properties of wood**. New York: J. Wiley, 1950. 377 p.

INFLUÊNCIA DA CALAGEM E DA ADUBAÇÃO MINERAL NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE ERVA-MATE

INFLUENCE OF CALAGEM AND MINERAL FERTILIZATION ON THE GROWTH OF ERVA-MATE SEEDLINGS

Igor Poletto¹ Marlove Fátima Brião Muniz² Denise Ester Ceconi³ Maristela Machado Araujo⁴
Roselene Marostega Felker⁵ Ricardo Mezzomo⁵

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar o crescimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill) sob influência da calagem e da adubação mineral. Para isso, foram instalados dois experimentos no Viveiro Florestal da UFSM. O experimento com calagem foi composto pelos seguintes tratamentos: C0 - solo sem calagem; C1 e C2 - solo com adição de 8,79 e 13,18 g de calcário kg⁻¹ de solo. O segundo experimento foi composto pelos tratamentos: A0 - solo sem adubação; A1 - 45,7, 10,0 e 57,0 mg de NPK kg⁻¹ de solo; A2 - 91,4, 20,0 e 114,0 mg de NPK kg⁻¹ de solo; A3 - 137,1, 30,0 e 171,0 mg de NPK kg⁻¹ de solo. Aos 13 meses de experimento verificou-se que a calagem proporcionou efeito negativo para o crescimento da erva-mate, e que, o melhor crescimento das mudas ocorreu nos tratamentos com as maiores dosagens de NPK.

Palavras-chave: *Ilex paraguariensis*, mudas, nutrição mineral

ABSTRACT

This work had for objective to evaluate the growth of erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill) seedlings under influence of the lime application and mineral fertilization. For that, two experiments were installed in the Forest Nursery of UFSM. The experiment with lime application was composed by the following treatments: C0 - soil without lime application; C1 and C2 - soil with addition of 8.79 and 13.18 g of lime soil kg⁻¹. The second experiment was composed by the treatments: A0 - soil without fertilization; A1 - 45.7, 10.0 and 57.0 mg of NPK soil kg⁻¹; A2 - 91.4, 20.0 and 114.0 mg of NPK soil kg⁻¹; A3: 137.1, 30.0 and 171.0 mg of NPK soil kg⁻¹. To the 13 months of experiment it was verified that the lime application provided negative effect for the erva-mate growth, and that, the best growth of the seedlings happened in the treatments with the largest NPK doses.

Key words: *Ilex paraguariensis*, seedlings, mineral nutrition

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas existentes em plantios florestais, principalmente com árvores nativas, é o escasso conhecimento acerca da auto-ecologia das espécies. Para a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill), embora seja uma das culturas mais antigas da região sul do Brasil, não é diferente. Exceto alguns trabalhos já desenvolvidos, existe uma carência muito grande com relação à exigência nutricional da espécie em diferentes tipos de solo.

Além de informações escassas, o fato dos produtores de erva-mate não seguirem recomendações técnicas para realizarem adubação e calagem nos ervais e, também em viveiros, agrava ainda mais os problemas de qualidade e de produtividade da cultura. Poletto *et al.* (2006) observaram que 84% dos produtores realizam adubação química e calagem do solo, porém, 71% desses não fazem análise química do solo e nem seguem recomendações técnicas. A falta de critérios técnicos na aplicação de adubos minerais pode causar distúrbios no crescimento das plantas, baixa produção e/ou torná-las suscetíveis a doenças.

A erva-mate é uma espécie que cresce naturalmente em solos ácidos, com altos teores de alumínio e baixa disponibilidade de nutrientes (PANDOLFO *et al.*, 2003). Porém, seu cultivo consorciado com culturas agrícolas anuais, que possuem exigências nutricionais diferentes, faz com que a maioria dos produtores realize práticas de adubação e calagem visando a adequar a disponibilidade de nutrientes às exigências da cultura agrícola.

¹. Eng. Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. CCR, prédio 42/3221, CEP 97105-900, igorpoletto@yahoo.com.br, Santa Maria – RS.

². Prof^a. Dr^a. Adj. Departamento de Defesa Fitossanitária, Universidade Federal de Santa Maria. CCR, prédio 42/3221, CEP 97105-900, e-mail: marlove@smail.ufsm.br, Santa Maria – RS.

³. Eng. Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal de Santa Maria. CCR, prédio 42/3221, CEP 97105-900, dceconi@yahoo.com.br, Santa Maria – RS.

⁴. Prof^a. Dr^a. Adj. Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria. CCR, prédio 44, CEP 97105-900, e-mail: araujo.maristela@gmail.com, Santa Maria – RS.

⁵. Graduando em Eng. Florestal, Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria – RS.

Conforme Barros *et al.* (2000), para se definir a fertilização mineral para qualquer cultura, há que se dimensionar a demanda de nutrientes da planta para atingir a produção esperada e a quantidade de nutrientes que pode ser suprida pelo solo. Quando a demanda da planta é maior do que o solo pode ofertar, fertilizantes devem ser adicionados para obter-se a produção esperada.

Novais *et al.* (1990) apontam que a fertilização mineral é uma das técnicas silviculturais que pode ser adotada, visando a elevar a produtividade florestal e reduzir o período de rotação. Porém a adubação florestal, para espécies nativas, é realizada de modo praticamente empírico na qual uma única formulação N, P e K é utilizada, independente do tipo de solo e da espécie.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o crescimento de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hill) sob influência da calagem e da adubação mineral do solo.

MATERIAL E MÉTODO

Os estudos foram realizados na área do Viveiro Florestal pertencente ao Departamento de Ciências Florestais (DCF) da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Os ensaios experimentais foram instalados em casa de vegetação com condições de ambiente não-controlado.

Um experimento foi composto por 3 tratamentos organizados da seguinte forma: C0 - solo sem calagem; C1 - solo com adição de 8,79 g de calcário kg⁻¹ de solo; C2: solo com adição de 13,18 g de calcário kg⁻¹ de solo. Um segundo experimento foi composto por quatro tratamentos: A0 - solo sem aplicação de NPK; A1 - aplicação de 45,7, 10,0 e 57,0 mg kg⁻¹ de solo, de N, P e K, respectivamente; A2 - aplicação de 91,4, 20,0 e 114,0 mg kg⁻¹ de solo, de N, P e K, respectivamente; A3: aplicação de 137,1, 30,0 e 171,0 mg kg⁻¹ de solo, de N, P e K, respectivamente. Cada tratamento foi composto por cinco repetições de uma muda cada, utilizando o delineamento inteiramente casualizado.

O solo utilizado no experimento foi coletado em um horizonte A (10-20 cm) classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo (STRECK *et al.*, 2002), peneirado (malha 0,5 cm) e seco à sombra. Depois de homogeneizado, foi coletada uma amostra e esta analisada quimicamente no Laboratório Central de Análises de Solo da UFSM. De posse dos resultados (Tabela 1), foram calculadas as quantidades de N, P, K e calcário a serem aplicadas no solo de cada tratamento.

Para a calagem, foi utilizado calcário dolomítico com PRNT (Poder Real de Neutralização Total) de 75,1% de acordo com informe da embalagem. A calagem do tratamento C1 foi realizada segundo a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004) para a espécie, suficiente para elevar o pH para 5,5. A calagem do tratamento C2 foi suficiente para elevar o pH para 6,0.

A adubação realizada no tratamento A2 foi segundo a recomendação da Comissão de Química e Fertilidade do Solo (2004) para a espécie. A adubação realizada no tratamento A1 foi 50% a menos da recomendação e a do tratamento A3 foi 50% a mais. As fontes dos nutrientes N, P e K utilizadas foram NH₄NO₂, P₂O₅ e KCl (PA).

TABELA 1: Análise química do solo utilizado no experimento.

MO	Argila	pH	Índice	P*	K*	Ca	Mg	Al	CTCpH _{7,0}	V	m
g dm ⁻³		H ₂ O	SMP	mg dm ⁻³		cmol _c dm ⁻³				%	
19	300	4,8	5	6	36	0,9	0,4	6,3	15,1	9	82

Em que: **MO** = Matéria Orgânica, **m** = Saturação por Alumínio, **V** = Saturação por bases, * = Extrator Mehlich I.

Para acondicionar o solo, foram utilizados vasos de polietileno preto, vedados para evitar perda de nutrientes e, em cada vaso, foram adicionados 2 kg de solo seco. No momento do enchimento dos vasos, o calcário (em pó), o fósforo e o potássio (diluídos em água) foram incorporados ao solo nos respectivos tratamentos. O nitrogênio foi adicionado diluído em água duas semanas após a repicagem das mudas. Para determinar a quantidade de água a ser repostada em cada vaso, foi determinada a capacidade de campo do solo segundo o método descrito pela Embrapa (1997). A reposição foi feita com água de poço artiano, manualmente em cada vaso. Para evitar possíveis influências do meio, os vasos foram alternados a cada vinte dias e pesados para calibração da umidade.

Em setembro de 2006, as mudas de erva-mate, doadas por um viveiro particular do município de Anta Gorda – RS, foram repicadas para os vasos, todas com o mesmo tamanho (quatro folhas e 5 cm de altura, partindo do colo).

Ao final do experimento, em outubro de 2007, foram medidos o diâmetro do colo das mudas com o auxílio de um paquímetro digital (precisão 0,01 cm), a altura a partir do colo com uma régua (precisão 0,01 cm), e realizada a contagem do número de folhas. A parte aérea das mudas foi separada da radicular, embalada em sacos de papel, colocada para secar em uma estufa de circulação de ar a 70°C até atingir peso constante e pesada em balança analítica de precisão 0,01 g para determinação da biomassa seca aérea (BMA). As raízes foram lavadas em água corrente, embaladas em sacos de papel, secadas da mesma forma que a parte aérea e pesadas para determinação da biomassa seca radicular (BMR). A biomassa seca total (BMT) foi obtida pela soma das BMA e BMR.

Coletou-se uma amostra de solo de cada repetição constituinte do tratamento e, após homogeneização das cinco amostras, foi retirada uma amostra composta (200 g) para a realização de análise química no Laboratório Central de Análises de Solo da UFSM.

Os dados obtidos nos parâmetros de crescimento foram submetidos à análise de regressão. Os dados obtidos da contagem do número de folhas foram transformados para Raiz ($x + k$) com $k = 0,5$ para aproximação da curva normal. Para essas análises, foi utilizado o software estatístico SANEST (ZONTA *et al.*, 1984).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Efeito dos tratamentos na disponibilidade de nutrientes

Na Tabela 2, são apresentados os valores obtidos na análise química do solo para cada tratamento ao final do experimento.

Interpretando os resultados obtidos na Tabela 2, de acordo com o Manual de Adubação e Calagem para os Estados do RS e SC (COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO, 2004), observa-se que após a aplicação dos tratamentos e crescimento das mudas da erva-mate, o solo apresentou as características que serão descritas a seguir.

A matéria orgânica obtida é considerada baixa antes e após a aplicação dos tratamentos e condução do experimento, ficando os teores em torno de 2%. Segundo Silva *et al.* (2004), juntamente com os componentes inorgânicos da fase sólida (fração mineral), a matéria orgânica exerce um papel fundamental na química do solo. Apesar de compor menos de 5% da maioria dos solos, apresenta uma alta capacidade de interagir com outros componentes, alterando assim propriedades químicas, físicas e biológicas, as quais afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas e, conseqüentemente, sua produtividade.

TABELA 2: Análise química do solo ao final do experimento em função dos tratamentos com calagem e adubação NPK.

Trat.	MO	Argila	pH	Índice	P*	K*	Al	Ca	Mg	CTC	V	m
	g dm ⁻³		H ₂ O	SMP	mg dm ⁻³		cmolc dm ⁻³			pH _{7,0}	%	
Inicial	19	300	4,8	5,0	6,0	36	6,3	0,9	0,4	15,1	9	82
Tratamentos com calagem												
C0	20	325	4,6	4,9	2,4	38	5,7	4,0	1,7	22,4	26,0	50,0
C1	20	320	5,1	6,0	2,8	41	0,7	8,4	5,3	18,5	74,3	5,0
C2	19	315	6,0	6,7	2,6	42	0,0	11,1	5,4	18,6	89,0	0
Tratamentos com adubação NPK												
A0	20	325	4,6	4,9	2,4	38	5,7	4,0	1,7	22,4	26,0	50,0
A1	20	328	4,5	4,7	2,4	37	5,9	3,8	1,7	26,0	22,8	51,5
A2	19	325	4,5	4,6	2,6	39	5,8	3,7	1,6	27,5	19,8	52,0
A3	20	325	4,6	5,0	3,0	40	6,0	3,5	1,6	19,8	25,8	54,3

Em que: **Inicial** = laudo da análise de solo realizado antes da aplicação dos tratamentos; **MO** = Matéria Orgânica; **m** = Saturação por Alumínio; **V** = Saturação por bases; * = Extrator Mehlich I; (**C0** – 0, **C1** – 8,79 e **C2** – 13,18 g de calcário kg⁻¹ de solo) = Tratamentos com calagem; (**A0** – 0,0, **A1** – 45,7, 10,0 e 57,0, **A2** – 91,4, 20,0 e 114,0 e **A3** – 137,1, 30,0 e 171,0 mg kg⁻¹ de solo, de N, P e K, respectivamente) = tratamentos com adubação.

O nutriente fósforo, antes da aplicação dos tratamentos, era considerado baixo (6,0) no solo e ao final do experimento, os teores encontrados foram considerados como muito baixos (em média 2,6) em todos os tratamentos, inclusive naqueles nos quais se adicionou o nutriente. Sugere-se como causa o fato de que o solo natural possui baixos teores de fósforo, proporcionando uma maior quantidade de sítios de adsorção nos colóides de solo e, as quantidades do nutriente adicionadas, em função dos tratamentos, foram adsorvidas por estes colóides, ficando, o fósforo, com baixos teores, na solução do solo. Outra explicação pode ser devido ao fato das plantas terem absorvido o fósforo que permaneceu disponível.

A disponibilidade do P depende dos fatores que afetam o movimento deste da solução do solo até a superfície das raízes, da capacidade do solo de manter P na solução e de outros fatores limitantes ao crescimento das plantas (ANGHINONI & BISSANI, 2004).

O nutriente K, na análise de solo inicial, era considerado baixo (36), ao término do experimento continuou sendo baixo (em média 39,3), inclusive para o solo dos tratamentos que receberam adição do nutriente. Fatores físicos, químicos e biológicos do solo podem afetar a quantidade disponível de potássio a curto, médio e longo prazos, entre estes, pode-se destacar o material de origem e grau de intemperização, a mineralogia, a CTC, a textura, o pH do solo e as características das plantas cultivadas (MEURER & INDA Jr., 2004).

Interpretando os resultados obtidos na análise de solo e considerando que, mesmo tendo sido aplicado K, o teor continuou baixo na maioria dos tratamentos, sugere-se como causa a absorção pelas mudas de erva-mate, pois, nos tratamentos nos quais se aplicou NPK, as plantas cresceram e se desenvolveram melhor e, conseqüentemente,

absorveram maior quantidade de nutrientes, fazendo com que os teores no solo, ao final do experimento, continuassem baixos.

Os teores de cálcio no solo original foram baixos (0,9), depois da aplicação dos tratamentos passaram a ser médios (em média 4,0) para os sem calagem (C0) e altos (em média 9,7) para os demais tratamentos (com calagem). Os teores de magnésio no solo inicial também foram baixos (0,4) e após a aplicação dos tratamentos com calagem passaram a ser altos (em média 5,3). Os teores de Ca e Mg contribuem expressivamente na saturação de bases (V%) obtidas neste estudo. Os valores da saturação de bases foram muito baixos no solo original (9) e nos tratamentos sem calagem (em média 24), médio para o tratamento C1 (74,3) e altos para o tratamento C2 (89). Como a V% é obtida, basicamente pela soma dos elementos Ca, Mg e K, seguiu um comportamento semelhante ao dos teores desses elementos. Quanto maiores os valores da saturação por bases melhor, pois esta é uma das condicionantes da produtividade do solo.

O pH em água é muito baixo antes e para todos os tratamentos sem calagem (em média 4,6), baixo para C1 (5,1), médio para C2 (6,0). O aumento do pH do solo em razão da calagem é o efeito esperado por tal prática. O cálcio e magnésio contidos no calcário usado na calagem, além de aumentar o pH do solo, reduzindo a acidez deste, diminuem a toxidez por alumínio, como pode ser observado claramente na Tabela 2. A medida que aumenta o pH do solo e os teores de Ca e Mg, diminuem os teores de Al e a saturação por Al (m%). A saturação por Al nula é um dos principais fatores para se obter boas produtividades, pois as plantas não sofrerão restrições de crescimento por influência da toxidez desse elemento.

Efeito dos tratamentos nos parâmetros de crescimento das mudas

Na Figura 1, observa-se a representação gráfica dos valores dos parâmetros de crescimento das mudas de erva-mate submetidas a diferentes tratamentos com calagem. Em todas as variáveis observadas, verificou-se significativa diminuição dos valores com o aumento da calagem. Na média entre variáveis, houve uma diminuição dos valores do nível C0 para C1 de 17% e do nível C0 para C2 de 74%. A maior redução nos valores foi observada para a variável BMR (78%). Esses valores mostram que a calagem do solo foi prejudicial ao desenvolvimento da erva-mate, sobretudo ao sistema radicular.

Reissmann & Carneiro (2004), testando cinco níveis de calagem do solo, durante 8 anos seguidos, observaram que as plantas de erva-mate não apresentaram diferenças significativas entre tratamentos, nas variáveis altura, diâmetro da copa e produção de biomassa, ficando o tratamento testemunha sem calagem (11,6% de saturação de bases), com os maiores valores.

Já para as variáveis altura, diâmetro, BMA, BMR e BMT (Figura 2 B, C, D, E e F), as equações que melhor se ajustaram aos dados obtidos em função dos níveis de adubação foram lineares positivas (Tabela 4), os valores dessas variáveis aumentaram, do nível A0 para A3, em média 24%, sendo que a maior diferença foi observada na BMR com 33%.

As equações referentes à análise de regressão, para os valores dos parâmetros de crescimento das mudas de erva-mate submetidas a diferentes tratamentos com calagem, são apresentadas na Tabela 3. Para todas as variáveis, as equações que melhor se ajustaram aos dados foram quadráticas decrescentes. Os valores dos parâmetros de precisão Prob.>F e r^2 indicam que as equações se ajustaram com alto grau de significância aos dados obtidos.

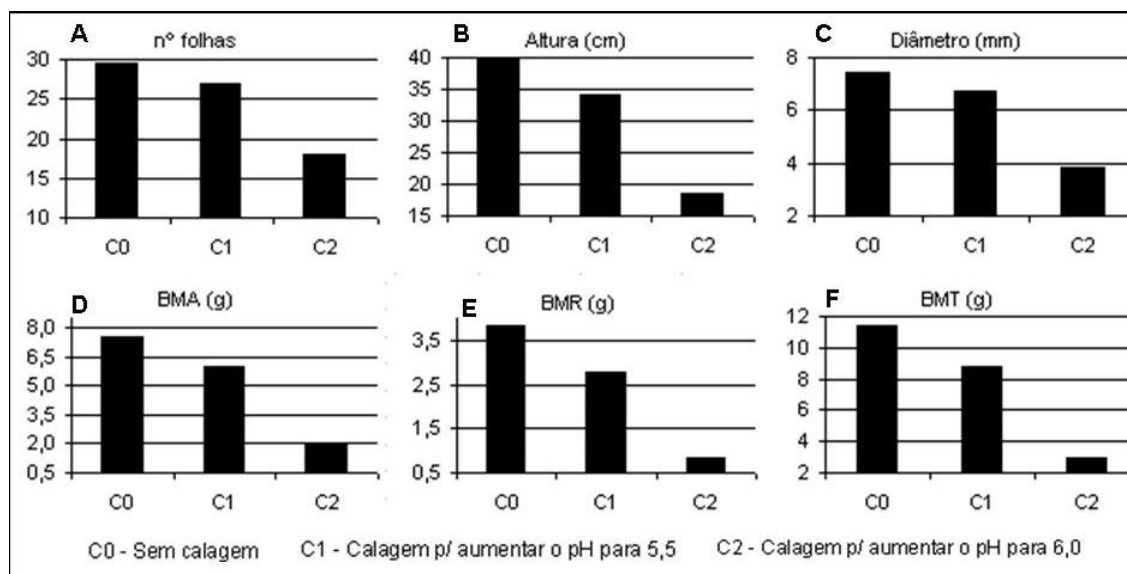


FIGURA 1: Gráficos dos valores referentes às variáveis (A) número de folhas, (B) altura, (C) diâmetro do colo, (D) biomassa aérea (BMA), (E) radicular (BMR) e (F) total (BMT) em função dos tratamentos com calagem.

TABELA 3: Equações polinomiais e parâmetros de precisão que melhor se ajustaram aos dados obtidos nas variáveis: número de folhas, altura, diâmetro do colo, biomassa aérea (BMA), radicular (BMR) e total (BMT) em função dos tratamentos com calagem.

Variáveis	Equações polinomiais	Prob.>F	r ²
N. folhas	$Y = -0,793297 + 2,9932984x - 0,35846611x^2$	0,00001*	0,99
Altura	$Y = -38,584374 + 39,7603121x - 5,03843746x^2$	0,00001*	0,99
Diâmetro	$Y = -11,299126 + 8,9923129x - 1,07818754x^2$	0,00001*	0,99
BMA	$Y = -10,408751 + 9,3051878x - 1,20406253x^2$	0,00001*	0,99
BMR	$Y = -0,365374 + 2,7593747x - 0,42649998x^2$	0,00006*	0,99
BMT	$Y = -10,611621 + 11,9914360x - 1,62243735x^2$	0,00001*	0,99

(*) Efeito significativo e (ns) não-significativo a 5% de probabilidade de erro.

Na Figura 2, observa-se a representação gráfica dos valores dos parâmetros de crescimento das mudas de erva-mate submetidas a diferentes tratamentos com adubação NPK. Para a variável número de folhas (Figura 2 A), observa-se uma tendência de aumento do nível A0 para A2 e decréscimo a partir deste.

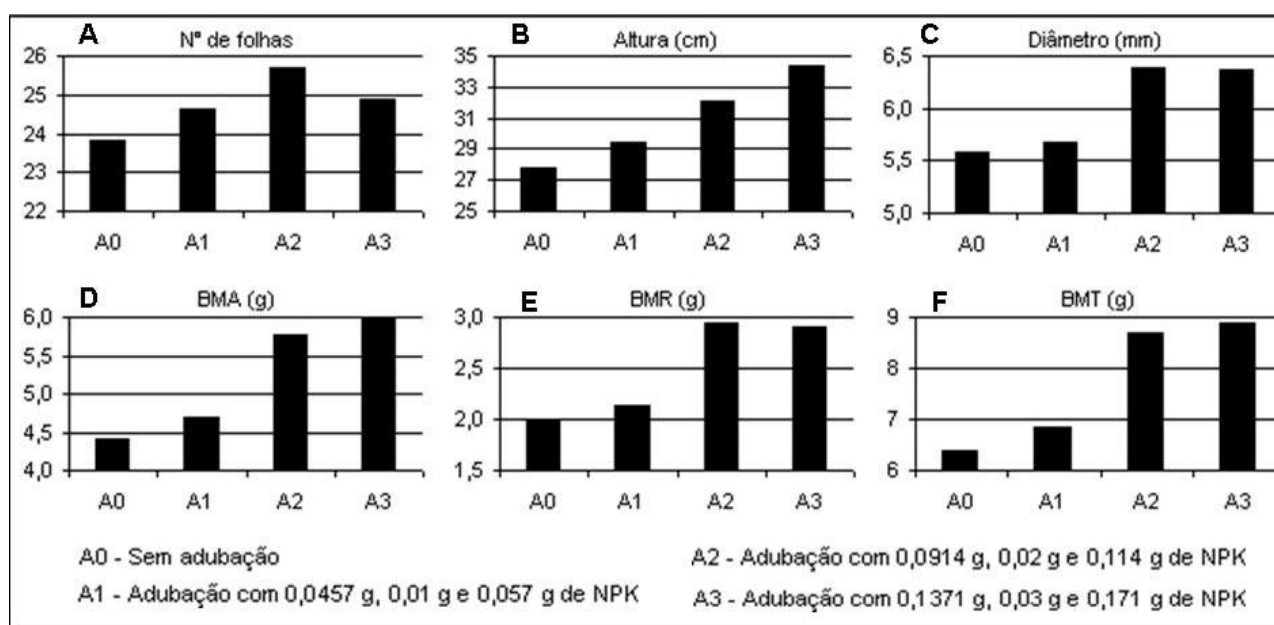


FIGURA 2: Gráficos dos valores referentes às variáveis (A) número de folhas, (B) altura, (C) diâmetro do colo, (D) biomassa aérea (BMA), (E) radicular (BMR) e (F) total (BMT) em função dos tratamentos com adubação NPK.

TABELA 4: Equações polinomiais e parâmetros de precisão que melhor se ajustaram aos dados obtidos nas variáveis: número de folhas, altura, diâmetro do colo, biomassa aérea (BMA), radicular (BMR) e total (BMT) em função dos tratamentos com adubação NPK.

Variáveis	Equações polinomiais	Prob.>F	r ²
N. folhas	$Y = 4,694292 + 0,2308851x - 0,03985864x^2$	0,20446ns	0,86
Altura	$Y = 25,249167 + 2,2592500x$	0,00001*	0,99
Diâmetro	$Y = 5,223667 + 0,3061166x$	0,00001*	0,81
BMA	$Y = 3,786833 + 0,5704334x$	0,00001*	0,93
BMR	$Y = 1,599833 + 0,3539333x$	0,00001*	0,84
BMT	$Y = 5,375834 + 0,9308665x$	0,00001*	0,90

(*) Efeito significativo e (ns) não-significativo a 5% de probabilidade de erro.

Lourenço *et al.* (1998) estudaram a aplicação de diferentes doses de NPK (20-5-20), na produtividade um erval, no município de Áurea, RS. Os tratamentos consistiram na aplicação de 0, 170, 340 e 510 g/planta. Nas medições efetuadas após dois anos de aplicação, os autores observaram resposta quadrática para as variáveis altura e biomassa, sendo os maiores valores obtidos nas doses 170 e 340 g/planta, respectivamente.

Ceconi *et al.* (2007), estudando diferentes doses fósforo na produção de mudas de erva-mate em um Argissolo Vermelho Amarelo, observaram que a máxima eficiência técnica para as variáveis observadas ficou entre

362,5 e 466,25 mg P kg⁻¹ de solo. Resultados semelhantes foram encontrados por Schumacher *et al.* (2004) na produção de mudas de angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan) e Ceconi *et al.* (2006) em mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.).

Nicoloso *et al.* (2001), estudando a exigência nutricional de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa* Vog. Macbride) em um Argissolo Vermelho Distrófico arênico, concluíram que a máxima eficiência técnica estimada da adubação fosfatada e potássica, na produção de massa seca da planta, é acima de 80 mg kg⁻¹ de solo e, para a adubação nitrogenada, é de 70 mg kg⁻¹ de solo e que, o efeito benéfico da adição de nitrogênio, está condicionado à aplicação conjunta de potássio.

Pandolfo *et al.* (2003) observaram a produção de massa verde de erva-mate a campo, em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico, durante cinco anos, sob adubação com doses de 0, 25, 50, 75, 100, 125 g de N por planta por ano e verificaram o efeito quadrático na produção acumulada nos 5 anos, com máxima eficiência técnica de 80,5 g de N por planta por ano, produzindo 36,5 kg de massa verde por planta.

Portanto, analisando os trabalhos encontrados na literatura sobre adubação com NPK em espécies florestais, juntamente com os resultados encontrados neste estudo, pode-se afirmar que as doses desses nutrientes aplicadas à erva-mate, neste experimento, não foram suficientes para ocasionar sintomas de toxidez.

CONCLUSÕES

Nas condições de desenvolvimento deste estudo, pode-se concluir que a calagem do solo proporcionou efeito negativo para o crescimento da erva-mate e o melhor crescimento das mudas de erva-mate ocorreu nos tratamentos A2 e A3, com as maiores dosagens de NPK.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGHINONI, I.; BISSANI, C. A. Fósforo e adubos fosfatados. In: BISSANI, C. A. *et al.* **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 117-138.
- BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L.; NOVAIS, R. F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J. L. M.; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-165.
- CECONI, D. E. *et al.* Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada. **Cerne**, v. 12, n. 3, p. 292-299, 2006.
- CECONI, I. *et al.* Exigência nutricional de mudas de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) à adubação fosfatada. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 1, p. 25-32, 2007.
- EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Rio de Janeiro-RJ: **Manual e métodos de análise de solo**, 1997. 212 p.
- LOURENÇO, R. S. *et al.* **Efeito do adubo NPK 20-5-20 na produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil), no município de Áurea, RS**. [s. l.]: EMBRAPA, 1998. 5 p. (Comunicado Técnico, 33)
- MEURER, E. J.; INDA Jr, A. V. Potássio e adubos potássicos. In: BISSANI, C. A. *et al.* **Fertilidade dos solos e manejo da adubação de culturas**. Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 139-152.
- NICOLOSO, F. T. *et al.* Nutrição mineral de mudas de grápia (*Apuleia leiocarpa*) em Argissolo Vermelho Distrófico arênico: Efeito da adubação NPK no crescimento. **Ciência Rural**, v. 31, n. 6, p. 1-8, 2001.
- NOVAIS, R. F.; BARROS, N. F.; NEVES, J. C. L. Nutrição mineral do Eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 25-98.
- PANDOLFO, C. M. *et al.* Resposta da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) à adubação mineral e orgânica em um latossolo vermelho aluminoférrico. **Ciência Florestal**, v. 13, n. 2, p. 37-45, 2003.
- POLETO, I. *et al.* Caracterização dos ervais com podridão-de-raízes na região do Vale do Taquari-RS. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 39., 2006, Salvador. **Anais...** Salvador: Fitopatologia Brasileira/SBF, 2006. p. 149. v. 31 (Suplemento)
- REISSMANN, C. B.; CARNEIRO, C. Crescimento e composição química de erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil), transcorridos oito anos de calagem. **Floresta**, v. 34, n. 3, p. 381-386, 2004.
- SCHUMACHER, M. V.; CECONI, D. E.; SANTANA, C. A. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de mudas de Angico-vermelho (*Parapiptadenia rigida* (Benth.) Brenan). **Revista árvore**, v. 28, n. 1, p. 149-155, 2004.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. de O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: MEURER, E. G. **Fundamentos de química do solo**. 2. ed., Porto Alegre: Gênese, 2004. p. 73-99.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO. COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. **Manual de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina**. 10. ed., Porto Alegre: SBCS, Comissão de Química e Fertilidade do Solo, 2004. 394 p.

STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER-RS, UFRGS, 2002. 126 p.

ZONTA, E. P.; MACHADO, A. D.; SILVEIRA JUNIOR, P. **Sistema de análise estatística para microcomputadores: SANEST**. Pelotas: UFPEL, 1984. (Registro SEI n. 06606-0 categoria AO).

VARIAÇÃO RADIAL DO COMPRIMENTO E DO DIÂMETRO DAS FIBRAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus dunnii* Maiden.

RADIAL VARIATION OF FIBER LENGTH AND DIAMETER OF THE WOOD OF *Eucalyptus dunnii* Maiden.

Joel Telles de Souza¹ Paulo Roberto Magistrali¹ Daniela Cosseau² Rômulo Trevisan³
Clovis Roberto Haselein⁴

RESUMO

A variação das dimensões dos elementos anatômicos do lenho tem um efeito marcante sobre a qualidade da madeira e o produto final. A espécie em estudo, o *Eucalyptus dunnii* Maiden, tem sido plantado recentemente nas regiões que são suscetíveis à geada durante o inverno, e os estudos sobre as características da madeira desta espécie ainda são poucos. Dessa forma, foram coletadas amostras de árvores médias de *Eucalyptus dunnii* aos 21 anos de idade, procedentes de Chapecó - Santa Catarina, com o objetivo de verificar as variações de comprimento, diâmetro e espessura de parede das fibras no sentido medula-casca. De cada árvore foi retirado um disco na altura do DAP. Em cada disco foram demarcados corpos de prova a 0, 25, 50, 75 e 100% do raio. Os elementos anatômicos foram mensurados através de microscópio óptico de ocular graduada. A análise dos resultados permitiu concluir que: (a) as características de comprimento, diâmetro e espessura de parede das fibras apresentou variação crescente no sentido medula-casca; (b) a utilização de *Eucalyptus dunnii* em idades mais avançadas, possibilita a obtenção de madeira de melhor qualidade, já que concentram-se próximo a região periférica do tronco camadas de lenho com fibras de maiores dimensões, conferindo melhores propriedades físicas e mecânicas da madeira.

Palavras-chave: *Eucalyptus dunnii*, fibras, variação radial.

ABSTRACT

The variation in the dimensions of the anatomical elements of the xylem has a marked effect on wood quality and final product. On the other hand, *Eucalyptus dunnii* Maiden has been planted recently in regions that are susceptible to frost during winter and data about wood characteristics for the species is still lacking. In order to gather information about wood fiber radial variation of this species samples taken from average diameter trees of twenty and one years old *Eucalyptus dunnii* were collected. The aim of this study was to analyse the variations in fiber length, diameter and wall thickness in the pith-bark direction. Wood disk at the DBH height was removed from each tree. From each disk samples at 0, 25, 50, 75 and 100% of the radius were taken. The results allowed to conclude that: (a) the characteristics of length, diameter and wall thickness of fibers increased from pith-to-bark; (b) the use of older *Eucalyptus dunnii* makes it possible to produce better quality wood, since the peripheral region of the trunk concentrates layers of wood with fiber of larger dimensions, possibly conferring better physical and mechanical properties to the wood of this species.

Key words: *Eucalyptus dunnii*, wood fiber, radial variation.

INTRODUÇÃO

Atualmente, com a crescente demanda por madeira de qualidade e, principalmente, com o objetivo de diminuir a exploração das florestas nativas, muitas espécies exóticas estão sendo introduzidas no Brasil. Entre as folhosas destaca-se o gênero *Eucalyptus*, que por apresentar rápido crescimento, alta produção de madeira e boa adaptação às condições edafoclimáticas poderá ser a matéria-prima com maior demanda no mercado.

De acordo com Assis (2000) a qualidade da madeira é uma condição dependente dos fatores genéticos, ambientais e de manejo. A maior homogeneidade desta matéria-prima e o direcionamento de suas propriedades tende a aumentar os ganhos na qualidade desejada dos produtos finais.

Entretanto, por ser um material heterogêneo, a madeira causa uma série de transtornos para a indústria de transformação e processamento. Conforme Calonego *et al.* (2005) a descontinuidade física desse material se dá devido a vários fatores, tais como espécie, tratamentos silviculturais e principalmente estrutura anatômica da madeira.

1. Acadêmico do curso de Engenharia Florestal – UFSM. E-mail: joeltelles@hotmail.com, paulo.magistrali@hotmail.com, Santa Maria – RS.

2. Acadêmica do curso de Engenharia Florestal – UNOESC. E-mail: dani_cosseau@yahoo.com.br, Xanxerê – SC.

3. Engenheiro Florestal, MSc. Professor do Curso de Engenharia Florestal - UFSM/CESNORS. E-mail: trevisanr@smail.ufsm.br, **Frederico Westphalen** – RS.

4. Engenheiro Florestal, Dr. Professor do PPGEF – UFSM. E-mail: clovis.haselein@smail.ufsm.br, Santa Maria – RS.

Quanto às alterações em termos de estrutura anatômica no sentido da medula-casca os mesmos autores salientam que as características envolvidas ocorrem por mudanças no comprimento das fibras e/ou traqueóides; ângulo microfibrilar; proporções dos tipos de células; diâmetro celular e espessura da parede celular.

Dentre as estruturas que compõem a madeira de folhosas, como no caso do eucalipto, as fibras são o principal componente. Segundo Burger & Richter (1991) estas constituem geralmente a maior porcentagem do lenho (20-80%), desempenhando a função de sustentação mecânica. Sua porção no volume total e a espessura de suas paredes influenciam diretamente na massa específica, no grau de alteração volumétrica e indiretamente nas propriedades mecânicas da madeira.

Diante do exposto, verifica-se a considerável relevância das fibras para segmentos industriais como papel e celulose, indústria moveleira, madeira serrada, fabricação de chapas e outros. Assim, a expressiva demanda por madeira com qualidade faz emergir a necessidade de estudos que viabilizem e indiquem meios para tornar este material cada vez mais adequado às exigências específicas de cada setor.

Desta forma, convencidos da importância da madeira para o mercado atual, bem como da carência de material informativo sobre seus aspectos anatômicos e físicos, fatores que interferem na qualidade do produto final; este trabalho se propõe a mensurar o comprimento, diâmetro e espessura de parede das fibras da espécie *Eucalyptus dunnii*, verificando sua variação no sentido medula-casca.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O gênero *Eucalyptus*

Conforme Assis (1999) quando se pensa em espécies de rápido crescimento para a produção de madeira, o gênero *Eucalyptus* tem destaque especial por apresentar uma enorme potencialidade, não apenas por sua capacidade produtiva e adaptabilidade, mas também pela vasta gama de espécies que permitem atender os mais distintos segmentos industriais madeireiros.

Filho (1985) afirma que a madeira desta espécie possui uma estrutura heterogênea, resultante das variações de seus elementos anatômicos, o que torna importante determinar os padrões de variação existentes, visando definir sua utilização adequada.

Espécie em estudo: *Eucalyptus dunnii* Maiden.

Dentre as espécies do gênero *Eucalyptus* que vêm sendo amplamente introduzidas na região Sul do país, merece destaque *Eucalyptus dunnii*, sendo cultivada principalmente nas regiões do Planalto Catarinense e Paranaense por apresentar resistência à ocorrência de geadas, adaptando-se, assim, ao clima da região.

Conforme Higa *et al.* (2000) o *Eucalyptus dunnii* tem se destacado no Brasil pelo rápido crescimento, uniformidade dos talhões, forma das árvores e resistência a geadas não muito severas.

Segundo Lorenzi *et al.* (2003) esta espécie apresenta um rápido crescimento e rusticidade, adaptando-se ao frio característico dessa região apesar de originar-se da Austrália (pequenas áreas no Nordeste de Nova Gales do Sul e Sudeste de Queensland), onde é uma das espécies com maior crescimento e costuma atingir aproximadamente 50m de altura e de 1,0 a 1,5m de DAP (ocasionalmente 2,5m), com fuste limpo de 30 a 35m.

O mesmo autor destaca que o *Eucalyptus dunnii* é uma espécie florestal que fornece madeira de boa qualidade e fibras para polpa celulósica. A madeira desta espécie é muito semelhante à do *Eucalyptus grandis*, podendo ter as mesmas aplicações. Os primeiros estudos visando seu aproveitamento para celulose e papel, apresentam-lhe como uma espécie promissora.

Calori & Kikuti (1997) recomendam a madeira de *Eucalyptus dunnii* em usos que exijam resistências mecânicas, para fins estruturais, como assoalhos, parquetes, carrocerias, cabos de ferramentas, entre outros. Esta espécie é considerada, também, ornamental pelo tronco e pela folhagem, sendo adequada para arborização de parques e grandes jardins.

Características anatômicas

Segundo Shimoyama (1990) a massa específica da madeira é uma quantificação direta do material lenhoso por unidade de volume, estando relacionada a muitas propriedades e características tecnológicas essenciais para a produção e utilização dos produtos florestais. Neste âmbito, torna-se um dos parâmetros mais importantes entre as diversas propriedades físicas da madeira, pois afeta todas as demais propriedades.

De acordo com Kollmann & Côté (1968) as variações da massa específica se devem às diferenças na estrutura anatômica da madeira e na quantidade de substâncias extrativas presentes por unidade de volume, em função principalmente, da idade da árvore, genótipo, qualidade e índice de sítio, clima, localização geográfica e tratamentos silviculturais.

A estrutura da madeira a que se referem os autores está relacionada à espessura da parede celular, ao tamanho e à quantidade proporcional de diferentes tipos de células (fibras, traqueóides, vasos, dutos de resina e parênquima). Nas

madeiras da mesma espécie, as variações são decorrentes, principalmente, de alterações nos componentes estruturais, como lenho primaveril ou outonal, lenho de nó, lenho de reação e alterações químicas.

Barrichelo *et al.* (1983) e posteriormente Silva (2002), também relatam que as características anatômicas da madeira, como comprimento de fibra, espessura da parede, proporções dos vários tipos de células e tecidos, como vasos e parênquima, possuem certa correlação com a massa específica. Tal propriedade se correlaciona com as dimensões das fibras, com exceção da largura, que permanece praticamente inalterada. Estas relações, segundo os autores, definem certos padrões de qualidade da madeira para determinados usos.

Para Filho (1985), a madeira do gênero *Eucalyptus* apresenta uma estrutura heterogênea, resultante das variações de seus elementos anatômicos e, por isso, torna-se importante determinar os padrões de variação existentes, visando definir sua utilização mais adequada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e características do experimento

A madeira utilizada neste experimento é proveniente de um povoamento de *Eucalyptus dunnii* pertencente à EPAGRI, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, localizada no município de Chapecó, Oeste de Santa Catarina.

O povoamento foi implantado no ano de 1986, com espaçamento inicial de 3,0 m x 2,5 m, em uma área de aproximadamente 1 hectare, não sendo realizado qualquer tipo de intervenção silvicultural.

Amostragem das árvores

A amostragem das árvores foi realizada no vigésimo primeiro ano de idade, com base no diâmetro à altura do peito (DAP). Assim, após a realização de um inventário no povoamento estudado, foram retiradas, aleatoriamente, 6 árvores com o diâmetro médio de 30 ± 3 cm.

Variação dos elementos anatômicos

Para o estudo do comportamento radial dos elementos anatômicos, foi retirado um disco com, aproximadamente, dois centímetros de espessura, na altura do DAP das árvores médias amostradas.

Estes discos foram transportados para o Laboratório de Anatomia da Madeira da Universidade do Oeste de Santa Catarina (UNOESC), onde foi marcada e seccionada uma cunha de 45° (incluindo a medula) com 4 cm de largura. Em seguida foi confeccionado uma bagueta central de onde resultaram as sub-amostras utilizadas.

As sub-amostras, com 2,0 x 2,0 x 2,0 cm, foram retiradas nas posições 1% (medula), 25%, 50%, 75% e 100% (periferia).

Logo após, os corpos de prova foram fragmentados no sentido longitudinal com espessura de um palito de fósforo, mantendo-os sempre dentro dos tubos de ensaio.

A dissociação do tecido lenhoso foi realizada através do método de peróxido de hidrogênio e ácido acético descrito por Kraus & Arduin (1997). A metodologia consiste em misturar o peróxido de hidrogênio 30%, conhecido como água oxigenada, com ácido acético glacial, ambos na mesma proporção (1:1). O material lenhoso permaneceu em contato com a mistura por um período de 24 a 48 horas, armazenado em estufa a 60 °C, para que os fragmentos de madeira se tornem moles e brancos.

Após este período, a pasta de fibras foi lavada primeiramente com água destilada e logo em seguida com etanol 50%. Realizado estes procedimentos, as fibras foram tingidas com solução aquosa de safranina 1%, durante trinta minutos.

Em seguida foi efetuada a montagem de três lâminas por posição; e de cada uma destas tomadas 30 medidas de comprimento e diâmetro de fibra, além do diâmetro do lume, para posteriormente obtermos a espessura de parede das fibras através da seguinte subtração:

$$EP = DF - DL \quad (2)$$

Onde: EP = espessura de parede da fibra; DF = diâmetro de fibra; DL = diâmetro de lume.

As leituras dos elementos anatômicos foram realizadas em microscópio óptico com ocular graduada, no Laboratório de Tecnologia da Madeira da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM).

Análise estatística

Para o estudo da variação radial dos elementos anatômicos, os dados de comprimento, diâmetro e espessura de parede das fibras em cada posição relativa no sentido medula-casca foram submetidos à análise de regressão. Os melhores modelos foram selecionados com base nas estatísticas de coeficiente de determinação (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa (S_{yx}), valor de F calculado para o modelo (F_{calc}) e análise gráfica dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comprimento de fibras

O modelo e as estatísticas selecionadas para descrever a característica anatômica de comprimento de fibras em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores médias, são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Modelo de regressão para descrever a variação do comprimento de fibras em função da posição relativa no sentido radial das árvores médias, aos 21 anos de idade.

Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
		F'	Prob.>F	S _{yx}	R ² _{aj.}
CF = b ₀ + b ₁ P	b ₀ =869,2540 b ₁ =5,0970	889,0	0,0001	179,872	0,50

Sendo: CF = comprimento de fibras, em μm ; b₀ e b₁ = coeficientes do modelo; P = posição relativa no sentido radial, em %; F' = valor de F calculado para o modelo; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; S_{yx} = erro padrão da estimativa; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado.

A análise estatística evidencia que, em nível de 1% de probabilidade de erro (Prob.> F = 0,0001) e valor de F_{calc.} = 889,0, houve variação do comprimento de fibras nas diferentes posições avaliadas no sentido transversal, aos 21 anos de idade (Tabela 1).

A Figura 1 mostra que a variação desta característica tecnológica no sentido transversal é crescente, apresentando valores médios inferiores na região da medula (874,35 μm), seguida de acréscimo até a região da casca (1378,95 μm).

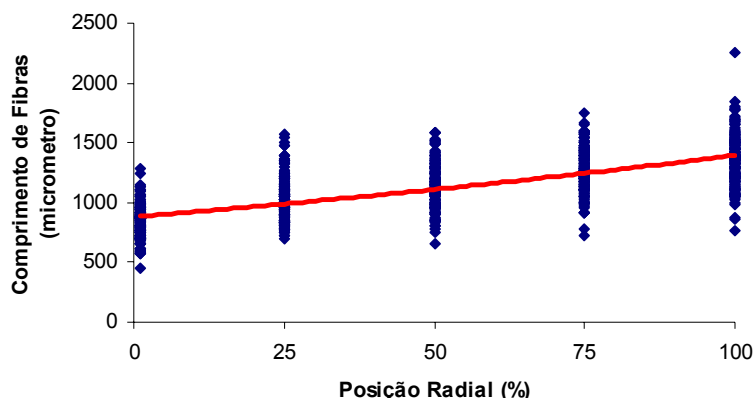


FIGURA 1: Variação do comprimento de fibras das árvores de *Eucalyptus dunnii* em função da posição relativa no sentido radial, aos 21 anos de idade.

Segundo Filho (1985), Andrade (1987) e Wilkes (1988), uma das influências na variação das dimensões das células é a idade da árvore. As células cambiais passam a produzir, durante certo tempo, elementos com maiores dimensões, até atingir a sua estabilização, em idades mais avançadas, ao longo do raio. Em função disso, há um aumento no comprimento das fibras no sentido medula-casca, com o aumento da idade. Assim, as fibras localizadas nas camadas de crescimento, mais próximas à medula e a um dado nível do tronco, apresentam menores dimensões do que aquelas localizadas nas camadas finais de crescimento, mais próximas à casca.

Diâmetro de fibras

O modelo e as estatísticas selecionadas para descrever o parâmetro anatômico de diâmetro de fibras em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores médias são apresentados na Tabela 2.

A análise estatística evidencia que, em nível de 1% de probabilidade de erro (Prob.> F = 0,0001) e valor de F_{calc.} = 72,62, houve variação do diâmetro de fibras nas diferentes posições avaliadas no sentido transversal, aos 21 anos de idade (Tabela 2).

TABELA 2: Modelo de regressão para descrever a variação do diâmetro de fibras em função da posição relativa no sentido radial das árvores médias, aos 21 anos de idade.

Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
		F'	Prob>F	S _{yx}	R ² _{aj.}
DF = b ₀ + b ₁ P	b ₀ =16,5005 b ₁ =0,0268	72,62	0,0001	3,306	0,07

Sendo: DF = diâmetro de fibras, em µm; b₀ e b₁ = coeficientes do modelo; P = posição relativa no sentido radial, em %; F' = valor de F calculado para o modelo; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; S_{yx} = erro padrão da estimativa; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado.

A Figura 2 mostra que a variação desta característica tecnológica no sentido transversal é crescente, apresentando valores médios inferiores na região da medula (16,53 µm), aumentando até a região mais periférica do tronco (19,18 µm).

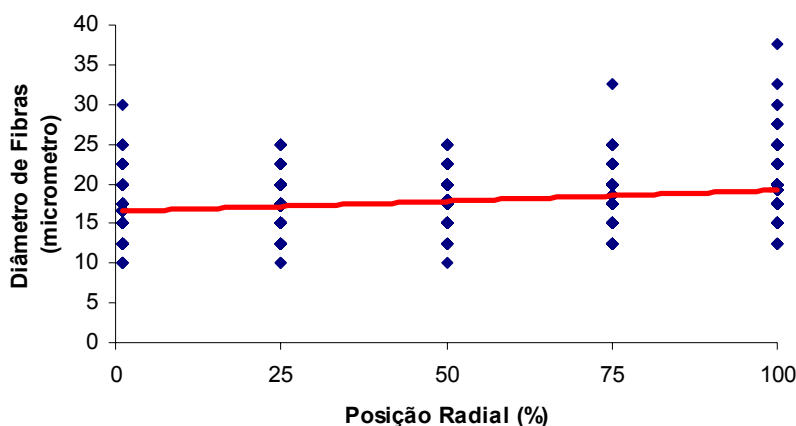


FIGURA 2: Variação do diâmetro de fibras das árvores de *Eucalyptus dunnii* em função da posição relativa no sentido radial, aos 21 anos de idade.

Bamber & Humphrey (1963), estudando a madeira de árvores de *Eucalyptus grandis*, encontraram resultados semelhantes. Segundo os autores houve diferença significativa para o diâmetro em diferentes posições dos anéis de crescimento, sentido medula-casca. O diâmetro das fibras foi menor próximo à medula, aumentando em direção a casca.

Espessura de parede das fibras

O modelo e as estatísticas selecionadas para descrever a espessura de parede das fibras em função da posição relativa no sentido medula-casca das árvores médias são apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: Modelo de regressão para descrever a variação da espessura de parede das fibras em função da posição relativa no sentido radial das árvores médias, aos 21 anos de idade.

Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
		F'	Prob>F	S _{yx}	R ² _{aj.}
EP = b ₀ + b ₁ P	b ₀ =4,3936 b ₁ =0,0159	160,31	0,0001	1,322	0,15

Sendo: EP = espessura de parede das fibras, em µm; b₀ e b₁ = coeficientes do modelo; P = posição relativa no sentido radial, em %; F' = valor de F calculado para o modelo; Prob.>F = nível de probabilidade de erro; S_{yx} = erro padrão da estimativa; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado.

A análise estatística evidencia que, em nível de 1% de probabilidade de erro (Prob.> F = 0,0001) e valor de F_{calc.} = 160,31, houve variação da espessura de parede das fibras nas diferentes posições avaliadas no sentido transversal, aos 21 anos de idade (Tabela 3).

A Figura 3 mostra que a variação desta característica tecnológica no sentido transversal é crescente, apresentando valores médios inferiores na região da medula (4,41 µm), seguida de acréscimo até a região da casca (5,98 µm).

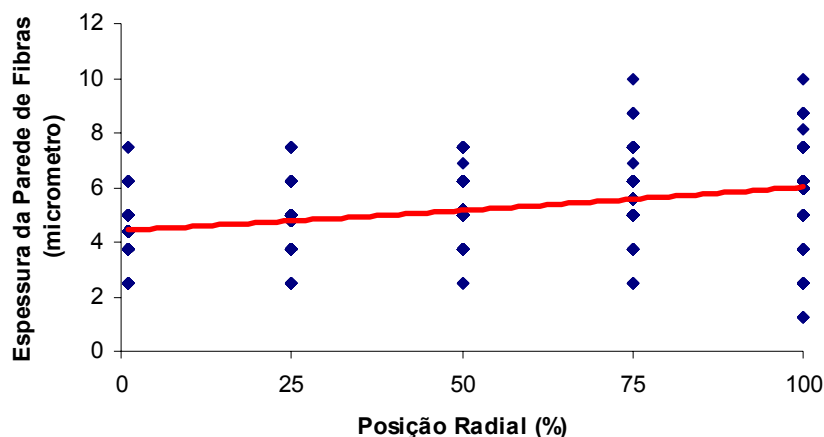


FIGURA 3: Variação da espessura de parede das fibras das árvores de *Eucalyptus dunnii* em função da posição relativa no sentido radial, aos 21 anos de idade.

Resultados semelhantes foram relatados por Panshin & De Zeeuw (1980); segundo estes autores a espessura da parede das fibras de folhosas tende a aumentar no sentido medula-casca, situação também observada por Filho (1985).

CONCLUSÕES

Com base nos resultados apresentados para a madeira de *Eucalyptus dunnii* Maiden conclui-se que:

- O comprimento das fibras aumentou na direção radial (medula-casca) no DAP do fuste;
- A espessura de parede das fibras também apresentou variação crescente da medula para a periferia do tronco;
- O aumento de diâmetro das fibras, apesar de ter apresentado variação crescente significativa no sentido medula-câmbio, foi menos acentuado que as características de comprimento e espessura de parede;
- A tendência apresentada nas dimensões das fibras confirmou o padrão de variação no sentido radial do tronco, em espécies de rápido crescimento do gênero *Eucalyptus*;
- A utilização de *Eucalyptus dunnii* em idades mais avançadas, possibilita a obtenção de madeira de melhor qualidade, já que se concentra próximo a região periférica do tronco camadas de lenho com fibras de maiores dimensões, possivelmente conferindo melhores propriedades físicas e mecânicas à madeira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M.C.D. 1987. **Variação das características das fibras em função da densidade básica de cavacos de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex.Maiden**. Botucatu (SP), 43f. Dissertação (Mestrado - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita).
- ASSIS, T. F. Aspectos do melhoramento de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos da madeira. WORKSHOP: **Técnicas de abate, processamento e utilização da madeira de Eucalipto**. Viçosa – MG, 22 a 24 de junho de 1999, p. 61-72.
- ASSIS, T. F. Qualificação tecnológica da madeira de *Eucalyptus* para serraria: Aspectos genéticos e de manejo. In: SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE MANEJO FLORESTAL, 1., 2000. Santa Maria, UFSM, **Anais...** Santa Maria: Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, 2000. p. 59-80.
- BAMBER, R. K.; HUMPHREY, F. R. A preliminary study of some wood properties of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. **Journal of the Institute of Wood Science**, Buckinghamshire, v. 11, n. 1, p. 66-70, 1963.
- BARRICHELO, L. E. G., BRITO, J. O., MIGLIORINI, A. J. Estudo da variação longitudinal da densidade básica de *Eucalyptus spp*. **Silvicultura**, São Paulo, v. 8, n. 28, p. 726-731, 1983.
- BURGER, L. M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira**. São Paulo: Nobel, 1991. 154 p.
- CALONEGO, F. W.; SEVERO, E. T. D.; ASSI, P. P. Mensuração do comprimento das fibras para a determinação da madeira juvenil em *Eucalyptus citriodora*. **Scientia Forestalis**. IPEF, n. 68, p.113-121, ago. 2005.
- CALORI, J. V.; KIKUTI, P. **Propriedades físicas e mecânicas da madeira de *Eucalyptus dunnii* aos 20 anos de idade**. In: Eucalypts: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts. Salvador, Brasil. 24-29 de agosto. 1997. p. 321-326.

- FILHO, M. T. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis*. **IPEF**, n. 29, p. 37-45, abr. 1985.
- HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R.; **Resistência e Resiliência a geadas em *Eucalyptus dunnii* Maiden plantados em Campo do Tenente, PR**. Bol. Pesq. Fl., Colombo, n. 40, jan./jun. 2000 p.67-76.
- KOLLMANN, F. F. P. e CÔTÉ, W. A. **Principles of wood science and technology**. New York: Springer-Verlag, 1968. v. 1.
- KRAUS, J. E. e ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. EDUR, 1997.
- LORENZI, H.; SOUZA, H.M.; TORRES, M. V. A.; BACHER, L. B. **Árvores exóticas no Brasil: madeireiras, ornamentais e aromáticas**. São Paulo: Instituto Plantarum, 2003. 368p.
- PANSHIN, A. J.; DE ZEEUW, C. 1980. **Textbook of wood technology**. 4a ed. New York, McGraw Hill, 722p.
- SHIMOYAMA, V.R. **Variações da densidade básica e características anatômicas e químicas da madeira em *Eucalyptus* sp.** 1990. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 1990.
- SILVA, J. C. **Caracterização da madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden, de diferentes idades, visando a sua utilização na indústria moveleira**. 2002. 148p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, 2002.
- WILKES, J. 1988. Variations in wood anatomy within of Eucalyptus. Australia. **IAWA Bulletin**, v. 9, n.1, p. 13-23.

QUANTIFICAÇÃO DO MATERIAL COMBUSTÍVEL EM PLANTIO DE *Hovenia dulcis* Thunberg, NA ESTAÇÃO EXPERIMENTAL DA FEPAGRO – SANTA MARIA – RS.

QUANTIFICATION OF THE COMBUSTIBLE MATERIAL IN PLANTIO *Hovenia dulcis* Thunberg, IN THE EXPERIMENT STATION OF FEPAGRO - SANTA MARIA - RS.

Kátia Simone Backes¹ Maria Raquel Kanieski² Tatiane Chassot³ Leonardo Zanella Giacomolli⁴
Luiz Antônio Jacques de Albernard⁵ Mauro Valdir Schumacher⁶

RESUMO

Objetivou-se com o presente estudo, quantificar o material combustível superficial acumulado em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunberg, localizado na Estação Experimental da FEPAGRO, município de Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brasil. A amostragem para o material vivo (sub-bosque) consistiu em coleta de amostras em quatro parcelas de 2 x 2 m, distribuídas aleatoriamente sobre a área. Já a amostragem de serapilheira consistiu na coleta de 25 amostras, com moldura quadrada de ferro de 25 cm de lado, distribuídas aleatoriamente. A quantidade total de material combustível presente na área estudada foi estimada em 35,63 Mg ha⁻¹. Deste total, 7,82 Mg ha⁻¹ correspondem à vegetação de sub-bosque e 27,81Mg ha⁻¹, a serapilheira.

Palavras-chave: material combustível, biomassa, *Hovenia dulcis*.

ABSTRACT

The objective of this study is to quantify the accumulated combustible material in a stand of *Hovenia dulcis* Thunberg at the Experimental Station FEPAGRO, in the city of Santa Maria, Rio Grande do Sul - Brazil. The sampling for the material live (understory) consisted of collecting of samples in four plots of 2 x 2 m, randomly distributed over the area. Already the sampling of undergrowth consisted in the collection of 25 samples, with square frame of iron with 25 cm of side, randomly distributed. The total quantity of combustible material present in the area of study was estimated at 35.63 Mg ha⁻¹. Of this total, 7.82 Mg ha⁻¹ correspond to understory vegetation and 27.81 Mg ha⁻¹, material in decomposition.

Key words: combustible material, biomass, *Hovenia dulcis*.

INTRODUÇÃO

Os incêndios florestais provocam danos ambientais na fauna e na flora do local onde ocorrem, assim como prejuízos econômicos consideráveis.

De acordo com Ribeiro (2004), dentre as causas que se originam os incêndios florestais se destaca o homem, principalmente por meio das atividades rurais.

Na prevenção de incêndios florestais não basta a educação da população ou a aplicação da legislação, é preciso eliminar ou alterar as fontes de propagação do fogo através da modificação da estrutura do material combustível.

Portanto, se faz necessário conhecer as características do material combustível presente na floresta, uma vez que, o comportamento do fogo depende principalmente da energia potencial armazenada nesse material, além do relevo e das condições meteorológicas (RIBEIRO & SOARES, 1998).

Para Beutling *et al.* (2005), o material combustível é caracterizado pelo arranjo que possui num determinado local no estrato florestal.

As folhas, galhos, troncos e demais materiais que se encontram sobre o solo da floresta ou até 1,80 m acima deste, podem ser considerados combustíveis superficiais (SOARES, 1985).

¹ Engenheira Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Campus Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS. katiasonimeb@yahoo.com.br

² Engenheira Florestal, Mestranda do PPGEF da UFSM. Campus Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS. raquelkanieski@gmail.com

³ Engenheira Florestal, Mestranda do PPGEF da UFSM. Campus Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS. tatianechassot@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Florestal Autônomo. Rua Rui Morais de Azambuja, 575, Montanha, 95900-000, Lajeado, RS. lzgiacomolli@hotmail.com

⁵ Engenheiro Florestal Autônomo. Rua Cristalino Machado Soares, Camobi, 97110-210, Santa Maria, RS. albernardl@hotmail.com

⁶ Engenheiro Florestal, Dr. nat. techn. Professor do Departamento de Ciências Florestais, UFSM. Campus Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS. schumacher@pesquisador.cnpq.br

Assim, a estimativa desse material combustível é fundamental em planos de prevenção e controle de incêndios, especialmente em programas de queima controlada.

Soares (1994) afirma que florestas plantadas são mais suscetíveis à incidência do fogo do que as naturais, ficando ameaçadas à ocorrência periódica de incêndios.

A uva-do-japão (*Hovenia dulcis*) também chamada no Brasil de uva-japonesa, banana-do-japão, é uma espécie caducifólia da família Rhamnaceae com altura de 10 a 15 m, encontrada no sul do País de forma espontânea ou cultivada. Sua madeira é resistente e fácil de trabalhar, com características mecânicas semelhantes às do louro-pardo (*Cordia trichotoma*). A espécie adapta-se a solos rasos e pedregosos desde arenosos até argilosos, suporta temperaturas mínimas de até -18 °C, e suas sementes são facilmente disseminadas por pássaros e outros animais que consomem os seus frutos. Considerada uma espécie invasora, é capaz de substituir espécies locais devido a sua agressividade e facilidade com que ocupa áreas como campo nativo e matas ciliares (FETT, 2006).

Desta forma, o presente estudo teve como objetivo quantificar o material combustível superficial em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunberg, localizado na Estação Experimental da FEPAGRO de Santa Maria – RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Incêndios florestais

Os incêndios florestais constituem uma das maiores ameaças às florestas e povoamentos florestais do planeta. Por isso, existe uma grande necessidade de implantação de eficientes sistemas integrados de proteção contra estes.

A qualidade das informações relacionadas ao comportamento do fogo é de suma importância para garantir a eficiência dos sistemas integrados de proteção, principalmente no que tange às operações de combate, cujo planejamento depende fundamentalmente dos dados relativos à quantidade de material combustível. Esta informação é também indispensável para a prescrição de queimadas controladas em áreas florestais, seja para a redução do risco de ocorrência de incêndios ou para se atingir outros objetivos previstos no plano de manejo florestal (SOUZA *et al.*, 2006).

Devido as suas características físicas homogêneas, as florestas plantadas são mais suscetíveis aos incêndios, sendo necessário, portanto, a adoção de uma silvicultura preventiva, ou seja, estabelecer técnicas de proteção contra o fogo desde a implantação do povoamento. Assim, o manejo do material combustível aparece como fator de extrema importância na prevenção de incêndios florestais (SOARES, 2000).

Segundo Haltenhoff (1998), a silvicultura preventiva pode ser definida como o manejo das plantações florestais, ou florestas nativas, com o propósito de modificar a estrutura do material combustível disponível a fim de satisfazer os objetivos da proteção contra os incêndios, associando essa proteção ao melhoramento da produção e à qualidade do ambiente.

A finalidade da silvicultura preventiva é modificar a estrutura da massa florestal para dificultar a propagação do fogo, e essa diversificação deve ser feita respeitando-se a paisagem e as características da região (VELEZ, 1991). De acordo com Soares (2000), o manejo do material combustível é o ponto principal da silvicultura preventiva.

Quantificação da biomassa do solo

De acordo com Pippi *et al.* (2000), vários aspectos devem ser considerados no manejo da vegetação de sub-bosque de um povoamento florestal. Se por um lado sua manutenção traz alguns benefícios, como diminuição da incidência de radiação solar no solo e, conseqüentemente a retenção da umidade no solo, por outro, relacionado ao aspecto da proteção florestal, trata-se de um veículo de propagação rápida de incêndios para a copa das árvores, principalmente em caso de povoamento jovens, como é o caso em que a altura média da vegetação de sub-bosque ultrapassa inclusive a altura do primeiro galho da copa da árvore.

O acúmulo anual de biomassa cria condições favoráveis à queima, onde qualquer descuido com o uso do fogo, ou a queda de raios no início da estação chuvosa, acabam por produzir incêndios tremendamente desastrosos para o ecossistema como um todo, difíceis de serem controlados pelo homem, sendo o seu combate oneroso. Neste caso é preferível prevenir tais incêndios, realizando queimadas programadas, em áreas limitadas e sucessivas, cujos efeitos poderão ser até mesmo benéficos (COUTINHO, 2000).

Uva-do-Japão (*Hovenia dulcis* Thunberg)

A uva-do-Japão é uma árvore caducifólia que atinge até 25 m de altura, com copa globosa e ampla. A casca é lisa a levemente fissurada pardo-escura a cinza-escura. Suas folhas são simples, alternas, curto-pecioladas, ovadas, acuminadas, glabras na parte superior e ligeiramente pubescentes na parte inferior. As flores são hermafroditas, pequenas, branco-esverdeadas a creme, numerosas. O fruto é uma pequena cápsula globosa seca com 2 a 4 sementes, preso a um pedúnculo carnoso cor de canela com sabor doce e agradável. Suas sementes são alaranjadas ou avermelhadas quando recém colhidas e passando para marrom e pretas com o tempo, mais ou menos circular. A polinização é feita principalmente por abelhas e o florescimento ocorre, no Brasil, de agosto a fevereiro com frutificação entre março e outubro. A queda das folhas ocorre desde abril até o final de agosto. Começa a frutificar entre o 3º e 4º ano. A dispersão das sementes é zoocórica, por aves e pequenos animais. (BACKES & IRGANG, 2004).

A madeira da uva-do-japão apresenta características mecânicas similares às do louro-pardo (*Cordia trichotoma*). Apresenta cor do alburno amarelo e cerne amarelo a castanho-escuro ou vermelho, possui brilho opaco a mediano, sem cheiro e textura fina a homogênea. É resistente, medianamente tenaz e elástica, pouco durável em contato com o solo e fácil de trabalhar, dando superfícies lisas e brilhantes. A partir de uma análise das características da madeira da uva-do-japão, mostram que ela é adequada para processamento mecânico e para movelaria. Além disso, seus valores de densidade e poder calorífico superior permitem recomendá-la também para a produção de energia. A utilização dos produtos provenientes da uva-do-japão vai desde a madeira serrada para construção civil, móveis, molduras, artesanatos, energia como lenha para uso doméstico ou como insumos da indústria de papel e celulose, até o uso na alimentação animal e humana. A espécie é afetada por poucas pragas e doenças, sendo um dos fatores limitantes de seu crescimento inicial a presença de ervas daninhas no local do plantio (CARVALHO, 1994).

Segundo Mondin (2006), a uva-do-japão apresenta características de planta intolerante ao sombreamento como as árvores pioneiras nas florestas. A espécie apresenta regeneração natural intensa por sementes, encontrando-se presente em muitas matas do sul do Brasil como as Florestas com Araucária. Ocorre também em clareiras de florestas exploradas, terrenos baldios e proximidades de habitações, podendo formar agrupamentos. Devido a esta característica a uva-do-japão é considerada uma planta invasora e pode trazer prejuízos a reabilitação de florestas nativas em determinadas regiões. A espécie compete por espaço, luz e nutrientes com espécies nativas, reduzindo assim, a disponibilidade destes recursos para estas últimas. Também diminui a quantidade de fauna polinizadora e dispersora de sementes disponível para as espécies nativas. A longo prazo, este processo tende a diminuir a quantidade de espécies nativas da floresta a ponto de haver uma homogeneidade da flora, com predominância da espécie invasora.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado em um povoamento de *Hovenia dulcis* Thunberg, localizado no Centro de Pesquisas Florestais e Conservação do Solo da Fundação Estadual de Pesquisas Agropecuárias (FEPAGRO Florestas) no município de Santa Maria - Rio Grande do Sul.

O solo da área pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, caracterizado como tipo Argissolo Vermelho distrófico arênico, com textura média, relevo ondulado à suave ondulado. Esses solos são profundos e bem-drenados, apresentando perfil com uma seqüência de horizontes A-E-Bt-C. Apresenta baixa saturação por bases (<50%), o que indica baixa fertilidade natural. É susceptível à erosão hídrica (STRECK *et al.*, 2002).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen (MORENO, 1962), é do tipo Cfa, com uma temperatura média anual de 19° C. As chuvas são bem distribuídas ao longo do ano, com precipitação média anual de 1400 a 1760 mm.

O povoamento de *Hovenia dulcis* apresentava uma altura média de 12 m e o sub-bosque, de 2,5 a 3,0 m. A coleta de dados ocorreu no mês de junho e os indivíduos já apresentavam a copa sem folhas.

Para a determinação do material combustível procederam-se duas coletas, sendo uma de material vivo (vegetação de sub-bosque) e outra de serapilheira.

Coleta da vegetação de sub-bosque

Para a determinação da quantidade de material vivo, ou regeneração natural, foram instaladas quatro parcelas de 2 x 2 m (4 m²) de forma aleatória na área.

A vegetação dessas parcelas foi cortada com o auxílio de facão. Posteriormente essa foi classificada em três classes de diâmetro (até 0,7 cm; de 0,71 a 2,54 cm e maior que 2,54 cm) com auxílio de um gabarito. As amostras de vegetação foram pesadas a campo em balança de gancho, sendo retirada uma sub-amostra de cada classe de diâmetro.

As sub-amostras foram levadas até o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, acondicionadas em embalagem de papel-pardo e armazenadas em estufa de circulação e renovação de ar a 75° C até atingirem peso constante, por aproximadamente 72 horas.

Em seguida, foi determinado o peso seco por meio de uma balança digital de precisão (0,01g). Com base nos valores de massa seca, pode-se estimar a quantidade de material vivo acumulado por hectare.

Coleta da serapilheira acumulada sobre o solo

Para a determinação da quantidade de serapilheira, foram coletadas aleatoriamente (SOARES *et al.*, 2006) 25 amostras. Para isto utilizou-se uma moldura de ferro com dimensões de 25 cm x 25 cm, resultando em uma área de coleta amostral de 0,0625 m².

O material coletado nessas parcelas foi colocado em saco plástico devidamente identificado, pesado a campo e posteriormente levado ao Laboratório de Ecologia Florestal da UFSM, onde foi acondicionado em embalagem de papel-pardo para secagem em estufa de circulação e renovação de ar a 75° C, onde permaneceu até estabilização do peso.

Posteriormente, determinou-se o peso seco das amostras por meio de uma balança digital de precisão (0,01g) e, com base nos valores de massa seca, estimou-se a quantidade de serapilheira acumulada por hectare.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Vegetação de sub-bosque

Na Tabela 1 são apresentados os resultados das pesagens da vegetação de sub-bosque, distribuídos de acordo com a classe diamétrica a qual pertenciam.

TABELA 1: Biomassa (Mg ha^{-1}) do sub-bosque do plantio de uva-do-japão, por classe de diâmetro.

Classe	Biomassa (Mg ha^{-1})	(%)
até 0,7 cm	2,03	26
de 0,71 a 2,54 cm	4,03	52
maior que 2,54 cm	1,76	22
Total	7,82	100

As amostras coletadas a campo foram analisadas conforme a classe diamétrica a qual pertenciam. Nessa análise observou-se que as amostras classificadas na segunda classe, de 0,71 a 2,54 cm, foram as que apresentaram a maior quantidade de material combustível de sub-bosque ($4,03 \text{ Mg ha}^{-1}$), seguida pela primeira classe e por fim, a terceira classe.

A biomassa seca total encontrada no povoamento foi de $7,82 \text{ Mg ha}^{-1}$, e a quantidade de material encontrada na segunda classe de diâmetro ($4,03 \text{ Mg ha}^{-1}$) pode ser explicada pela grande quantidade de regeneração natural estabelecida, presente no povoamento.

Scheidt *et al.* (2004) quantificou o material combustível existente no sub-bosque de um povoamento de plátano em Santa Maria, RS. O povoamento estudado não apresentou taxas elevadas de material combustível no sub-bosque, possivelmente pelo grande grau de hidromorfismo no solo da área.

Serapilheira

Na Tabela 2, é apresentado o valor médio de peso seco das amostras de serapilheira coletadas a campo, bem como o Desvio Padrão e o Coeficiente de Variação.

TABELA 2: Biomassa média (Mg ha^{-1}) da serapilheira depositada sobre o solo.

Parâmetro	Peso seco (Mg ha^{-1})
Média	27,81
Desvio Padrão	14,36
Coeficiente de Variação	51,64%

A quantidade de serapilheira seca média presente nesse povoamento foi de $27,81 \text{ Mg ha}^{-1}$. Esse valor pode ser entendido pela grande quantidade de folhas e galhos finos de uva-do-japão depositadas sobre o solo da floresta, visto que a espécie caracteriza-se como caducifólia, perdendo todas as folhas durante o período do outono-inverno.

Observa-se ainda na tabela acima, um alto Coeficiente de Variação que, calculado a partir do desvio padrão e da média, indica a grande heterogeneidade das amostras de serapilheira coletadas.

As características da serapilheira são condicionadas, entre outros fatores, à natureza do material que a constitui, como folhas, galhos e casca, que são os seus principais componentes. A proporção de cada um desses constituintes é afetada pelas características do clima e solo (WITSCHORECK e SCHUMACHER, 2002). Desta forma, como as parcelas foram distribuídas aleatoriamente sobre a área, pode-se atribuir essa variabilidade às diferentes condições presentes na área.

Alguns estudos de quantificação da biomassa do solo vêm sendo realizados no Brasil com o intuito de prevenção a incêndios florestais. Viera *et al.* (2008) quantificou a serapilheira acumulada em três espécies de eucaliptos localizados no município de Santa Maria, RS. O acúmulo de serapilheira sobre o solo nos diferentes povoamentos foi estimado em $17,6$; $19,9$ e $22,8 \text{ Mg ha}^{-1}$, respectivamente, para *Eucalyptus cloeziana*, *E. urophilla* e *E. grandis*, sendo estatisticamente superior para esta última espécie.

Souza *et al.* (2006), realizou um inventário em Três Barras, SC, para quantificar e modelar o material combustível superficial vivo e morto existente em plantações de *Eucalyptus dunnii*. A quantidade total de combustível nos sítios estudados variou de aproximadamente $8,0$ a $31,0 \text{ t ha}^{-1}$, dependendo da idade da plantação.

CONCLUSÕES

A quantidade total de material combustível presente na área estudada foi de $35,63 \text{ Mg ha}^{-1}$.

A vegetação do sub-bosque e a serapilheira acumulada sobre o solo representaram 21,95% e 78,05%, respectivamente, da biomassa avaliada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKES, P. & IRGANG, B. **Árvores cultivadas no sul do Brasil - guia de identificação e interesse paisagístico das principais espécies exóticas**. Porto Alegre: Paisagem do Sul, 2004, p 170-171.
- BEUTLING, A.; *et al.* Quantificação de material combustível superficial em reflorestamentos de *Araucária angustifolia* (Bert.) ° Ktze. **Revista Floresta**, vol. 35, n° 3. Curitiba-PR, 2005
- CARVALHO, P. N. R. **Ecologia, silvicultura e usos da uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg)**. Colombo, PR: EMBRAPA-Florestas, 1994. (Circular Técnica, 23).
- COUTINHO, L.M. **Aspectos do fogo no cerrado**. São Paulo, 2000. Disponível em: <http://eco.ib.usp.br/cerrado/aspectos_fogo.htm>. Acesso em 05 de ago de 2007.
- FETT, M. S. Gostaria de saber da viabilidade de reflorestamento da espécie uva-do-japão, como aproveitamento da madeira, tempo de corte, etc. **In. SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICA – SBRT**. Disponível em: <<http://sbrt.ibict.br/upload/sbrt1929.pdf>>. Acesso em: 08 ago. 2007.
- HALTENHOFF, H. D. **Silvicultura preventiva**. Santiago: Corporación Nacional Forestal, 1998, 40 p. (Manual técnico, 18).
- MONDIN, C. A. Espécies vegetais exóticas invasoras em florestas no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 57. 2006, Gramado. **Anais...** Gramado: SBB, p 529-531, 2006.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Secretaria da Agricultura. Porto Alegre, 1962. 41p.
- PIPI, M. C.; KRIEGER, J. M.; HOPPE, J. M. Quantificação do material combustível na serrapilheira e vegetação de sub-bosque e inventário florestal de uma floresta de *Pinus elliotti* aos 9 anos. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DE NOVA PRATA, 8, 2000. Nova Prata, RS. **Anais...** Nova Prata, 2000. CD ROOM.
- RIBEIRO, G.A.; SOARES, R.V. Caracterização do material combustível florestal e efeitos da queima controlada sobre sua redução em um povoamento de *Eucalyptus viminalis*. **Cerne**, Lavras, v. 4, n. 1, p. 57-72. 1998.
- SCHEIDT, L. R. *et al.* Quantificação de material combustível no sub-bosque de um povoamento de *Platanus x acerifolia*. **Floresta**, Curitiba, v. 34, n.2, p 205-209, 2004.
- SOARES, R. V. Incêndios florestais – Controle e uso do fogo. Curitiba, FUPEF, 1985. 213p.
- SOARES, R. V. Ocorrência de incêndios em povoamentos florestais. **Revista Floresta**, vol. n° 22, Curitiba-PR, 1994.
- SOARES, R. V. Novas tendências no controle de incêndios florestais. **Floresta**, Curitiba, v.30, n. 1 e 2, p 11-21, 2000. Edição Especial.
- SOARES, C.P.B.; Neto, F.P.; Souza, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV, 2006. 276p.
- SOUZA, L. J. B. de; SOARES, R. V.; BATISTA, A. C. Modelagem do material combustível superficial em povoamentos de *Eucalyptus dunnii*, em Três Barras, SC. **Cerne**, Lavras, v.9, n. 2, p 231-245, 2006.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Ed. da UFRGS, 2002. 107 p.
- VELEZ, R. Uso del fuego em selvicultura. In: CONGRESO FORESTAL MUNDIAL, 10, 1991, Paris. **Anais...** Paris, p 461-470, 2006.
- VIERA, M. *et al.* Quantificação da serapilheira acumulada e análise da relação carbono:nitrogênio em três espécies de eucaliptos no Rio Grande do Sul-Brasil. In: XIII JORNADAS TÉCNICAS FORESTALES Y AMBIENTALES, 2008, Argentina. **Anais...** Argentina, 2008.
- WITSCHORECK, R.; SCHUMACHER, M.V. Estimativa do carbono da serapilheira em florestas de eucalipto de diferentes idades. In: 8º CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DE NOVA PRATA. **Anais...** Nova Prata. 2000.

ESTRUTURA VERTICAL NA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SISTEMA FAXINAL NO MUNICÍPIO DE REBOUÇAS-PR

MIXED FOREST VERTICAL STRUCTURE IN A FAXINAL SYSTEM AT REBOUÇAS – PR

Luciano Farinha Watzlawick¹ Jey Marinho de Albuquerque² Raul Silvestre³ Álvaro Felipe Valério⁴
Henrique Soares Koehler⁵ Daniel Sauerenssig⁶

RESUMO

Avaliar a estrutura vertical é importante, uma vez que pode ser de grande valia para o manejo florestal. Diante do exposto o presente estudo possui como objetivo conhecer a florística e a estrutura vertical da comunidade arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. Foi realizado o levantamento dos indivíduos arbóreos com DAP \geq 10 cm, para tanto foram instaladas de forma sistemática 17 unidades amostrais de 12,5 x 40 m (500 m²), onde os indivíduos foram identificados e tiveram seu diâmetro a altura do peito (DAP) medidos, também foram realizadas as medições da altura total. A estrutura vertical foi realizada utilizando o método da curva da frequência acumulada das alturas pelo diagrama *h-M*. Como resultado da utilização do diagrama a floresta possui três estratos, o terceiro estrato com altura superior 16,4 m de altura, o segundo estrato com alturas entre 9,1 e 16,4 m, e o primeiro estrato com alturas inferiores a 9,1 m. Conclui-se com o presente estudo que o diagrama *h-M* é um método eficiente e exequível que permite separar estratos naturais de altura em uma floresta.

Palavras-chave: Estratificação, diagrama *h-M*, florística, sistema faxinal

ABSTRACT

Evaluate the vertical structure of a forest may be of great value for management purposes. The present paper was as main objective to study the floristic and vertical structure of a shrubby tree community of a Mixed Forest in Faxinal system. In order to accomplish the goals, 17 sample units were taken and all individual with dbh \geq 10 cm had the dbh and total height measured. The vertical structure was determined by calculating the cumulative height frequency *h-M* diagram method. As a result of applying the method the forest showed three stratum, the third with height higher than 16,4 meters, the second with heights between 9,1 and 16,4 meters and the first with heights less than 9,1 meters. The *h-M* method showed to be efficient to separate natural height stratum in a forest.

Key words: Stratification, *h-M* diagram, floristic, faxinal system.

INTRODUÇÃO

A região da Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária (IBGE, 1992), a qual cobria originalmente cerca de 200.000 km² em todo o Brasil, ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul do estado de São Paulo (3%), adentrando até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994).

De 1912 a 1992, houve no estado do Paraná uma intensa retirada de sua cobertura florestal, que foi substituída por atividades agropecuárias ou pela infra-estrutura econômica (principalmente estradas e hidrelétricas) e urbana. A exploração madeireira também foi decisiva no processo de desmatamento como se pode citar como exemplo a exploração intensa do pinheiro do Paraná até a década de 70. Após todo esse processo de desmatamento, em 1992 restavam no Paraná apenas 988.482 ha de florestas naturais, representando 4,99% do território do estado.

O desconhecimento da floresta como recurso natural renovável, bem como a busca de benefícios econômicos em curto prazo, são as principais causas de sua destruição. A consequência disso é claramente percebida pela escassez

1 Eng. Florestal, Dr., Prof. da Universidade Estadual do Centro-Oeste/Departamento de Agronomia. Email: luciano.watzlawick@pq.cnpq.br

2 Eng. Ambiental, Mestrando em Ciências Florestais na Universidade Estadual do Centro-Oeste. Email: jjey2004@yahoo.com.br

3 Eng. Florestal, Mestrado em Engenharia Florestal na Universidade Federal do Paraná. Email: silvestrefloresta@yahoo.com.br

4 Eng. Florestal, Mestrando em Ciências Florestais na Universidade Estadual do Centro-Oeste. Email: alvaro_florestal@hotmail.com

5 Eng. Florestal, Dr., Prof. Universidade Federal do Paraná/Departamento de Fitotecnia. Email: koehler@ufpr.br

6 Acadêmico de Eng. Florestal da Universidade Estadual do Centro-Oeste. Email: danielsauerenssig@yahoo.com.br

de matéria-prima no Sul, sendo que considerável parte da indústria madeireira hoje se abastece de madeiras oriundas de outras regiões do País.

Com relevância nas diferenças regionais, busca-se definir a formação dos faxinais e a sua conseqüente difusão no Paraná, considerando principalmente as especificidades e permanências do processo de ocupação deste. Permanências principalmente do “Ciclo do Tropeirismo”, que se estabeleceu no chamado “Paraná Tradicional” o sistema de criatório e de invernadas, espalhando povoamentos por suas paisagens e influenciando hábitos e costumes, dentre eles o extrativismo tanto da erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) uma das principais fontes econômicas no período de ocupação do estado, quanto da madeira, em especial do Pinheiro do Paraná (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), sendo que ambas as espécies caracterizam a vegetação local da Floresta Ombrófila Mista, hoje com remanescentes extremamente ameaçados.

A palavra “Faxinal” popularmente significa mata densa, porém etimologicamente, significa mata rala com vegetação variada e faixas de campo penetrando nas matas. Segundo Chang (1988), nestas áreas de mata mais densa, formou-se os criadouros comunitários, que habitualmente são considerados pelos colonos como faxinais que não são necessariamente sinônimos, pois o termo Faxinal é bem mais amplo. Este se refere à vegetação, enquanto criadouro comum e de uso dessa vegetação”.

Presentes no Bioma da Mata com Araucária estão os povos e as terras de faxinais. Trata-se de comunidades caboclas que praticam, sobretudo ao longo dos vales dos rios, um sistema de uso integrado da terra que abrange a atividade silvopastoril comunitária, a extração de madeira e erva-mate e também a agricultura de subsistência. Esta forma de organização composta por terras de criar e plantar, separadas por valos/cercas, é conhecida no sul do Brasil como Faxinal ou Sistema Faxinal. Em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul os faxinais já há muito tempo pertencem ao passado. No estado do Paraná, segundo Marques (2004), existe ainda 44 faxinais.

Devido às práticas de manejo executadas na área e à presença constante da criação animal, a regeneração natural da flora arbórea é muito pobre, estando bastante degradada em termos de diversidade de espécies. Do mesmo modo, a alimentação dos animais domésticos (cabritos, cavalos, porcos, etc) e silvestres devido à falta de alimento, como frutas silvestres: guabiroba (*Campomanesia xanthocarpa* O. Berg.), araquá (*Myrcia glabra* (Berg) Legr.), pitanga (*Eugenia uniflora* L.), jabuticaba (*Plinia trunciflora* (Berg) Kaus), cereja (*Eugenia involucrata* DC.), pinhão (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) e outros.

A vegetação da Região Sul tem uma longa história de pesquisas isoladas e localizadas, tanto no caráter florístico, fitofisionômico, bem como de sua dinâmica. A caracterização dos componentes, assim como dos processos resultantes da interação entre eles, são fundamentais para conhecer o seu funcionamento, avaliar as implicações qualitativa e quantitativas da interferência antrópica na sua autossustentabilidade, principalmente para podermos realmente conhecer a floresta com finalidades de manejo.

Para Sanquetta (1995) a avaliação da estrutura vertical é importante, uma vez que pode ser de grande valia para o manejo, constituindo-se como a tarefa de se conhecer os estratos de árvores na floresta é um dos principais elementos do estudo da estrutura vertical.

O Sistema Faxinal, é de grande importância ecológica, servindo como uma forma de manutenção das coberturas vegetais naturais, preservando espécies em fase de extinção, tornando-se importante conhecer não somente a florística e a fitossociologia, mas também a estrutura vertical. Diante das considerações anteriores, o presente trabalho teve como objetivo conhecer a florística e a estrutura vertical da comunidade arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da Área de Estudo

A Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, localiza-se no Faxinal Marmeleiro de Cima no Município de Rebouças-Pr, (Figura 1) entre as coordenadas 25° 37' 15" de Latitude sul e 50° 41' 34" de Longitude oeste, com uma altitude média de 815 m.

Segundo a classificação de Köppen, o clima é *Cfb* – Subtropical Úmido Mesotérmico, com verões frescos, sem estações secas e com geadas. A temperatura média do mês mais frio é menor que 18°C e do mês mais quente é menor que 22°C (ITCF, 1990).

Conforme BOLETIM DE PESQUISA (1984) o substrato geológico da região é formado pelo derrame de Trapp da formação da basáltico. Os solos, com o predomínio de Neossolos Litólicos, Cambissolos e Argissolos (PARANÁ, 1987). O relevo apresenta-se desde plano, ondulado e montanhoso, sendo o último de maior predominância (EMBRAPA, 1999).

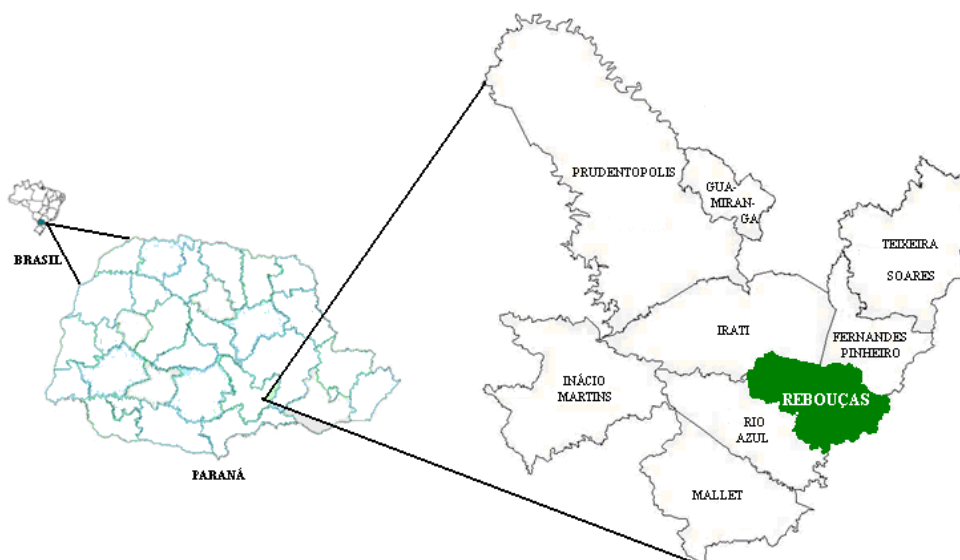


FIGURA 1: Localização regional da Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal no Município de Rebouças - Pr.

A vegetação natural conforme classificação do IBGE (1992), refere-se a Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária, a qual cobria originalmente cerca de 200.000 km² em todo o Brasil, ocorrendo no Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%) e em manchas esparsas no sul do estado de São Paulo (3%), adentrando até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994).

As características climáticas e a forma do relevo da região fazem com que a vegetação seja descrita por GUBERT FILHO (1987), como um ambiente florestal que abriga espécies típicas da Floresta Ombrófila Mista, como a araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.), erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St. - Hil.), canelas (*Nectandra sp*), imbúia (*Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso), canela lageana (*Ocotea pulchela* Mart.), e o pinheiro bravo (*Podocarpus lambertii* Klotzch). Tal característica vegetal pode ter sido um dos principais fatores que ocasionaram a formação dos Faxinais.

Nesse sentido, os Faxinais mesmo sendo influenciados pelo processo de desmatamento caracterizado no século XX, mantiveram grande parte de sua vegetação nativa, devido a sua forte influência na forma de vida extrativista com agricultura de subsistência. Com o extrativismo o faxinalense aproveita tudo o que a floresta lhe oferece desde madeira para construção das residências, construção de cercas, lenha, incluindo a coleta de frutos, raízes, folhas e cascas, tanto para alimentação quanto como fonte de recurso medicinal.

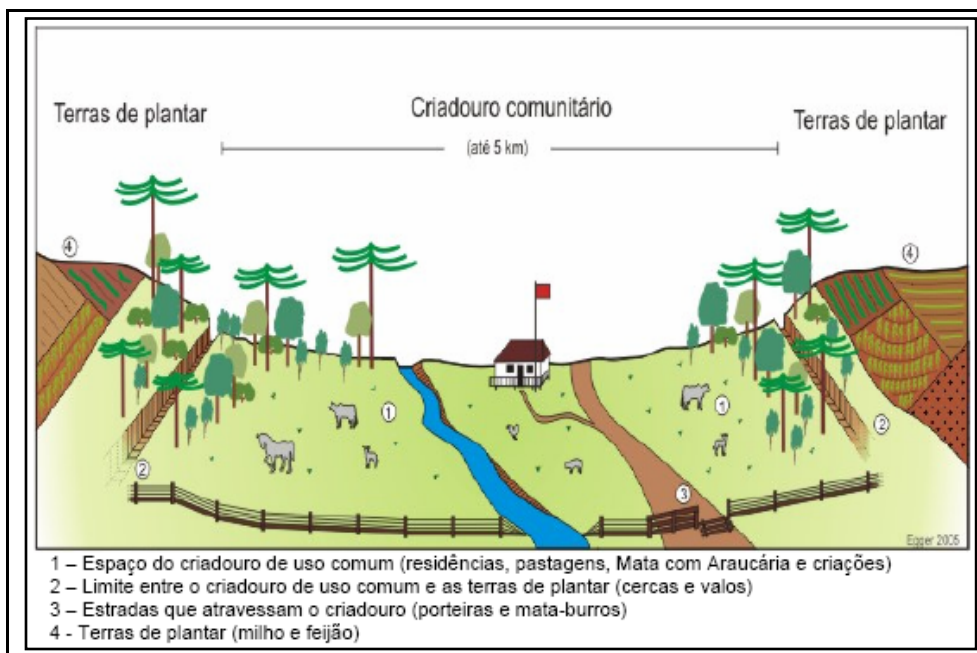


FIGURA 2: Perfil esquemático das terras do Faxinal. Fonte: Sahr (2003)

Conforme Watzlawick et al. (2008), pode-se observar na Figura 2, as terras de criação são caracterizadas pela existência da vegetação, as quais são cercadas ao longo de seu perímetro formando o criadouro comunitário, que é constituído por propriedades privadas e contíguas colocadas em uso comum. Já, as áreas de plantio, são caracterizadas pelo cultivo de lavoura, também propriedades privadas, e embora também contíguas, seu usufruto é privado. As terras de criação, em geral, são formadas por vales ou áreas mais deprimidas, de relevo suave ondulado e com presença de aguadas, predominando nestas áreas solos vermelhos, ácidos e profundos, favoráveis ao desenvolvimento de espécies vegetais de grande porte. São comuns nestas áreas as árvores madeireiras de lei, seguidas pelas frutíferas silvestres, as quais servem como fonte de alimento nativo para criação extensiva e também para os moradores locais.

Levantamento dos Dados e Análises

Para o levantamento dos indivíduos arbóreos com DAP \geq 10cm, foram instaladas de forma sistemática 17 unidades amostrais de 12,5 x 40 m (500 m²), sendo todas instaladas e direcionadas com seu comprimento sentido norte/sul, onde os indivíduos foram identificados e tiveram seu diâmetro a altura do peito (DAP) medidos. Também foram realizadas as medições da altura total.

O sistema de classificação adotado para a elaboração da lista da composição florística as quais serão classificadas de acordo com o Sistema do APG, Angiosperm Phylogeny Group II (2003). A identificação botânica (taxonômica) será realizada inicialmente in loco, bem como utilizando consultas em literatura especializada, consultas em herbários e especialistas.

A estrutura vertical foi realizada utilizando o método da curva da frequência acumulada das alturas pelo diagrama *h-M* apresentado por SANQUETTA (1995). O diagrama *h-M* é uma ferramenta utilizada para identificar e delimitar os estratos florestais definidos pela diferenciação do crescimento em altura das diferentes espécies que compõe uma floresta. O procedimento para a análise desse parâmetro seguiu os seguintes passos: a) Organização das medidas das alturas (*h*) em ordem crescente ou decrescente; b) Cálculo dos valores médios cumulativos das alturas (*M*); c) Distribuição do parâmetro *M* no eixo das abscissas e do parâmetro *h* no eixo das ordenadas; e d) A ocorrência de picos, pontos de inflexão ou mudança repentina do traçado do gráfico indicam a delimitação dos estratos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo foram inventariados ao todo 472 indivíduos, pertencentes a 44 espécies, 32 gêneros, pertencentes a 21 famílias, conforme pode-se verificar na Tabela 1.

As famílias que tiveram a maior riqueza de espécies foram: Myrtaceae (8); Flacourtiaceae (6); Aquifoliaceae e Fabaceae (4); Lauraceae e Euphorbiaceae (3) e Sapindaceae (2), as 14 famílias restantes foram representadas por apenas uma espécie, em média foram encontrados em cada unidade amostral 10 espécies distintas.

TABELA 1: Relação das espécies arbóreas ocorrentes na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, localizada na área do Faxinal Marmeleiro de Cima, no Município de Rebouças – PR.

Família	Nome Científico	Nome Popular
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlecht.	Ariticum
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Voadeira
Aquifoliaceae	<i>Ilex theazans</i> Mart.	Caúna
Aquifoliaceae	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	Erva Mate
Aquifoliaceae	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	Cauninha
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertoloni) Otto Kuntze	Pinheiro do Paraná
Asteraceae	<i>Vernonia</i> sp.	Vassourão
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	Carobinha
Caesalpinaceae	<i>Cassia leptophylla</i> Vogel	Falso barbatimão
Canellaceae	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	Pimenteira
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	Branquilho
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Leiteirinho
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulatum</i> (Vell.) Pax	Leiteiro
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Fr. All.	Cabreúva
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> (DC.) Vogel	Sapuva
Fabaceae	<i>Dalbergia brasiliensis</i> Vogel	Jacarandá
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britt.	Rabo de Bugio
Flacourtiaceae	<i>Casearia lasiophylla</i> Eichler	Guaçatunga Graúda
Flacourtiaceae	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	Guaçatunga Vermelha
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Cafezeiro
Flacourtiaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	Guaçatunga
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	Cambroé

Tabela : Continuação

Flacourtiaceae	<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Sucará
Lauraceae	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	Imbuia
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	Canela Guaicá
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees	Canela Amarela
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	Esporão de galo
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	Cedro
Moraceae	<i>Ficus enormis</i> (Mart. Ex Miq.) Mart.	Figueira mata-pau
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão
Myrtaceae	<i>Eugenia cf bacopari</i> Legrand	Pitanga
Myrtaceae	<i>Myrcia hebeptala</i> DC.	Perta guéla
Myrtaceae	<i>Myrcia rostrata</i> DC.	Guamirim miudo
Myrtaceae	<i>Mosiera prismatica</i> (D. Legrand) Landrum	Murta
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg	Guavirova
Myrtaceae	<i>Myrciaria floribunda</i> (West ex Willdenow) Berg	Jaboticaba
Myrtaceae	<i>Eugenia uniflora</i> L.	Pitangueira
Picramniaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engler ex. Chart.	Pau amargo
Rosaceae	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) Dietrich	Pessegueiro Bravo
Rutaceae	<i>Zanthoxylum riedelianum</i> Engl.	Mamica de Cadela
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	Vacum
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Miguel Pintado
Verbenaceae	<i>Aegiphyla sellowiana</i> Cham.	Pau de Gaiola

As famílias que apresentaram maior percentagem do número de indivíduos amostrados foram: Myrtaceae (17,7%); Flacourtiaceae (15,5%); Fabaceae e Aquifoliaceae (8,8%); Lauraceae e Euphorbiaceae (6,6%) e Sapindaceae (4,4%), as demais famílias apresentaram apenas uma espécie.

O DAP médio da comunidade arbórea foi de 20 cm, sendo que 79,2% do número de indivíduos encontram-se entre 10 e 25 cm de DAP, e 14,2% entre 25 e 35 cm de DAP. Assim 93,4% da vegetação encontra-se entre as classes de pequenos diâmetros, e apenas 6,6% da vegetação apresenta diâmetros superiores a 35 cm. Ao considerarmos a distribuição dos diâmetros dos indivíduos segue o padrão característico de florestas naturais inequianes, apresentando uma distribuição considerada normal, de forma exponencial representando um “J” invertido, onde a maior frequência encontra-se nas menores classes de diâmetros, conforme pode-se observar na Figura 3.

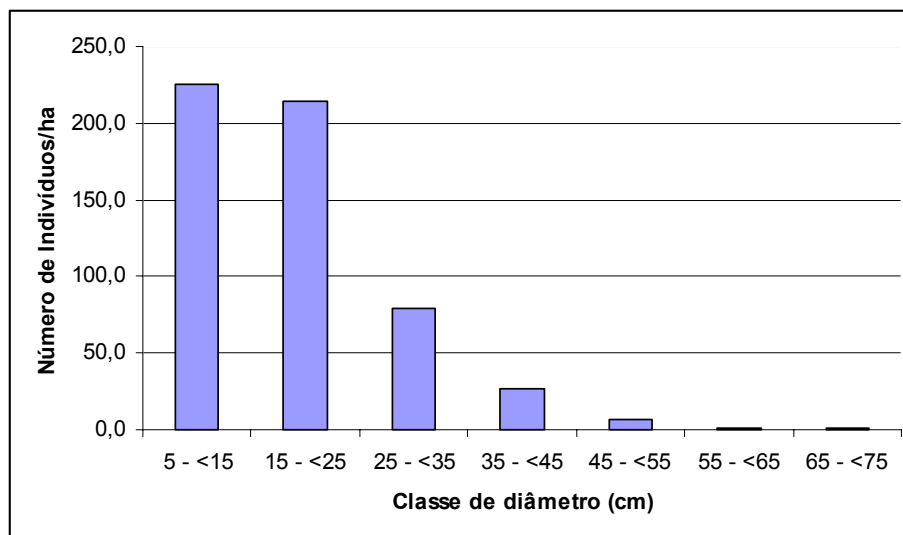


FIGURA 3: Distribuição diamétrica dos indivíduos arbóreos na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal no Faxinal do Marmeleiro de Cima, em Rebouças – PR.

Na Figura 4 é apresentado o diagrama *h*-M para a Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal. Pode-se observar que a floresta possui três estratos, os quais podem ser reconhecidos devido a mudança no curso retilíneo no diagrama, o qual é indicado pelas seta. O terceiro estrato (Estrato III) a floresta apresenta certa descontinuidade nas árvores com alturas superiores a 16,4 m. A descontinuidade neste estrato provavelmente é devido às explorações das espécies com valor econômico que acorreram no passado. O estrato representa 2,5% do total das árvores.

Ao considerarmos somente o Estrato III, compõem dentro deste estrato as seguintes espécies: *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (25,0%); *Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze (16,7%); *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schltdl.) Dietrich, *Banara tomentosa* Clos., *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni, *Casearia obliqua* Spreng., *Matayba elaeagnoides* Radlk., *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso e as árvores mortas, sendo que cada espécie representam 8,3 % do total do estrato.

No segundo estrato (estrato II), ocorrem 91,5 % do total das árvores na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal do presente estudo, bem como também a maior diversidade de espécies, sendo que ocorreu todas as espécies encontradas no presente levantamento. Conforme pode-se observar na Figura 4 o estrato possui uma continuidade, as alturas variam entre os valores de 9,1 m e 16,4 m. As espécies que representam mais de 70% do total do estrato II foram a *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni (19,9%); *Casearia obliqua* Spreng. (14,7%); *Casearia sylvestris* Sw. (9,9%); *Ocotea porosa* (Nees & C. Mart.) Barroso (6,3%); *Casearia decandra* Jacq. (4,3%); *Campomanesia xanthocarpa* O. Berg (4,1%); *Casearia lasiophylla* Eichler (4,1%); *Banara tomentosa* Clos (3,2%); *Eugenia uniflora* L. (2,9%); *Matayba elaeagnoides* Radlk. (2,9%) e *Myrocarpus frondosus* Fr. All. (2,7%). Vale ressaltar que a araucária (*Araucaria angustifolia* (Bertoloni) Otto Kuntze), bem como a erva-mate (*Ilex paraguariensis* A. St.-Hil.) espécies características da Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, no presente estudo cada espécie representou somente 0,5% do total no estrato.

Já o primeiro estrato (estrato I) conforme Figura 4, é caracterizado por espécies que ocorrem com a altura total inferior a 9,1 m, ocorre somente 6% das espécies amostradas. O estrato apresenta uma descontinuidade, bem como um baixo número de indivíduos devido a dois fatores: a compactação do solo; e também devido ao elevado número de animais que se encontram na área, os quais se alimentam da regeneração, que juntamente com a compactação do solo não permitem que as plantas se desenvolvam e atinjam os estratos superiores.

No estrato I ocorreram 13 espécies, sendo elas: *Casearia sylvestris* Sw. representando 37,9% do total; a *Casearia lasiophylla* Eichler, *Ficus enormis* (Mart. ex Miq.) Mart., *Mosiera prismatica* (D. Legrand) Landrum, bem como as árvores mortas representam 6,9% para cada uma espécies; *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni, *Casearia decandra* Jacq., *Casearia obliqua* Spreng., *Dalbergia frutescens* (Vell.) Britt., *Ilex paraguariensis* A. St.-Hil., *Rollinia rugulosa* Schlecht., *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Mart., *Strychnos brasiliensis* (Spreng.) Mart. e *Eugenia sp.*, representam para cada uma das espécies 3,4%.

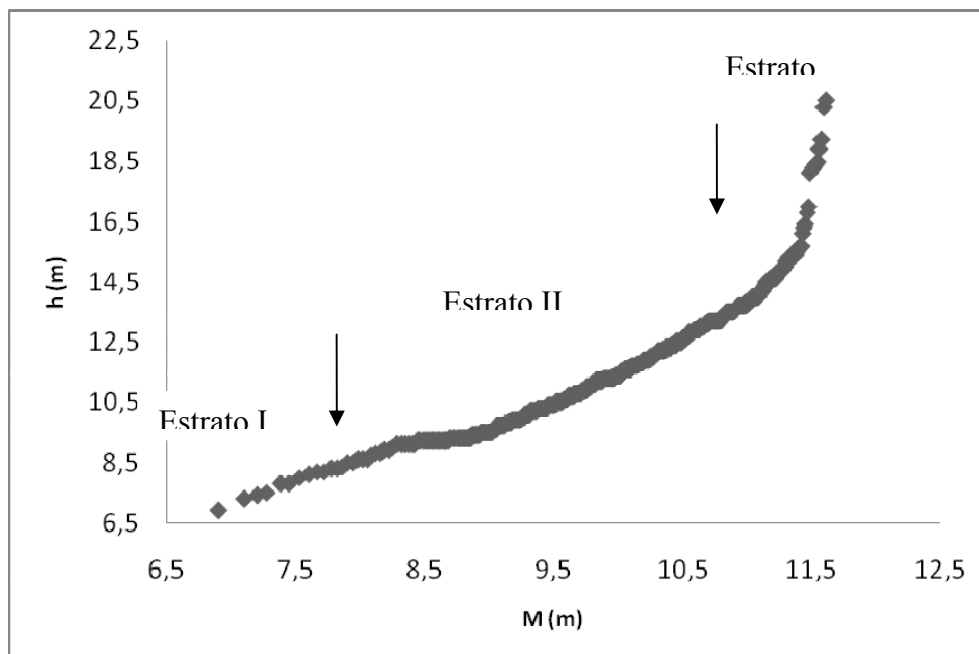


FIGURA 4: Estratificação utilizando o Diagrama *h-M* na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal no Faxinal do Marmeleiro de Cima, em Rebouças – PR.

De todas as espécies encontradas no presente levantamento, quatro ocorreram nos três estratos classificados, sendo: *Banara tomentosa* Clos, *Capsicodendron dinisii* (Schwacke) Occhioni, *Casearia obliqua* Spreng., e *Prunus brasiliensis* (Cham. & Schltdl.) Dietrich.

CONCLUSÕES

Ao considerarmos no levantamento os indivíduos com $DAP \geq 10\text{cm}$, a utilização do diagrama *h-M* indicou a existência de três estratos verticais na Floresta Ombrófila Mista em Sistema Faxinal, sendo o primeiro estrato com

altura superior 16,4 m de altura, o segundo estrato com alturas entre 9,1 e 16,4 m, e o terceiro estrato com alturas inferiores a 9,1 m.

A distribuição diamétrica no presente estudo possui uma ampla distribuição dimensional, com uma grande ocorrência de indivíduos nas menores classes de diâmetro, e um pequeno número de indivíduos nas grandes dimensões, distribuição esta característica de florestas naturais, o “J” invertido.

Constata-se também problemas relacionados a regeneração natural (estrato I), principalmente de espécies características da Floresta Ombrófila Mista, como a araucária e a imbuía, problemas estes relacionados provavelmente a compactação do solo e ao elevado número de animais na área de estudo.

O diagrama *h-M* é um método eficiente e exequível que permite separar estratos naturais de altura em uma floresta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG II. The Angiosperm Phylogeny Group II. An update of the angiosperm phylogeny group classification for the orders and families of higher plants. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, p.399-436, 2003.

BOLETIM DE PESQUISA, Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Londrina: n. 27, t. 1 e 2, 1984.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ; EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

CHANG, M.Y. **Sistema faxinal: Uma forma de organização camponesa em desagregação no Centro Sul do Paraná**. Londrina: IAPAR, 1988. 123p. (Boletim Técnico, nº 22).

EMBRAPA. **Serviço Nacional de Levantamento de Solos**. Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Paraná. Boletim técnico, n. 27. Convênio SUDESUL, EMBRAPA, IAPAR. Londrina: EMBRAPA: IAPAR, 1984.

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro, 1992. 92p.

ITCF. **Plano de manejo: Floresta Estadual da Região Metropolitana de Curitiba** (versão preliminar). Curitiba, 1988.

GUBERT, F. A. F. O Faxinal – Estudo Preliminar. **Revista de Direito Agrário e Meio Ambiente**, Curitiba, n. 2, p.32-40, 1987.

MARQUES, C.L.G. **Levantamento preliminar sobre o sistema faxinal no estado do Paraná**. Guarapuava, 2004. 192 p. (Relatório Técnico) – Instituto de Ambiental do Paraná.

SANQUETTA, C.R. Análise da estrutura vertical de florestas através do diagrama *h-M*. **Ciência Florestal**, 5(1): 55-69, 1995.

WATZLAWICK, L.F.; ALBUQUERQUE, J.M.; SILVESTRE, R.; VALERIO, A.F. **Projeto Sistema Faxinal: Implantação de um Sistema de Parcelas Permanentes**. In.: SANQUETTA, C.R. Experiências de monitoramento do bioma Mata Atlântica com uso de parcelas permanentes. Curitiba, 2008. p.177 -210.

INFLUÊNCIA DOS PLANOS ECONÔMICOS E ANÁLISE COMPARATIVA DOS PREÇOS DO CARVÃO VEGETAL E DO PETRÓLEO

INFLUENCE DOS ECONOMICAL PLANS AND COMPARATIVE ANALYSIS OF THE PRICES OF THE CHARCOAL AND OF THE PETROLEUM

Luiz Moreira Coelho Junior¹ José Luiz Pereira de Rezende² Luís Antônio Coimbra Borges³

RESUMO

A energia foi sempre essencial para a satisfação das necessidades humanas. Nos últimos anos, a escassez do petróleo causou a elevação de seus preços, o que viabilizou a pesquisa e a utilização de energias alternativas, mais limpas e renováveis, como a energia hidrelétrica, eólica, solar, biomassa (carvão vegetal e álcool), etc. Muitos estudos adotaram a conversão de moeda como parâmetro de comparação das séries econômicas, i.e. converteram a moeda doméstica em dólar corrente, esquecendo-se de que, mesmo em uma economia estável como a dos Estados Unidos, há perda no poder de compra com a “inflação”, o que torna necessário, pelos mesmos motivos a correção do dólar nominal para dólar real. Assim, o objetivo deste trabalho foi comparar a evolução dos preços do carvão vegetal com os preços do petróleo. As análises foram realizadas no período de jan/1975 a dez/2002. As séries foram analisadas em dólar (US\$) e deflacionadas pelo índice de inflação americana (CPI), base 1982-84 = 100. Concluiu-se que os preços do carvão vegetal foram influenciados pelos planos econômicos, que buscavam a estabilidade econômica; ao longo do tempo, os preços reais do carvão vegetal parecem variar sem nenhum nexos causal com os preços reais do petróleo; nos períodos de crise energética os preços do carvão sofreram grandes oscilações; com a economia brasileira mais integrada ao mercado internacional e com o câmbio flutuante, aparentemente, a partir do século XXI, os preços do carvão vegetal passaram, também, a ser influenciados pelo câmbio.

Palavras-chave: Economia florestal, energia, carvão vegetal.

ABSTRACT:

The energy was always essential for the satisfaction of the human needs. In the last years, the shortage of the petroleum caused the elevation of its prices, favoring the research and the use of alternative sources of energies, cleaner and renewable, such as the hydroelectric energy, eolic, solar, biomass (charcoal and alcohol), etc. In Brazil, many studies adopted the simple monetary conversion as parameter of comparison of the economical series, i.e. they turned the domestic coin into average dollar, forgetting that, even in a stable economy as the one of the United States, there is loss in the purchase power with the “inflation”, what turns necessary, for the same reasons the transformation of the nominal dollar in real dollar. Therefore, the objective of this work was to compare the evolution of charcoal real prices with petroleum real prices. The analysis was accomplished in Jan/1975 to Dez/2002 period. The series was analyzed in dollar (US\$) and deflated by the index of American inflation (CPI), base 1982-84 = 100. It was concluded that charcoal real prices was influenced by the economical government intervention that looked for the economical stability; along the time, charcoal real prices seem to vary without any causal connection with petroleum real prices; in the periods of energy crisis, charcoal prices varied greatly; with the Brazilian economy more integrated to the international market and with the flotation exchange rate, seemingly, starting from the century XXI, charcoal prices began, also, to be influenced by the exchange rate.

Key works: forest economy, energy, charcoal

INTRODUÇÃO

A energia foi sempre essencial para a satisfação das necessidades humanas. Inicialmente, a energia básica foi a lenha, que era utilizada em queima direta, atualmente o petróleo se constitui na fonte básica de energia para o consumo humano (Rovere, 1996).

Ao longo dos séculos, o homem aprendeu a utilizar as fontes energéticas disponíveis na natureza, mas com a evolução tecnológica, a produção de bens e serviços passou a depender cada vez mais da energia estocada dos combustíveis fósseis, formados em outras eras geológicas, comparativamente ao fluxo de energia solar que indiretamente sustentava a economia primitiva.

¹ Economista, Doutorando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras/UFLA - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras-MG. lmcjunior@hotmail.com

² Engenheiro Florestal, Ph.D. Professor do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Lavras/UFLA - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras-MG - jlprezen@ufla.br

³ Engenheiro Florestal, Doutorando em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Lavras/UFLA - Cx. P. 3037 - 37200-000 - Lavras-MG – totborges@ufla.br

A elevação dos preços do petróleo nos últimos anos viabiliza a pesquisa e a utilização de energias alternativas, mais limpas e renováveis, como a energia hidrelétrica, eólica, solar, biomassa (carvão vegetal e álcool), células de hidrogênio, geotérmica etc.

A atividade siderúrgica nacional incorpora, em seu processo produtivo, a energia a carvão vegetal, usado como termo-redutor. O preço do carvão vegetal é formado pela demanda das indústrias siderúrgicas e pela oferta dos produtores independentes, considerado em um mercado oligopsônico.

O poder de compra varia ao longo do tempo e o preço do carvão vegetal, por sua vez, também não é constante, variando em termos nominais e em termos reais, é necessário ajustar seus valores para que se possa compará-los ao longo do tempo. Os indicadores econômicos são tradicionalmente usados para fazer estas comparações. Os preços nominais são deflacionados pelos mesmos índices de inflação que servem como indexadores de reajuste nos contratos de aluguel, para medir as variações sofridas pelos preços dos bens e serviços disponíveis na economia.

Os crônicos problemas do processo inflacionário dos países emergentes são, normalmente, resolvidos pelo uso da conversão do valor corrente, ou nominal, da moeda em valor real.

Alguns países resolveram o problema dolarizando suas economias. Contudo, a dolarização diz respeito a dois processos que não devem ser confundidos, o primeiro é a fuga de riqueza para as moedas estrangeiras, normalmente o dólar americano, e a segunda, a mais drástica, a indexação dos preços e salários fixados pela taxa de câmbio (Franco, 1991).

O processo de dolarização ocorreu em vários países latino-americanos, onde a moeda doméstica foi substituída pela moeda estrangeira (o dólar americano). Na economia brasileira, mesmo nos períodos de inflação mais aguda, em virtude da sofisticação do sistema financeiro, o dólar substituiu a moeda doméstica como reserva de valor, mas a moeda doméstica continuou desempenhando sua função tradicional de meio de troca.

Muitos estudos adotaram a conversão de moeda como parâmetro de comparação das séries econômicas, i.e. converteram a moeda doméstica em dólar corrente, esquecendo-se de que mesmo em uma economia estável como a dos Estados Unidos há perda no poder de compra com a “inflação”, o que torna necessário, pelos mesmos motivos, a correção do dólar nominal para dólar real.

Como não existem estudos que relatem as variações do preço real do carvão vegetal em relação ao dólar real americano ou com os preços reais do petróleo, que é considerado como insumo energético básico, este trabalho procura preencher estas lacunas.

Assim, o objetivo básico desta pesquisa é comparar a evolução dos preços do carvão vegetal com os preços do petróleo e analisar a influência dos planos econômicos sobre estas fontes de energia no mercado doméstico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os preços médios mensais pagos por metro cúbico de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais, no período de janeiro de 1975 a dezembro de 2002, foram obtidos dos Anuários Estatísticos da ABRACAVE (1976-2003), hoje, Associação Mineira de Silvicultura (AMS). Os preços do barril de petróleo foram obtidos do Anuário Estatístico da Organização dos Países Exportadores de Petróleo (OPEC), disponível no site <http://www.opec.org>. O indicador econômico brasileiro utilizado foi o IGP-DI, disponível no site <http://www.ipeadata.gov.br>. O indicador econômico americano utilizado foi o CPI, disponível no site <http://www.bls.gov/cpi>.

A inflação expressa o aumento médio de preços de uma economia ou de segmentos desta economia, provocando uma perda do poder aquisitivo da moeda. Os índices de inflação servem também como indexadores de reajuste nos preços do carvão vegetal.

O Brasil, entre 1975 a 2002, experimentou cinco mudanças em sua unidade monetária corrente. A maioria das mudanças se limitava a corte de zeros, ou seja, uma unidade monetária nova passava a valer mil unidades monetárias antigas. No Plano Real houve uma alteração mais sofisticada, com a introdução da URV (Unidade Real de Valor), que coexistiu com o Cruzeiro Real (CR\$) por um determinado período e, finalmente, ambas foram substituídas pelo Real (R\$). A taxa de conversão de Cruzeiro Real para Real foi de 2.750 Cr\$/R\$, enquanto a de URV para Real foi de um para um, conforme a Tabela 1.

TABELA 1: Padrões Monetários anteriores ao Real

Padrão Monetário	Data do Lançamento	Taxa de Conversão
Cruzeiro (Cr\$)	15.05.1970	Cr\$ 1.000,00 = Cz\$1,00
Cruzado (Cz\$)	28.02.1986	Cz\$ 1.000,00 = NCz\$1,00
Cruzado Novo (NCz\$)	16.01.1989	NCz\$ 1,00 = Cr\$1,00
Cruzeiro (Cr\$)	16.03.1990	Cr\$ 1.000,00 = CR\$1,00
Cruzeiro-Real (CR\$)	01.08.1993	CR\$ 2.750,00 = R\$1,00
Real (R\$)	01.07.1994	-

Fonte: BACEN, 2003.

Os preços do carvão vegetal contido nos anuários estatísticos da ABRACAVE estão cotados na moeda nacional vigente à época ou em dólar, sendo, portanto, necessário converter para apenas uma moeda para que se possa aplicar o indicador econômico.

Assim, os preços nominais mensais do carvão vegetal foram convertidos pela média ponderada do dólar americano comercial, oficial do Banco Central do Brasil (PTAX 800) a preço de venda e depois deflacionados pelo Indicador econômico americano para se encontrar o US\$ real. O indicador utilizado no presente estudo foi o *Consumer Price Index* (CPI) e suas principais características são: é o índice de inflação americana que mede a mudança média dos preços pagos por consumidores urbanos por uma cesta no mercado consumidor de bens e serviços. O cálculo das cestas do CPI é desenvolvido com informações detalhadas das despesas fornecidas pelas famílias e por indivíduos que compraram realmente tais produtos. Este índice é calculado pelo Bureau of Labor Statistics que classifica todos os artigos da despesa em mais de 200 categorias, arranjadas em oito grupos principais: alimentos e bebidas; moradia; vestuário; transporte; saúde; recreação, educação e comunicação; e outros bens e serviços.

A fórmula para calcular o preço real do carvão vegetal é dada por:

$$P_r = \frac{P_n}{Índice} * 100$$

Onde: P_r = Preço Real, P_n = Preço Nominal ou corrente, *Índice* = Indicador Econômico.

O período base para o cálculo dos números índices foi 1982-84=100 e, para mudança de base, foi escolhida o mês de agosto de 1994=100. Deve-se evitar os “anos anormais”, isto é, períodos com guerras, recessões e crises econômicas que podem distorcer os valores reais ou deflacionados. Os períodos escolhidos apresentam as características necessárias (Hoffmann, 2002).

Em seguida, os preços médios mensais do carvão vegetal foram transformados em médias anuais e deflacionados pelo CPI, para comparar com o preço anual do petróleo publicado pela OPEC. A intenção foi comparar os preços do metro cúbico de carvão vegetal com o preço do barril de petróleo ao longo do tempo, sem considerar seus poderes energéticos ou caloríficos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os preços reais do carvão vegetal da série em estudo, em moeda nacional, são apresentados na Figura 1. Como a série é de 28 anos e, neste período, ocorreram várias reformas monetárias, ou seja, mudanças de moeda, já mostradas na Tabela 1, os preços reais do carvão vegetal foram convertidos para apenas uma moeda, o Real (R\$). Estas mudanças de moeda tornam quase inútil mostrar os valores nominais ao longo do tempo.

Para verificar a diferença entre preço real e preço nominal do carvão vegetal utilizou-se a moeda americana (dólar). A série como um todo, Figura 2, mostra que os preços reais do carvão vegetal vêm caindo ao longo do tempo. O fato de que os valores reais caem ao longo do tempo é devido ao processo inflacionário, que fez com que houvesse grande perda do poder de compra da cadeia produtiva do carvão vegetal.

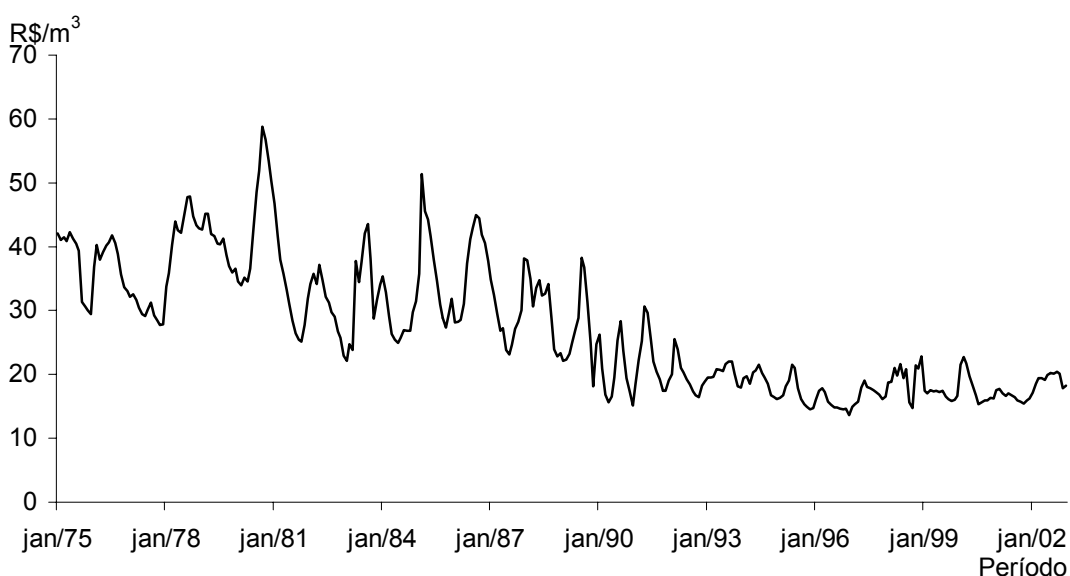


FIGURA 1: Comportamento dos preços reais do metro cúbico de carvão vegetal no período 1975 a 2002 (IGP-DI, Base ago/1994=100).

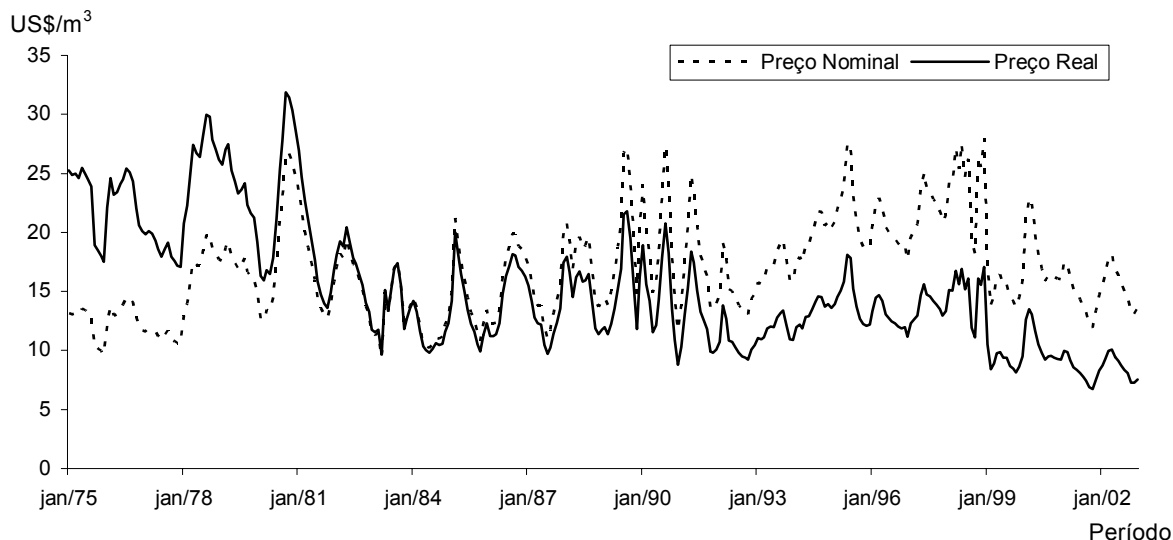


FIGURA 2: Comportamento do preço real e nominal do carvão vegetal (US\$/m³) no período de 1975 a 2002, (CPI base 1982-1984=100).

O petróleo é a principal fonte de energia no mundo. As economias dependentes desta fonte energética ficam vulneráveis às oscilações nos seus preços. Contudo, como mostra a Figura 3, o preço nominal do petróleo supera os preços reais, mostrando que é importante deflacionar a moeda americana. Muitos estudos não tomam este cuidado trabalhando com informações inconsistentes para fazer projeções sobre o comportamento das séries temporais em estudo.

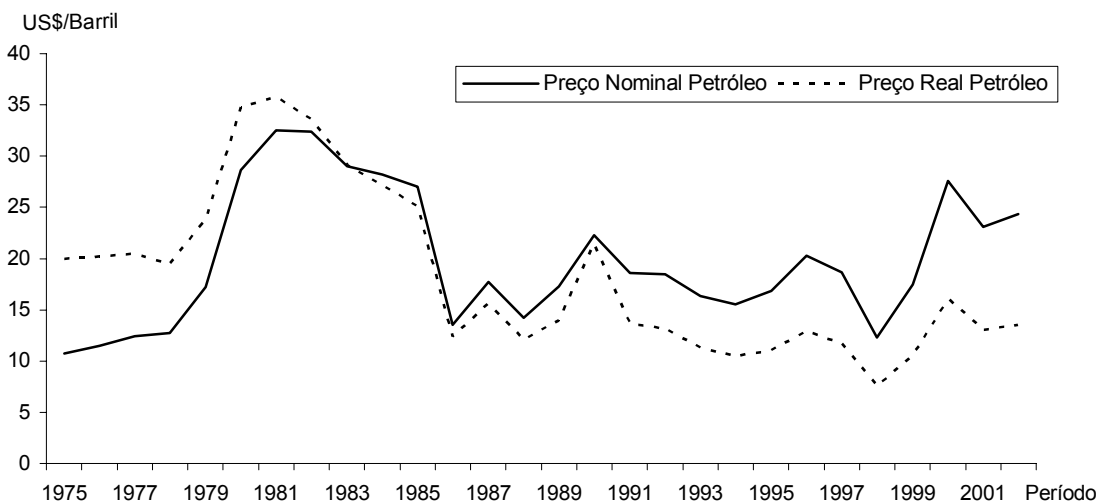


FIGURA 3: Comportamento do preço real e nominal do petróleo no período 1975 a 2002 (CPI, Base 1982-84=100).

A utilização do carvão vegetal, como recurso energético totalmente nacional, foi o grande responsável pelo crescimento da siderurgia brasileira. O Brasil é o maior produtor mundial de carvão vegetal, sendo que, em média, 74% do consumo nacional se dá no setor siderúrgico. Contudo, esta parte do trabalho compara estas duas fontes energéticas e a influência do preço do petróleo sobre os preços do carvão vegetal.

Seguindo a tendência mundial, após o primeiro choque do petróleo no início da década de 70, o Brasil optou por explorar outras fontes de energia, com o Acordo Nuclear Brasil-Alemanha, assinado em 1975. No II PND (1974-1979), veio o Programa do Alcool, em 1976. Em janeiro de 1979, houve a Revolução Islâmica no Irã, um dos maiores exportadores de petróleo, levando instabilidade política no mundo Árabe, resultando em novo choque, com efeitos duas vezes maiores que o anterior (Figura 4).

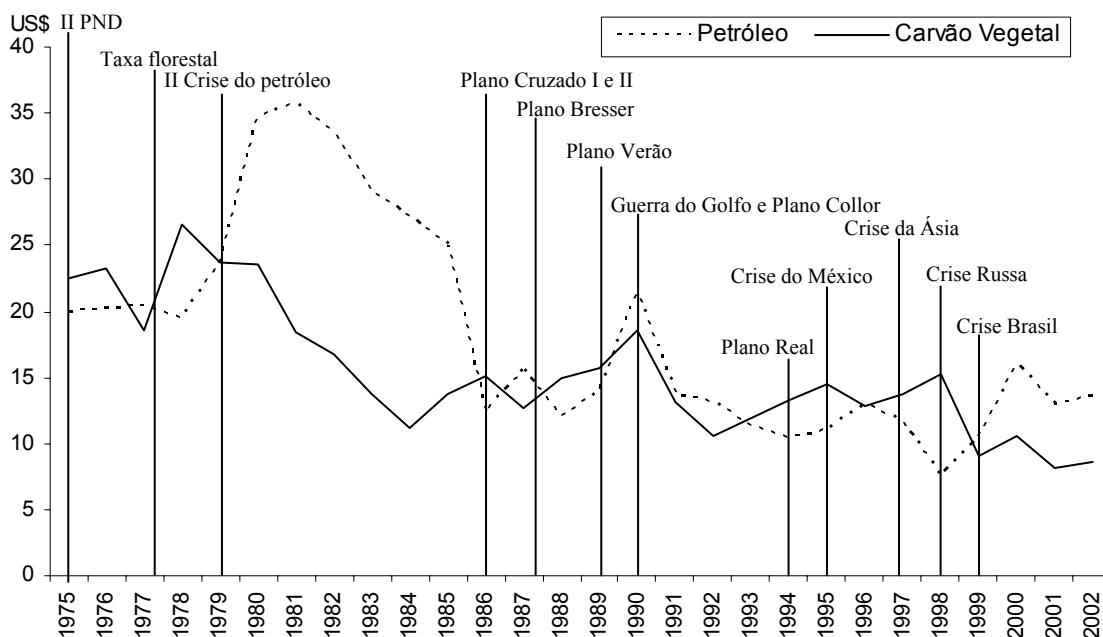


FIGURA 4: Comportamento dos preços reais do carvão vegetal e do petróleo, no período de 1975 a 2002 (CPI base 1982/84=100).

A crise do petróleo se arrastou até 1981. Contudo, os preços do petróleo continuaram elevados até 1985. Observa-se que as políticas de incentivos fiscais fizeram com que aumentasse a oferta de madeira, provocando conseqüentemente, queda dos preços reais do carvão vegetal. O preço do carvão vegetal, neste período, contribuiu para a consolidação do processo de substituição de importações (Pensamento Cepalino).

Os desentendimentos entre os países árabes diminuíram a força do cartel da OPEC e, em conseqüência, o preço real do barril de petróleo caiu no mercado internacional. Também contribuiu para a queda a descoberta de novas tecnologias e o aprimoramento de outras fontes de energia.

A partir de 1986, o preço real do petróleo caiu mais ainda, chegando a US\$ 12,34 o barril. Assim, os preços do petróleo deixaram de pressionar os países consumidores, que puderam, então, aumentar o consumo e amenizar, ou mesmo resolver, o crônico problema de balança de pagamentos. Em agosto de 1990, o Iraque invade o Kuwait, eclodindo a guerra do golfo Pérsico, que aquece os humores do mercado internacional, resultando em aumentos reais dos preços do petróleo e do carvão vegetal. As economias do Oriente Médio ficam abaladas por uma década.

A abertura ao comércio internacional feita pelo Plano Collor, em 1990, permitiu um ajustamento de preços reais destas fontes energéticas mais condizentes com as condições de mercado. Contudo, esta relação não permanece por muito tempo. Com o lançamento do Plano Real, os preços do carvão vegetal sobem devido à valorização da moeda em relação ao dólar. Esta valorização da moeda foi adotada como âncora cambial para conter o processo inflacionário.

Em 1999, o governo desvaloriza a moeda, adotando um sistema de câmbio flutuante. Com isto o preço real do carvão cai, acentuadamente, em relação ao preço real do petróleo (Figura 5).

Em setembro de 2000, um grupo de países da OPEC reduz a oferta de petróleo, consubstanciando o aumento do preço do barril que já ocorria desde 1999.

Após o ataque terrorista aos Estados Unidos em setembro de 2001, o medo da recessão faz com que o preço do petróleo sofra queda significativa, passando de US\$ 13,62 para US\$ 9,92 o barril. Este fato parece não ter afetado os preços internos do carvão vegetal que continuou com certa estabilidade.

Os preços do carvão vegetal dependem crucialmente das decisões macroeconômicas e políticas como taxa de câmbio, salário mínimo, taxa de juros e políticas públicas, i.e., depende do mercado interno. Já os preços do petróleo dependem do mercado internacional e das "políticas" da OPEC.

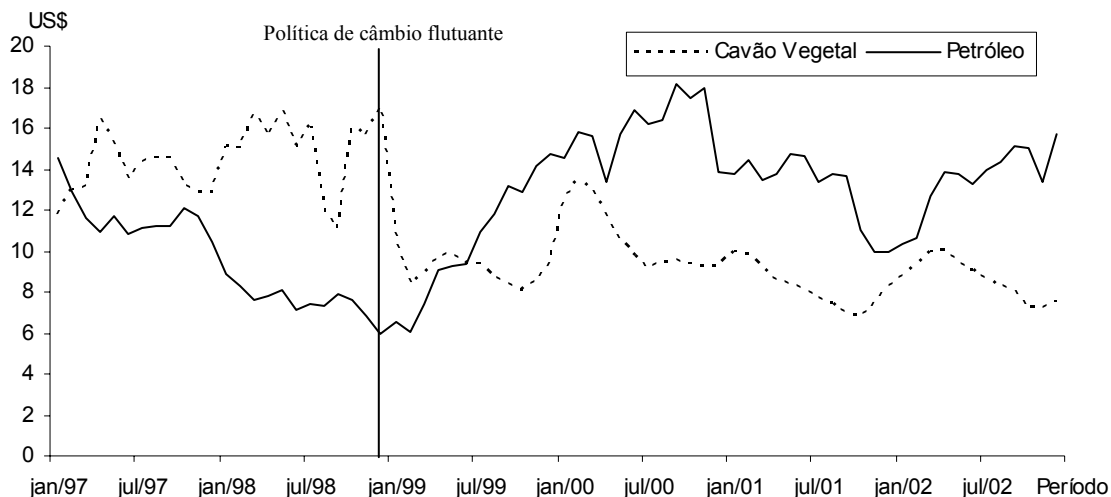


FIGURA 5: Comportamento dos preços reais do carvão vegetal e do petróleo, no período de 1997 a 2002 (CPI base 1982/84=100).

CONCLUSÕES

A partir das análises feitas neste trabalho, chegaram-se as seguintes conclusões:

Os preços do carvão vegetal foram influenciados pelos planos econômicos, que buscavam a estabilidade econômica;

No período de 1979 a 1986, os preços reais do carvão vegetal estiveram bem abaixo dos preços reais do petróleo, mesmo com os preços de ambos em plena queda;

O descontrole inflacionário fez com que os preços do carvão vegetal variassem muito entre os anos de 1986 a 1990;

Ao longo do tempo, os preços reais do carvão vegetal parecem variar sem nenhum nexo causal com os preços reais do petróleo;

Nos períodos de crise energética (petróleo) os preços do carvão sofreram grandes oscilações;

Com a economia brasileira mais integrada ao mercado internacional e com o câmbio flutuante, aparentemente, a partir do século XXI, os preços do carvão vegetal passaram, também, a ser influenciados pela flutuação cambial.

REFERÊNCIA BIBLIOGRAFICA

ABRACAVE. **Anuário estatístico**, Belo Horizonte, 1976-2003.

AFFONSO, R. A ruptura do padrão de financiamento do setor público e a crise do planejamento no Brasil durante os anos 80. In: SEMINÁRIO SOBRE PLANEJAMENTO E GESTÃO, 1989, Brasília. **Anais...** Brasília-DF: FUNCEP/IPEA/SEPLAN, 1989. p. 141-186.

BACEN. **Padrões Monetários anteriores ao Real: prazos para troca**. Disponível em: <<http://www.bcb.gov.br/?MECIRTROCA>>. Acesso em: 06 ago. 2003.

BRUM, A. J. **O Desenvolvimento econômico brasileiro**. 21. ed. Petrópolis-RJ: Vozes, 2000.

FRANCO, G. H. B. Dolarização: Mecanismo, mágicas e fundamentos. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 14., 1991, Curitiba. **Anais...** Curitiba - PR: ANPEC, 1991. CD-ROM.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. **Conjuntura Econômica**. Rio de Janeiro: IBRE, 1987.

GREMAUD, A. P.; VASCONCELLOS, M. A. S.; TONETO JR. , R. **Economia brasileira contemporânea**. 3. ed. São Paulo-SP: Atlas, 1999.

LACERDA, A. C. et al. **Economia brasileira**. São Paulo: Saraiva, 2000.

OPEC. Annual Statistical Bulletin 2002. Disponível em: <www.opec.org>. Acesso em: 07 fev. 2004.

ROVERE, E. L. L. Energia e meio ambiente. In: MARGULIS, S. (Ed.). **Meio ambiente: aspectos técnicos e econômicos**. 2. ed. Brasília: IPEA, 1996. 246 p.

**VOLUME, BIOMASSA E CARBONO NAS FLORESTAS ÀS MARGENS DA RODOVIA BR 364
NO ACRE (AC)**

**VOLUME, BIOMASS AND CARBON STOCK IN THE FORESTS OF HIGHWAY BR 364
IN THE ACRE (AC)**

Marco Antonio Amaro¹ Fabrina Bolzan Martins² Tarcísio José Gualberto Fernandes³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi fornecer informações sobre o estoque de volume, biomassa e carbono nas diferentes tipologias florestais existentes na área de influência da BR 364 no trecho entre Rio Branco à Cruzeiro do Sul. Foram utilizados dados de inventário florestal da BR 364, totalizando 38.988,2 km². Considerando um DAP ≥ 20 cm o volume médio das florestas do Acre é 135,51 m³/ha e os valores de biomassa e carbono foram 348,37 ton/ha e 168,96 ton/ha, respectivamente. Devido a complexidade das florestas do Acre, é necessário ter informação sobre volume, biomassa e carbono em outros compartimentos da vegetação e menores classes de DAP.

Palavras-chaves: Volume de madeira, biomassa florestal, teor de carbono, Acre.

ABSTRACT

The objective of this study is to supply information on the volume stock, biomass and carbon in different forest typologies of BR 364 between Rio Branco - Cruzeiro do Sul. Were used data of forest inventory of BR 364 (38.988,2 km²). The medium volume of the forests in Acre is 135,51 m³/ha and the values of biomass and carbon is 348,37 ton/ha and 168,96 ton/ha, respectively. However, due to complexity Acre's forests, is necessary to have information on biomass and carbon in other compartments and smaller classes of DAP.

Key words: Wood volume, forest biomass, carbon, Acre.

INTRODUÇÃO

A Amazônia possui uma área de aproximadamente 6 milhões de km² e abrange 60% do total do Brasil, Venezuela, Suriname, Guianas, Bolívia, Colômbia, Peru e Equador. No Brasil o Acre, Amazonas, Rondônia, Roraima, Pará, Amapá, Tocantins e parte dos estados de Mato Grosso e Maranhão fazem parte da Amazônia, representando cerca de 42% do território brasileiro (IBGE, 2008).

Com uma cobertura florestal composta por uma riquíssima floresta tropical, a região Amazônica possui um grande potencial de produtos e serviços florestais, tendo como princípio básico a utilização racional dos mesmos.

O Estado do Acre tem 164.221,4 km², correspondendo a 4,3% da região Norte e faz divisa ao norte com o Estado do Amazonas e a leste com o Estado de Rondônia. As divisas internacionais são com a Bolívia (sul e a leste) e com o Peru (sul e a oeste). A vegetação que cobre mais de 90% do território apresenta uma grande heterogeneidade florística e estrutural. A rodovia BR 364 possui um trecho com aproximadamente 750 Km de extensão dentro do Acre, atravessando o Estado de Sul a Norte passando por vários municípios (ACRE, 1991; ACRE, 2000 e ACRE 2008).

Diferentemente de alguns estados da região que possuem um grande potencial para o ecoturismo e também para a mineração devido à riqueza de seu subsolo, o Acre possui como única riqueza em seu território a floresta. A valorização dos produtos e serviços ligados ao setor florestal é, portanto a única maneira de se implantar um processo de desenvolvimento sem gerar a destruição da vegetação local.

Os impactos e conseqüências do asfaltamento de uma estrada na região Amazônica já são em parte conhecidos, existindo vários exemplos na região. Juntamente com a decisão política de asfaltar o trecho da BR 364 que corta o Acre, o Governo resolveu adotar um processo diferente do que ocorria tradicionalmente, visando assegurar a permanência da vegetação que margeia a estrada, para proteção do recurso ou uso sustentável: criou diferentes categorias de unidades de conservação nas florestas que margeiam a rodovia.

A realização de estudos que forneçam informações sobre a vegetação existente neste trecho é a base para o planejamento com diversos fins, possibilitando estabelecer parâmetros que norteiam regras e normas para

¹. Eng. Florestal; professor do CCBN da Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Ac e doutorando do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG; E-mail: marcoantonioamaro@hotmail.com

². Eng. Florestal; doutoranda do Programa de Pós-graduação em Ciência Florestal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG; E-mail: fabrinabm@gmail.com

³. Professor do CCBN da Universidade Federal do Acre, Rio Branco-Ac; E-mail: tarcisio@ufac.br

licenciamento de empreendimento ou atividade impactante, cálculo da viabilidade econômica, bem como para o uso sustentável ou proteção do recurso.

Diante do exposto o objetivo do trabalho é fornecer informações sobre o estoque de volume, biomassa e carbono nas diferentes tipologias florestais existentes na área de influência da BR 364 no trecho entre Rio Branco à Cruzeiro do Sul.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Floresta

As florestas constituem-se em um dos mais valiosos recursos naturais para a humanidade, provendo diversos bens e serviços úteis ao homem e ao equilíbrio do planeta (SANQUETTA et. al. 2002).

Na definição proposta na classificação de produtos florestais e arbóreos pela FAO (1995), o termo "produto" corresponde aos bens materiais e tangíveis de origem biológica como plantas, animais e seus produtos. Os serviços da floresta (seqüestro de carbono, ecoturismo, bioprospecção, etc) e os benefícios (conservação do solo, proteção de bacias hidrográficas) são excluídos, formando outra categoria.

Apesar de todo este potencial, a madeira é normalmente o principal produto associado ao uso da floresta, até mesmo pela quantidade de derivados com os quais convive-se no dia-a-dia (papeis, móveis, portas, entre outros). Existem, porém, outros tipos de produtos derivados do uso racional da floresta, classificados como produtos florestais não-madeireiros (PFNM), cujo valor pode algumas vezes superior ao da madeira.

Em relação aos serviços e benefícios ambientais da floresta, o seqüestro de carbono é o que está mais em evidência. As florestas podem contribuir decisivamente para reduzir os impactos ambientais do efeito estufa e das mudanças climáticas, por serem as maiores acumuladoras de biomassa do planeta (SANQUETTA et. al., 2002), capturando e fixando carbono para armazená-lo na forma de madeira (MARCOLIN, 2002).

Volume

Uma determinada vegetação pode ser caracterizada através de uma lista de espécie ou descrição fisionômica, porém segundo Kellman (1975) parâmetros numéricos caracterizam melhor a estrutura, assumindo assim grande importância no estudo de vegetação.

Pela análise estrutural pode-se definir qual a técnica de manejo mais adequada para uma determinada região, uma vez que este tipo de análise mostra a composição da floresta do ponto de vista qualitativo e quantitativo, o que permite a intervenção no povoamento em uma intensidade que não provoque alterações irreversíveis, e permita que a floresta atinja seu máximo potencial produtivo (JARDIM e HOSOKAWA, 1986/87).

Como a floresta é o recurso natural abundante no Acre, o manejo florestal assume um papel fundamental, tendo em vista estar baseado no uso sustentável do recurso. Entre os produtos a serem colhidos na floresta com o manejo está a madeira, sendo portanto necessário um conhecimento mais detalhado sobre esta variável, devido a grande variação existente, conforme as peculiaridades de cada local.

No Acre a diferença entre o estoque volumétrico das diferentes tipologias fica evidente ao observarmos o resultado de alguns estudos na Tabela 1. Esta variação reforça a necessidade de se estudar as peculiaridades das diferentes tipologias existentes ao longo da BR 364, para o planejamento do uso mais adequado, conforme suas potencialidades.

Biomassa

O conhecimento acerca da quantidade e da distribuição da biomassa em florestas é importante em várias áreas da ciência e no caso do manejo florestal é uma variável quantitativa e permite o monitoramento da dinâmica de crescimento e regeneração de um ecossistema.

TABELA 1: Tipo de vegetação e volume por área (m³/ha)

VEGETAÇÃO	VOLUME (m ³ /ha)	FONTE
Florestas do Acre (média)	138,457 ^a	Acre (2000)
Projeto de Assentamento Agroextrativista Santa Quitéria-AC	114,647 ^a	Amaro et. al. (1997)
Projeto de Assentamento Agroextrativista Porto Dias –AC	104,467 ^a	Amaro et. al. (1997)
Projeto de Assentamento Agroextrativista São Luis do Remanso –AC	167,734 ^a	Amaro et. al. (1996a)
Floresta Estadual do Antimary–AC	128,980 ^b	Higuchi et. al. (1985)

^a DAP ≥ 20 cm; ^b DAP ≥ 25 cm

A biomassa (peso da matéria orgânica por unidade de área) é constituída especialmente por carbono e por elementos minerais cujas concentrações variam conforme a espécie, fase de desenvolvimento, estado nutricional, características edafoclimáticas e com o componente da planta (LARCHER, 1986).

Segundo Silva (2007) a questão da biomassa acima do nível do solo está praticamente resolvida com os modelos estatísticos existentes, que são bastante consistentes e precisos para estimar a biomassa individual de espécies florestais da Amazônia.

Em relação aos demais compartimentos da árvore, a avaliação da biomassa de raízes é a mais difícil, complexa e cara de ser avaliada com certa precisão, uma vez o método de escavação normalmente é utilizado para a retirada das raízes (BOHM, 1979).

Para preencher a lacuna existente devido à falta de modelos para estimar a biomassa de raízes grossas (diâmetro de base maior ou igual a 2 mm), para completar os estudos de biomassa florestal (estoques acima e abaixo do nível do solo), Silva (2007) realizou estudos próximos a Manaus-AM e entre os resultados estão modelos alométricos atualizados para estimativa de biomassa, incorporando esta variável.

Carbono

O teor de carbono de diferentes partes da árvore pode ser obtido através de análises químicas. Normalmente, o teor de carbono elementar presente na constituição da matéria seca (biomassa) de diferentes partes da árvore, está em torno de 50%, isto é, para cada tonelada de matéria seca, cerca de 0,5 tonelada é apenas de carbono (PAINEL INTERGOVERNAMENTAL EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS, 1996; MACDICKEN, 1997; SOARES et. al., 2006).

Higuchi e Carvalho Jr (1994) encontraram um teor médio de carbono na manta orgânica de uma floresta tropical úmida densa de terra firme na Amazônia igual a 39%. Em plântulas menores que 50 cm de altura, em mudas (indivíduos com altura maior que 50 cm e com menor de 5,0 cm de DAP) e em galhos finos, os teores médios de carbono foram de 46,5, 49,3 e 46,8%, respectivamente. Esses mesmos autores encontraram os teores médios de carbono na base e no topo dos troncos de diferentes espécies arbóreas da região. Em média, o teor de carbono na base dos troncos foi de 48,5% e, no topo destes, de 48,2%.

Silva (2007) realizando estudos próximos a Manaus-AM encontrou um teor de carbono médio de 48,5% em relação ao peso fresco. Este valor considera os vários compartimentos da árvore onde existe carbono armazenado, inclusive nas raízes grossas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Localização e características da área de estudo

O trabalho foi desenvolvido na área de influência da BR 364 que une vários municípios a Rio Branco, promove a ligação viária com Rondônia e Mato Grosso, integrando-se à malha rodoviária federal, com acesso a todas as regiões do país.

O clima da área é caracteristicamente tropical, bastante quente e úmido. A temperatura média anual está em torno de 24° C, e a máxima está em torno de 38° C (ACRE, 1991).

A pluviosidade tende a aumentar à medida que se caminha no sentido SE/NW, variando de 1683 mm anuais no município de Brasiléia a 2248 mm anuais em Tarauacá (RADAMBRASIL, 1976; 1977).

Método

Os dados utilizados neste trabalho foram coletados no inventário florestal realizado na área de influência da BR 364, no trecho Rio Branco-Cruzeiro do Sul indo até a fronteira com o Peru, totalizando 38.988,2 Km² (23,7% da área total do Estado).

Para a delimitação da área de influência foi considerada uma distância de 30 km para cada uma das margens da estrada, tendo em vista que o estudo da vegetação é um dos componentes importantes para o planejamento de utilização de uma determinada área, e segundo Bellia e Bidone (1993) deve ser feito não só na área de influência direta (leito da estrada e áreas próximas), mas também nas áreas de influência indireta (áreas mais distantes que podem sofrer conseqüências da instalação da obra em médio ou longo prazo). Na margem direita da estrada no sentido Rio Branco-Cruzeiro do Sul, a distância entre a BR 364 e a divisa com o Estado do Amazonas serviu às vezes como limite, quando esta distância era inferior a 30 km.

Para o inventário foi adotado o sistema de amostragem estratificada, de acordo com as descrições de Pellico Netto (1982) e Queiroz (1990). A estratificação foi feita no Laboratório de Sensoriamento Remoto da FUNTAC, tendo sido encontrado 9 estratos (Tabela 2). Foram inventariadas 189 unidades de amostra de 10 x 1.000 m e o número de unidades de amostra de cada estrato, foi proporcional à área de cada um (Tabela 2), sendo abordado durante o inventário indivíduos arbóreos com DAP \geq 20 cm.

TABELA 2: Código, descrição da tipologia, área total e número de parcelas, por estrato da BR 364 no trecho Rio Branco-Cruzeiro do Sul.

CÓDIGO	DESCRIÇÃO DA TIPOLOGIA	ÁREA (Km ²)	NÚMERO PARCELAS
1	Floresta Aberta com Bambu/Floresta Densa	3.660,8	18
2	Floresta Densa/Floresta Aberta com Bambu	2.724,9	13
3	Floresta Densa com Palmeira/Floresta Aberta	14.934,9	72
4	Floresta Aberta com Bambu Dominante/Floresta Densa	3.356,6	16
6	Floresta Aberta com Bambu/Floresta Aberta com Bambu Dominante	2.817,7	13
7	Floresta Densa com Palmeira	1.126,1	5
8	Floresta Aberta com Palmeira/Floresta Densa	6.451,5	32
13	Floresta Aberta com Palmeira	2.292,7	11
14	Floresta Densa/Floresta Aberta com Palmeira	1.623,0	9
TOTAL		38.988,2	189

Para o cálculo de **volume** utilizou-se uma equação ajustada no inventário da Floresta Estadual do Antimari (FUNTAC, 1990), localizada dentro da área de influência da BR 364 e que possui um coeficiente de determinação igual a 0,94:

$$Volume = 0,000308 \times DAP^{2,1988}$$

A distribuição diamétrica para os indivíduos com DAP ≥ 20 cm, foi feita em intervalos de 10 cm. Foram utilizadas 15 classes diamétricas no trabalho. Na Tabela 3 observa-se a distribuição diamétrica do número de indivíduos arbóreos inventariados em cada tipologia e total.

Para o cálculo da **biomassa total acima do solo** (tronco, galhos grossos e finos, folhas e eventualmente, flores e frutos) + **raízes grossas** (diâmetro de base superior a 2mm) utilizou-se a equação ajustada por Silva (2007) em um estudo realizado na região de Manaus-AM com um coeficiente de determinação igual a 0,94.

$$Peso Fresco = 2,7179 \times DAP^{1,8774}$$

Para o cálculo do **teor de carbono** utilizou-se multiplicar o Peso Fresco por 0,485 que é um valor encontrado no estudo realizado por Silva (2007) em um estudo realizado na região de Manaus-AM, o qual é uma média ponderada dos teores de carbono nos diversos compartimentos da árvore.

TABELA 3: Distribuição das árvores inventariadas por tipologia e por classe diamétrica, total (arv) e por hectare (arv/ha).

Classe DAP (cm)	Código da tipologia										Total (arv)
	1	2	3	4	6	7	8	13	14		
20 - 29,9	1.167	832	5.357	567	667	279	2.172	995	826	12.862	
30 - 39,9	534	410	2.480	290	380	156	1.024	439	408	6.121	
40 - 49,9	284	180	1.282	180	193	84	520	219	173	3.115	
50 - 59,9	136	97	666	97	108	42	189	91	78	1.504	
60 - 69,9	77	48	354	43	67	22	101	38	44	794	
70 - 79,9	39	32	200	26	32	10	43	22	21	425	
80 - 89,9	22	16	91	11	22	6	31	13	11	223	
90 - 99,9	10	9	91	3	17	5	22	5	11	173	
100 - 109,9	11	8	35	9	10	1	18	5	3	100	
110 - 119,9	4	4	19	1	4	1	5	-	1	39	
120 - 129,9	4	2	31	7	1	1	4	-	-	50	
130 - 139,9	-	2	11	-	1	-	3	1	-	18	
140 - 149,9	1	-	12	2	1	-	4	-	1	22	
150 - 159,9	2	-	5	1	-	-	2	-	-	10	
≥ 160	1	-	4	1	-	-	1	-	-	7	
Total (arv)	2.292	1.640	10.638	1.238	1.503	607	4.140	1.577	1.828	25.463	
Média (arv/ha)	127,3	126,2	147,8	77,4	115,6	121,4	129,4	143,4	203,1		

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4 estão os resultados do estoque de Volume (m^3/ha), Biomassa (ton/ha) e Carbono (ton/ha) por tipologia, bem como a média ponderada considerando o peso de cada estrato.

TABELA 4: Descrição da tipologia e os respectivos estoques de Volume (m^3/ha), Biomassa (ton/ha) e Carbono (ton/ha).

Descrição da tipologia	Volume	Biomassa	Carbono
	m^3/ha	ton/ha	ton/ha
Floresta Aberta com Bambu/Floresta Densa	127,70	329,37	159,75
Floresta Densa/Floresta Aberta com Bambu	125,76	322,07	156,20
Floresta Densa com Palmeira/Floresta Aberta+	156,22	396,07	192,09
Floresta Aberta com Bambu Dominante/Floresta Densa	88,47	222,19	107,76
Floresta Aberta com Bambu/Floresta Aberta com Bambu Dominante	131,69	335,77	162,85
Floresta Densa com Palmeira-	122,70	319,39	154,91
Floresta Aberta com Palmeira/Floresta Densa+	119,47	312,50	151,56
Floresta Aberta com Palmeira	137,33	371,37	180,11
Floresta Densa/Floresta Aberta com Palmeira-	152,88	409,49	198,60
Média ponderada	135,51	348,37	168,96

Em relação ao volume os valores obtidos estão próximos ao encontrado no estudo realizado por Acre (2000). As florestas com bambu dominante apresentam um volume significativamente inferior à média, devendo-se tomar cuidado em intervenções com este tipo de vegetação devido ao fato do Bambu ser uma planta com tendências a dominar no ambiente onde ocorre.

A média do volume das florestas no Acre porém corresponde a 71% do valor encontrado em uma floresta que pertence ao Instituto de Pesquisas da Amazônia-INPA (HIGUCHI et. al., 1985) para $DAP \geq 25$ cm e a 47% do volume encontrados em uma floresta da madeireira MIL (SMARTWOOD, 2003), localizada em Itacoatiara-AM) para $DAP \geq 5$ cm. Além das diferenças estruturais das florestas, o nível de inclusão (DAP) não é o mesmo, mesmo assim a diferença merece destaque.

Conforme pode-se observar na Tabela 4 a biomassa variou de 409,49 a 222,19 ton/ha, com uma média de 348,37 ton/ha para $DAP \geq 20$ cm. Estes valores não são muito diferentes de outros encontrados em outras regiões da Amazônia. Em Rondônia, estudos realizados por Alves et. al. (1997) mostraram estimativas de biomassa acima do solo para florestas primárias variando entre 290 e 495 toneladas por hectare (ton/ha). Nascimento e Laurence (2002) realizaram um estudo em florestas primárias próximo a Manaus-AM e encontraram uma estimativa para biomassa acima do solo de 325,51 ton/ha para indivíduos arbóreos com $DAP \geq 10$ cm. Higuchi (1994), realizando um estudo também próximo a Manaus-AM encontrou um valor de 378,93 ton/ha, considerando árvores com $DAP \geq 5,0$ cm. Deve-se considerar porém que modelo empregado neste trabalho para o cálculo de biomassa leva em consideração a biomassa total acima do solo (tronco, galhos grossos e finos, folhas e eventualmente, flores e frutos) + raízes grossas, o que aumenta os valores estimados.

Vieira (2003) realizou um estudo sobre mudanças globais e taxa de crescimento arbóreo em Manaus-AM, Rio Branco-AC e Santarém-PA, e encontrou para biomassa acima do solo (considerando $DAP \geq 10$ cm) estimativas entre 244,1 e 360,2 ton/ha, sendo que em Manaus, 70,8% da biomassa foi encontrada nas árvores pequenas e médias ($DAP < 50$ cm), enquanto que em Rio Branco e Santarém, somente 58,6% e 45,1% da biomassa, respectivamente, estavam nestas classes de tamanho.

Segundo Santantonio et.al. (1977) a biomassa de raízes em florestas maduras corresponde de 15 a 20% da biomassa total. Silva (2007) em um estudo realizado na região de Manaus-AM, conclui que 27,1% do peso total da vegetação viva são de raízes grossas.

CONCLUSÕES

O volume médio das florestas do Acre para $DAP \geq 20$ cm é de 135,51 m^3/ha . Quando comparado ao volume médio de outras regiões da Amazônia o valor é inferior, não sendo porém indício de que as florestas acreanas são mais pobres em termos biológicos e de diversidade, e sim de que não se deve seguir as mesmas prescrições em termos absolutos para a retirada de volume, no caso do manejo de madeira.

O valor médio da biomassa arbórea para $DAP \geq 20$ cm é de 348,37 ton/ha, sendo que 94,4 ton/ha é de raízes grossas, enquanto que o estoque médio de carbono na biomassa arbórea é de 168,96 ton/ha, sendo que 45,8 ton/ha é de raízes grossas.

Para haver melhor estimativa de volume, biomassa e carbono, devido à complexa composição das florestas acreas, é necessário estudar outros compartimentos como cipós, palmeiras, bambus, indivíduos mortos em pé e caídos e também para classes de DAP < 20 cm.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE, Secretaria de Meio Ambiente e Instituto de Meio Ambiente do Acre. **Atlas geográfico Ambiental do Acre**. Companhia Editora Gráfica Barbero. Rio Branco. 48p, 1991.

ACRE. Disponível em <<http://www.ac.gov.br>>. Acesso em: 19 de set. 2008.

ACRE. **Zoneamento ecológico-econômico: recursos naturais e meio ambiente – documento final. Volume I**. Rio Branco: SECTMA. 116p. 2000.

ALVES, D. S.; SOARES, J. V.; AMARAL, S.; MELLO, E. M. K; ALMEIDA, S. A. S.; SILVA, O. F.; SILVEIRA, A. M. Biomass of primary and secondary vegetation in Rondônia, western Brazilian Amazon. **Global Change Biology**. v.3, p. 451-461. 1997.

AMARO, M. A. **Análise da participação da seringueira (*Hevea brasiliensis*), castanheira (*Bertholletia excelsa*) e das principais espécies madeireiras na estrutura da floresta, no trecho Rio Branco-Cruzeiro do Sul (AC) da BR 364**. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal). INPA/FUA. Manaus. 78p. il. 1996.

AMARO, M. A. **Inventário florestal do Projeto de Assentamento Extrativista São Luis do Remanso**. FUNTAC. Rio Branco. 70p. 1996.

AMARO, M. A.; MELO, S. C. **Inventário florestal do Projeto de Assentamento Extrativista Porto Dias**. FUNTAC-CTA. Rio Branco. 66p. 1996.

AMARO, M. A.; SILVA, R. F.; BRAZ, E. M.; D'OLIVEIRA M. V. N. **Plano de manejo de uso múltiplo com rendimento sustentado do Projeto de Assentamento Extrativista Santa Quitéria**. FUNTAC-EMBRAPA-Acre. Rio Branco. 159p. 1997.

BELLIA, V.; BIDONE, E. D. **Rodovias, recursos naturais e meio ambiente**. Niterói: EDUFF. 360p. 1993.

BOHM, W. **Methods of studying roots systems**. New York. Springer Verlag. 188p., 1979.

FAO. **Organizacion de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación: Productos forestales no Madereros**. Disponível em <www.fao.org/forestry/site/nwfp/es/>. Acesso em: 14 de ago. de 2008.

FUNTAC. 1990. **Inventário florestal e diagnóstico da regeneração natural da Floresta Estadual do Antimari**. FUNTAC. Rio Branco. 175p.

HIGUCHI, N. Utilização e manejo dos recursos madeireiros das florestas tropicais úmidas. **Acta Amazônica**. Manaus. INPA. v. 24, n.3-4, p.275-288. 1994.

HIGUCHI, N.; CARVALHO JUNIOR, J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. In Anais: **Seminário emissão X seqüestro de CO₂ uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**. Rio de Janeiro. Companhia Vale do Rio Doce. p.125-153. 1994.

HIGUCHI, N.; JARDIM, F. C. S.; SANTOS, J.; BARBOSA, A. P.; WOOD, T. W. W. Bacia 3 – Inventário florestal comercial. **Acta Amazônica**. Manaus. INPA. v. 15, n. 3-4, p.327-369. 1985.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 19 set de 2008.

JARDIM, F. C. da S.; HOSOKAWA, R.T. Estrutura da floresta equatorial úmida da estação experimental de silvicultura tropical do INPA. **Acta Amazonica**, v. 16, p.411-508. 1986/87.

KELLMAN, M. C. **Plant geography. The field of Geography**. Gen. Editors: W. B. Morgan and J. C. Pugh. . London. Methuen & Co. Ltd. 144 p., 1975.

LARCHER. W. **Ecofisiologia vegetal**. São Paulo: EPU. 319 p., 1986.

MACDICKEN, K. G. **A guide to monitoring carbon storage in forestry and agroforestry projects**. Winrock International Institute for Agricultural Development. 87p, 1997.

MARCOLIN, M. **Primeiro inventário brasileiro de emissões antrópicas de gases de efeito estufa: Emissões e remoções de dióxido de carbono por mudanças nos estoques de florestas plantadas**. Brasília. Ministério da Ciência e Tecnologia. 47p. 2002.

- NASCIMENTO, H. E. M.; LAURANCE, W. F. Total aboveground biomass in central Amazonian rainforests: a landscape-scale study. **Forest Ecology and Management**, Oxford, v. 168; p311–321. 2002.
- PAINEL INTERGOVERNAMENTAL EM MUDANÇAS CLIMÁTICAS-IPCC. Land Use Change and Forestry. In: **Revised 1996 guidelines for national Greenhouse Gas Inventories: The Reference Manual**, Volume 3, 74p. 1996.
- PELLICO NETTO, S. **Inventário Florestal**. Centro Acadêmico de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Curitiba. Apostila. 110p. 1982.
- QUEIROZ, W. T. de. **Introdução a análise de inventários florestais**. Apostila. FCAP. Belém. 74p. 1990.
- RADAMBRASIL. **Folhas 19 Rio Branco; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra: Volume 12**. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro. 464 p. 1976.
- RADAMBRASIL. **Folhas SB/SC.18 Javari/Contamana; geologia, geomorfologia, pedologia, vegetação e uso potencial da terra: Volume 13**. Departamento Nacional de Produção Mineral. Rio de Janeiro. 420 p. 1977.
- SANQUETTA, C. R.; WATZLAWICK, L. F.; BALBINOT, R.; ZILIOOTTO, M. A. B.; GOMES, F. S. Editores. **As florestas e o carbono**. Curitiba: UFPR. 265p, 2002.
- SANTANTONIO, D.; HERMANN, R.K & OVERTON, W.S. Root biomass studies in forest ecosystems. **Pedobiologia**, v. 17, p.1-31, 1977.
- SILVA, R. P. **Alometria, estoque e dinâmica da biomassa de florestas primárias e secundárias da região de Manaus (AM)**. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). INPA. Manaus. 151p. 2007.
- SMARTWOOD. **Resumo Público de Certificação de Mil Madeireira Itacoatiara, Ltda. (Precious Woods Amazon)**. Richmond, Vermont/USA. 84p. il. 2003.
- SOARES, C. P. B.; PAULA NETO, F.; SOUZA, A. L. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa. UFV. 276p, 2006.
- VIEIRA, S. A. **Mudanças globais e taxa de crescimento arbóreo na Amazônia**. Tese de doutorado. Piracicaba. ESALQ. 130p, 2003.

ANÁLISE DE DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO E FORMAS DE APLICAÇÃO NA IMPLANTAÇÃO DE *Eucalyptus benthamii* Maiden et em LAGES, SANTA CATARINA

ANALYSIS OF DIFFERENT FERTILIZATION CONCENTRATIONS AND APPLICATION METHODS ON IMPLANTATION OF *Eucalyptus benthamii* Maiden et in LAGES, SANTA CATARINA

Marcos Felipe Nicoletti¹ André Felipe Hess² Mário Dobner Jr.³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi verificar o ganho inicial de crescimento para *Eucalyptus benthamii* com a aplicação de nitrogênio e fósforo com diferentes formas de aplicação em regiões de ocorrência de geadas. O delineamento estatístico adotado foi o de blocos inteiramente casualizados com parcelas subdivididas (Split plot) totalizando doze tratamentos (3 adubos x 4 formas de aplicação) com quatro repetições, resultando em 1.152 plantas analisadas. Para este estudo foram avaliadas as características do diâmetro a altura do colo (DAC) e a altura (H) das mudas. Os adubos testados foram o super fosfato simples (280g), super fosfato simples (280g) com 34 gramas de uréia e o super fosfato simples (280g) com 67 gramas de uréia por cova. Com a aplicação de uréia na cova, as quantidades de 34g e 67g deste fertilizante resultaram em 15g e 30g de nitrogênio por planta. Para a aplicação do super fosfato simples, foram disponibilizados 50,4g de fósforo por cova. As formas de aplicação do fertilizante foram por incorporação ao solo, aplicações em um, dois e três pontos ao redor da muda. A adubação que obteve melhor resultado aos onze meses de idade foi com 280 gramas de super fosfato simples e 34 gramas de uréia por planta. A forma de incorporação que obteve melhor resultado foi aquela em que o fertilizante foi incorporado ao solo.

Palavra-chave: *Eucalyptus benthamii*; adubação; geada

ABSTRACT

This paper aimed to evaluate the growth of *Eucalyptus benthamii* with different fertilizations methods in areas with frost occurrence. The statistic analysis was carried out using a Split plot design with three different fertilization concentrations, four applications methods and four replications, totalizing 1.152 plants. In this study, the data collected for all sapling were the diameter at collar height (DCH) and height (H). The fertilization treatments tested were: simple phosphate (280g), simple phosphate (280g) with 34 g of urea and simple phosphate (280g) with 67 g of urea per hole. The application of 34 g and 67 g of urea in the hole, resulted in 15 g and 30 g of nitrogen and 50,4 g of phosphate per plant. The different application methods were fertilizer incorporation in the soil, applications in one, two and three points around the plants. It was concluded that the treatment with 280 g of phosphate and 34 g of urea, when applied by incorporation, had the best growth values until 11 months after planting.

Key words: *Eucalyptus benthamii*; Fertilization; Frost.

INTRODUÇÃO

Atualmente é consenso no setor florestal brasileiro, que a madeira do gênero *Eucalyptus* poderá ser a principal matéria-prima para atender a diversos segmentos industriais na produção de múltiplos produtos de madeira e, não somente para produção de carvão e celulose (CAIXETA *et al.*, 2003).

A adubação no momento do plantio de uma floresta, juntamente com outras técnicas silviculturais, garantirá um desenvolvimento satisfatório desta, com boa produtividade a longo prazo. Essa necessidade decorre do fato de que nem sempre o solo é capaz de fornecer todos os nutrientes que as plantas precisam para um adequado crescimento (GONÇALVES, 1995). Assim, as características e quantidade de adubos a aplicar, dependerão das necessidades nutricionais da espécie utilizada, da fertilidade do solo, da forma de reação dos adubos com o solo, da forma de aplicação, da eficiência dos adubos e de fatores de ordem econômica.

O cultivo de eucalipto é restrito no sul do Brasil e em muitas partes do mundo em função da ocorrência de geadas, que é o principal fator limitante ao seu cultivo nestas regiões (HIGA, 1989; FERREIRA, 1989). Em todo continente, somente 25% da área pode ser considerada livre de geadas (SAKAI; LARCHER, 1987), motivo pelo qual, os tratamentos silviculturais possuem grande relevância.

¹ Acadêmico de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, CEP 88520-000, Lages (SC). marcosfelipenicoletti@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, CEP 88520-000, Lages (SC). hessandre@yahoo.com.br

³ Engenheiro Florestal, Florestal Gateados Ltda., CEP 88580-000, Campo Belo do Sul (SC). mario@gateados.com.br

A aplicação do nitrogênio em doses crescentes visa testar também o *Eucalyptus benthamii* quanto sua resistência às geadas. Sabe-se que o nitrogênio é pouco recomendado em adubação de eucalipto, justamente por tornar as células maiores, com parede celular mais fina, o que diminui sua resistência às geadas. O objetivo do experimento foi, portanto, verificar se para o *Eucalyptus benthamii*, em função da sua maior resistência a geada, haveria ganho no crescimento com a aplicação de nitrogênio, qual a melhor dosagem do fertilizante e qual a melhor forma de aplicação no solo.

REVISÃO DE BIBLIOGRAFIA

O *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cabbage, é originário da Austrália, derivando da cidade de Camden. A árvore é moderadamente alta, atingindo 36 m e diâmetros de 50 cm. Foi introduzido no Brasil pela Embrapa/Florestas, tendo em vista que espécies do gênero têm sido usadas em extensos programas de reflorestamento e o mesmo apresenta boa resistência à geadas e grande probabilidade de ser utilizado para fins industriais, sendo necessários maiores estudos sobre suas características anatômicas e tecnológicas (NISGOSKI *et al.*, 1998).

No Sul do Brasil, *Eucalyptus benthamii* tem mostrado bom crescimento e resistência a geadas em plantios experimentais com 2 e 3 anos no estado de Santa Catarina. A espécie também é apontada como promissora em áreas montanhosas do Estado de Minas Gerais (EMBRAPA, 1988). Em Colombo, PR, *Eucalyptus benthamii* procedência Wentworth Falls (NSW) apresentou, aos 8 anos de idade, altura média de 21,7 m e DAP médio de 18,2 cm. Higa & Carvalho (1990) observaram na região de Dois Vizinhos, PR, sobrevivência de 70%, altura média de 16 m e DAP médio de 15 cm aos 45 meses de idade, e concluíram que a espécie merece atenção especial dos melhoristas.

Em eucaliptos, as geadas causam a morte de brotações e trincas no tronco, onde posteriormente ocorrem à entrada de microorganismos, especialmente fungos e patógenos fracos. Em seguida, com a reação da árvore por calejamento, têm-se cancrios típicos no tronco injuriado (FERREIRA, 1989). Além dos danos diretos, como morte total ou parcial da copa e até a morte da planta, os danos indiretos, que são os mais frequentes, podem não apenas restringir o potencial de crescimento das plantas, como inviabilizar a formação de povoamentos comerciais (HIGA *et al.*, 1997).

Conforme Barros *et al.* (2000), para se definir a fertilização mineral para qualquer cultura, há que se dimensionar a demanda de nutrientes da planta para atingir a produção esperada e a quantidade de nutrientes que pode ser suprida pelo solo. Quando a demanda da planta é maior do que o solo pode ofertar, fertilizantes devem ser adicionados para obter-se a produção esperada. De acordo com esses autores, a aplicação de fertilizantes requer a adoção de alguns critérios, como quais nutrientes aplicar, em que doses, épocas e modo de localização em relação à planta. Portanto, para a boa nutrição das árvores, tem-se que balancear a sua demanda com a oferta de nutrientes, no tempo e no espaço, constituindo tarefa bem mais difícil, comparado com as culturas de ciclo curto.

Segundo Pritchett (1979), citado por Schumacher *et al.*, (2003), a absorção dos nutrientes pelas árvores é influenciada pela espécie, pela cobertura florestal e pelas condições de solo e clima. Conforme Gonçalves (1995), a adubação de plantio terá como finalidade principal promover o arranque inicial de crescimento das mudas basicamente nos primeiros seis meses pós-plantio, suplementando o solo com montantes adicionais de nutrientes, que irão atender a demanda nutricional das mudas. Ela é tão mais importante quanto maior for a deficiência de nutrientes do solo.

Novais *et al.* (1990) apontam que a fertilização mineral é uma das técnicas silviculturais que pode ser adotada, visando a elevar a produtividade florestal e reduzir o período de rotação. Porém a adubação florestal, com raras exceções, é realizada de modo praticamente empírico, na qual uma única formulação N, P e K é utilizada, independente do tipo de solo, da espécie e da época de plantio.

Treshow (1970) afirma que o nitrogênio torna as células maiores e com paredes mais finas, menos tolerantes às baixas temperaturas ou geadas. A escolha da fonte de fósforo deve levar em consideração os elementos secundários além da solubilidade do fósforo. Muitas vezes, a maior produtividade alcançada pode não estar associada somente a disponibilidade de fósforo e sim aos efeitos dos elementos secundários (SILVEIRA & GAVA, 2003). Diante disto, torna-se importante à realização de estudos para verificar a quantidade apropriada para atender as necessidades a campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área

O experimento foi conduzido na propriedade da empresa Florestal Gateados Ltda (Figura 1), localizada no município de Campo Belo do Sul - SC. O plantio das mudas foi efetuado em fevereiro de 2007, com espaçamento de 2,50 m entre linhas e 1,60 m entre plantas. A coleta dos dados foi realizada em janeiro de 2008.

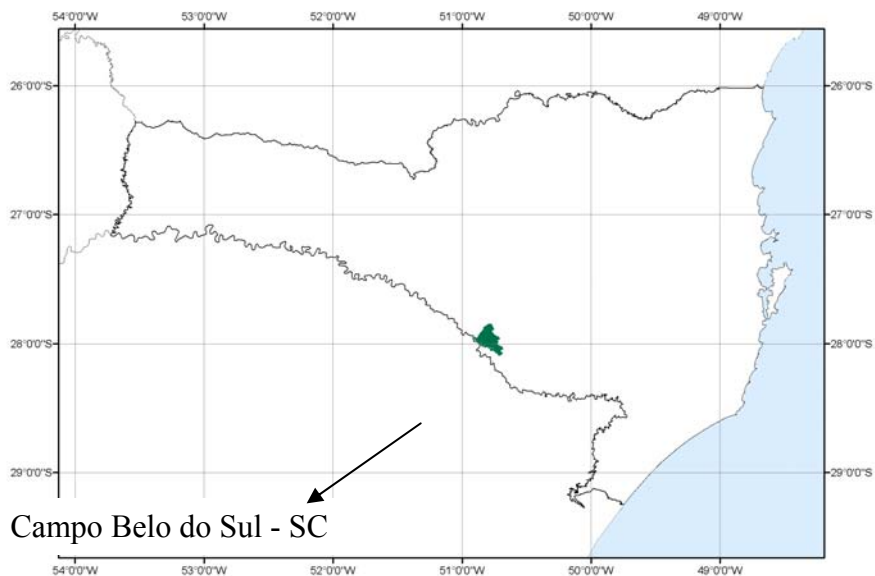


FIGURA 01: Localização da empresa Florestal Gateados Ltda. no estado de Santa Catarina.

Metodologia de levantamento dos dados

No experimento foram testadas três concentrações de adubação e quatro métodos de aplicação. Na adubação foi usado para o primeiro tratamento (A), 280 g de super fosfato simples, resultando em 50,4 g de fósforo por cova, no segundo tratamento (B), 280 g de super fosfato simples com 34 g de uréia, resultando em 50,4 g de fósforo e 15 g de nitrogênio por cova e, para o terceiro tratamento (C), 280 g de super fosfato simples com 67 g de uréia, resultando em 50,4 g de fósforo e 30 g de nitrogênio por cova. Os métodos de aplicação do fertilizante foram: (1) incorporação ao solo, (2) aplicação em um ponto, (3) aplicação em dois pontos e (4) aplicação em três pontos ao redor da muda.

As mudas foram produzidas com sementes provenientes de pomar de propriedade da EPAGRI, (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina S.A.). As variáveis medidas foram os diâmetros do colo (DAC) e a altura total das plantas. A medição da altura das plantas foi realizada com régua graduada e para a variável DAC foi usado um paquímetro.

O delineamento estatístico adotado foi o de blocos inteiramente casualizados, com parcelas subdivididas (Split plot), totalizando 12 tratamentos, com quatro repetições (3 concentrações de adubo x 4 aplicações). Os blocos foram divididos em 12 subparcelas, sendo que cada subparcela continha 24 plantas, totalizando 1.152 plantas, conforme (Figura 2).

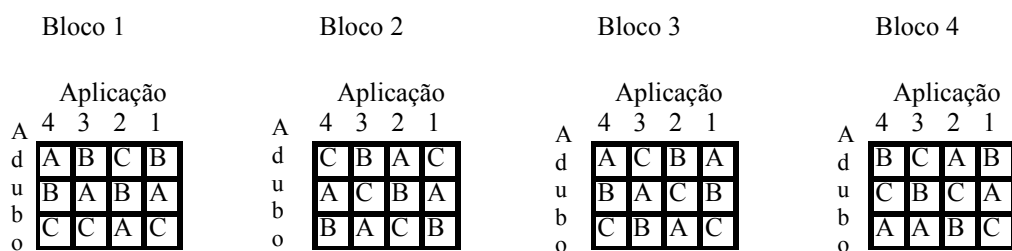


FIGURA 02: Delineamento Utilizado no Estudo

Após a coleta dos dados, foram realizadas as análises estatísticas e as médias foram comparadas através do Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados apresentados na Tabela 1 mostram os resultados obtidos da análise estatística para o diâmetro do colo (DAC) e para a altura (H). Pela tabela, pode-se dizer que houve diferença significativa a 5% de probabilidade entre os adubos utilizados e as formas de aplicação para as variáveis estudadas (DAC e H). Isto é, o F calculado foi maior que o F tabelado, tanto para o diâmetro do colo quanto para a altura das plantas. Assim, constata-se que há diferença significativa entre os tratamentos.

TABELA 1: Análise de variância para os tratamentos analisados para *Eucalyptus benthamii*.TABLE 1: Variance analysis for the treatments for *Eucalyptus benthamii*.

Causa de Variação	Grau de Liberdade		Soma dos Quadrados		Quadrado Médio		F calculado	
	DAC (cm)	H (m)	DAC (cm)	H (m)	DAC (cm)	H (m)	DAC (cm)	H (m)
Trat. A (aplicação)	3	3	2.95	1.33	0.98	0.44	14*	28.28*
Blocos	3	3	0.74	0.56	0.25	0.19	3.57	12.67
Resíduo A	9	9	0.64	0.14	0.07	0.015		
Parcela	15	15	4.33	2.03				
Trat. B (adubo)	2	2	6.78	1.76	3.39	0.88	84.75*	55*
Interação A x B	6	6	1.31	0.26	0.22	0.043	5.5*	2.69*
Resíduo B	39	39	1.41	0.65	0.04	0.016		
Total	47	47	13.83	4.7				

Em que: *= significativo a 5% de probabilidade.

A Tabela 2 demonstra as médias estimadas dos tratamentos de adubação e a classificação destes pelo Teste de Tukey. Observando-se a tabela, percebe-se que as melhores médias tanto para o diâmetro do colo quanto para a altura foram encontradas na aplicação de 280 g de super fosfato simples e 34 g de uréia, tratamento (B). As médias de diâmetro do colo seguem a tendência de crescimento semelhante à das alturas. Resultados semelhantes a estes foram obtidos por Gomes et al. (2003) para *Eucalyptus grandis* e por Santos et al. (2000) com *Cryptomeria japonica*.

TABELA 2: Médias estimadas dos tratamentos de adubos com a classificação pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABLE 2: Turkey Test ($p = 0.05$) for the estimated means of different fertilizer treatments.

Adubo	Média	
	DAC (cm)	H (m)
B	1.77a	1.43a
C	1.61a	1.35a
A	1.18b	1.05b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5%.

Através da Tabela 2, pode-se verificar que as médias de altura e diâmetro do colo para os tratamentos (B) e (C), os quais utilizou-se super fosfato simples com uréia, não apresentaram diferença significativa. O tratamento (A) que somente utilizou o super fosfato simples obteve diferença significativa aos demais tratamentos.

As mudas que possuíam somente o fosfato simples demonstraram menor crescimento para as duas variáveis analisadas. Assim, pode-se dizer que as mudas necessitam de certa quantidade de nitrogênio para que tenham melhor desenvolvimento inicial a campo. Lisbão Júnior (1980), relata que em ambientes sujeitos à geadas e para o eucalipto, o fósforo demonstrou ser o nutriente mais importante no desenvolvimento inicial em altura, não tendo afetado, o grau de resistência à geada e sobrevivência das plantas. Conforme Gomes et al. (2003), independentemente das idades, as maiores médias de alturas das mudas foram às obtidas nos tratamentos em que somente o fósforo estava presente. Porém, neste estudo, as plantas que disponibilizavam somente o fósforo pelo super fosfato simples não obtiveram os melhores resultados, em vista disto, pode-se dizer que há necessidade destas por outros nutrientes.

O tratamento (B), 280g de super fosfato simples mais 34g de uréia, e o tratamento (C), 280g de super fosfato simples mais 67g de uréia, obtiveram as melhores médias, porém, quando comparados, não obtiveram diferença significativa a 5% de probabilidade pelo teste das médias. Para Silveira & Gava (2003), o fornecimento de fontes com alto teor de fósforo disponível na adubação de plantio, como os super fosfatos, tem como objetivo promover maior crescimento inicial da floresta. Para Gomes & Couto (1983), as menores médias foram conseguidas na presença dos três elementos (N-P-K), ou nos tratamentos em que houve adição do nitrogênio, podendo ser explicado pelas doses, possivelmente elevadas, desse elemento. Resultados semelhantes a estes, foram encontrados conforme Fernández *et al.* (2000), em que a aplicação de doses crescentes de N, P e K na implantação de *Pinus taeda* em solos "roxos" no norte de Corrientes, na Argentina, aos 34 meses de idade, resultou em diferenças significativas no DAP, altura total e volume, com relação às doses de nitrogênio e fósforo, não havendo resposta ao potássio.

Os menores crescimentos ocorreram nos tratamentos em que se aplicou a maior dose de nitrogênio (100 g de uréia por planta), em ausência de fósforo e potássio. Segundo Lisboa Junior (1980), os elementos N e K diminuem a resistência das plantas à geada e, conseqüentemente a sobrevivência das mesmas, devendo a adubação com estes nutrientes, ser parcelada ou mesmo evitada em plantios tardios, efetuados próximos à época de ocorrência de geadas. Portanto, pode-se dizer que a presença do N em doses moderadas aumentou o crescimento, sem com isso ter diminuído a resistência das plantas às geadas. Fato este que, provavelmente, mostra a maior resistência do *Eucalyptus benthamii* nestas condições.

Na Tabela 3, têm-se as médias estimadas para as diferentes formas de aplicação dos adubos nas variáveis de altura e diâmetro do colo.

TABELA 3: Médias estimadas dos tratamentos das formas de aplicação com a classificação pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

TABLE 3: Turkey Test ($p = 0.05$) for the estimated means of fertilization application methods treatments .

Formas de Aplicação	Média	
	DAC (cm)	H (m)
1	2.16a	1.60a
4	1.38b	1.22b
2	1.29b	1.17b
3	1.24b	1.12b

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente pelo Teste de Tukey a 5%.

Observando-se a tabela, verifica-se que a melhor forma de aplicação do fertilizante foi aquela em que o adubo foi incorporado ao solo, tratamento (1), no momento do plantio, por apresentar a maior média tanto para altura como para o diâmetro do colo. A incorporação do adubo ao solo, foi a única forma de aplicação que obteve diferença significativa com os demais tratamentos (2, 3 e 4). O tratamento (2), aplicação em um ponto ao redor da muda, o tratamento (3), aplicação em dois pontos e o tratamento (4), aplicação em três pontos ao redor da muda, não apresentaram resultados que diferem a 5% de probabilidade.

Resultados semelhantes, quanto à forma de aplicação em eucalipto, foram obtidos por Gava (2003). Novais & Smyth (1999), recomendam que não deve ser utilizada a aplicação de fosfato natural a lanço ou em filete contínuo sobre o solo, sem incorporação, pois a eficiência do fosfato depende do contato com o solo, uma vez que os íons hidrogênio (H+) fornecidos pelo solo ou planta é que serão responsáveis pela sua solubilização. Assim, a incorporação do fertilizante ao solo trará melhores resultados tanto para a altura, como para o diâmetro do colo. Fator este, de suma importância, pois sabe-se que em regiões de climas frios, com alta incidência de geadas, o crescimento inicial acelerado também possui a vantagem de diminuir as injúrias causadas pela geada, devido à menor fragilidade do vegetal quando possuir maior tamanho e maior lignificação, e devido às geadas serem mais intensas próximas ao solo.

Conforme as médias de altura e diâmetro do colo neste estudo, verifica-se que o crescimento observado encontra-se limitado para todos os tratamentos. Fator este, que provavelmente é conseqüência da compactação do solo decorrente do uso anterior deste para pastagem.

CONCLUSÕES

Através deste estudo, pode-se concluir que na implantação das mudas de *Eucalyptus benthamii* em regiões com ocorrência de geadas é necessário conter determinada quantidade de nitrogênio na adubação. Os melhores resultados foram com a dosagem de 280 g de super fosfato simples e 34 g de uréia, tratamento (B), que resultaram à planta, 50,4 g de fósforo e 15 g de nitrogênio.

A melhor forma de aplicação do fertilizante é através da incorporação deste ao solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L.; NOVAIS, R.F. Recomendação de fertilizantes minerais em plantios de eucalipto. In: GONÇALVES, J.L.M. ; BENEDETTI, V. (Eds). **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 135-165.

CAIXETA, R. P. et al. **Propriedades e classificação da madeira aplicadas à seleção de genótipos de *Eucalyptus***. R. Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.1, p.43-51, 2003.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Florestas. **Zoneamento ecológico para plantios florestais no estado de Santa Catarina**. Colombo, 1988. 113 p. (EMBRAPACNPF. Documentos, 21).

- FERNÁNDEZ, R.; et al. **Respuesta del Pinus taeda y la Araucaria angustifolia a la adición de N, P y K en La implantación.** In: SILVOARGENTINA I, Governador Virasoro, Corrientes, 2000. 1 CD-Rom.
- FERREIRA, F.A. **Patologia florestal: Principais doenças florestais do Brasil.** Viçosa, 1989.
- GAVA, J.L. **Efeito comparativo de fontes e doses de fósforo em plantios de eucalipto.** Relatório Técnico da Companhia Suzano de Papel e Celulose, 25p, 2003.
- GOMES, J. M. et al. **Crescimento de mudas de Eucalyptus grandis em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K.** Revista Árvore, Viçosa-MG, v.27, n.2, p.113-127, 2003.
- GOMES, J. M.; COUTO, L. Produção de mudas de folhosas. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA. **Resumos...** Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1983. p. 25-35.
- GONÇALVES, J. L. M. Recomendações de adubação para *Eucalyptus*, *Pinus* e espécies típicas da Mata Atlântica. **Documentos Florestais**, Piracicaba, v.15, p.1-23, 1995.
- HIGA, A. R.; CARVALHO, P. E. R. de. Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná. **Silvicultura**, São Paulo, n. 42, pt. 3, p. 459-461, 1990. Edição dos Anais do 6º Congresso Florestal Brasileiro, 1990, Campos do Jordão.
- HIGA, R.C.V. **Studies on the physiology of frost resistance in *Eucalyptus viminalis* LABILL.** M.Sc. Thesis – Australian National University, 1989.
- HIGA, R. C. V.; HIGA, A. R.; TREVISAN, R.; SOUZA, M. V. R. Comportamento de Vinte Espécies de *Eucalyptus* em Área de Ocorrência de Geadas na Região Sul do Brasil. In: IUFRO Conference on Silviculture and Improvement of Eucalypts, 1997, Salvador. **Proceedings.** Colombo: EMBRAPA, v. 4, 1997.
- LISBÃO JÚNIOR, L. O efeito da geada e o comportamento inicial de três procedências de *Eucalyptus dunnii* Maiden, em ensaio conjugado de mini-espacamentos e adubação. **Boletim de Pesquisa Florestal**. n.1, p.28-49, Curitiba, 1980.
- NISGOSKI, S.; MUÑIZ, G. I. B. de; KLOCK, U. **Caracterização anatômica da madeira de *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambage.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 67-76, 1998.
- NOVAIS, R.F.; SMYTH, T.J. **Fósforo em solo e planta em condições tropicais.** Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999, 399p.
- NOVAIS, R.F.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Nutrição mineral do Eucalipto. In: BARROS, N. F. ; NOVAIS, R. F.(Eds). **Relação solo-eucalipto.** Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p. 25-98.
- SAKAI, A.; LARCHER, W. **Frost Survival of Plants: Responses and Adaptation to Freezing Stress.** Innsbruck: Springer-Verlag, 1987.
- SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. f.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 1-15. 2000.
- SCHUMACHER, M.V.; BRUN, E. J.; RODRIGUES, L. M.; SANTOS, E. M. Retorno de nutrientes via deposição de serrapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 791-798, 2003.
- SILVEIRA, R. L. V. A.; GAVA, J. L. **Nutrição e Adubação Fosfatada em *Eucalyptus*.** Piracicaba: POTAFOS, 20p. 2003.
- TRESHOW, M. **Environment e Plant Response.** McGraw-Hill Book Company. University of Utah, 1970.

FENOLOGIA E INCREMENTO EM DIÂMETRO DO TRONCO DE ÁRVORES DE *Cedrela* sp, *Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam e *Apeiba tibourbou* Aubl. NOS DIFERENTES PERÍODOS SAZONAIS, NO ESTADO DO ACRE, BRASIL

PHENOLOGY AND INCREMENT IN THE DIAMETER OF THE LOG OF TREES DE *Cedrela* sp, *Ochroma pyramidale* Cav. Lam and *Apeiba tibourbou* Aubl. IN DIFFERENT PERIODS SEASONALLY IN THE STATE OF THE ACRE

M.S. Lobão¹ A. Cavalcante² C.S. Lisi³ M. Tomazello Fo⁴ E.F. Morato⁵

RESUMO

A floresta amazônica ocidental, apesar de estar localizada em uma zona de floresta tropical úmida, sofre sazonalidade na pluviosidade, caracterizando-se em uma zona com estação seca bastante distinta. Estudos recentes mostram que esta sazonalidade provoca a dormência cambial de algumas espécies de árvores, o que pode levá-las a formação de anéis de crescimento anuais. Portanto, o objetivo desse trabalho foi estudar a influência da quantidade total e distribuição sazonal de pluviosidade, e dos aspectos fenológicos no crescimento em diâmetro apresentados por três espécies arbóreas nativas do Acre. O estudo foi realizado na Reserva Experimental Catuaba (REC) localizada no município de Rio Branco, quando foi avaliado mensalmente o incremento em diâmetro do tronco de 54 árvores das espécies de *Cedrela* sp (cedro), *Ochroma pyramidale* (pau de balsa) e de *Apeiba tibourbou* (pente de macaco) As características fenológicas foram avaliadas através de observações mensais da floração, frutificação e queda das folhas. As espécies pioneiras (*Ochroma pyramidale*, *Apeiba tibourbou*) apresentaram maior crescimento em CAP, em relação a *Cedrela* sp. que é considerada uma espécie climácica. Em relação ao crescimento em CAP nas diferentes classes de DAP o comportamento das espécies pioneiras foi semelhante entre si e bastante distinto do comportamento apresentado pela espécie climácica. A precipitação afetou sensivelmente o incremento em CAP das árvores das espécies *Cedrela* sp., *Ochroma pyramidale*, já o incremento em CAP da espécie *Apeiba tibourbou* pareceu ser afetada pelos eventos fenológicos de floração e desfolha, o que pode estar relacionado a sua diferente eco-fisiologia em relação as demais espécies estudadas.

Palavras-chave: dendrocronologia tropical, fenologia, manejo, Amazônia, Acre

ABSTRACT

The Amazonian forest, although to be located in a zone of rain forests, suffers seasonality in the rainfall, characterizing itself in a zone with sufficiently distinct dry station. Recent studies show that this seasonality provokes the cambium dormancy of some species of trees, what can take them it annual ring formation of growth. Therefore, the objective of this work was to study the influence of the total amount and seasonal distribution of rainfall, and of the phenology aspects in the growth in diameter presented by three native tree species of the Acre. The study it was carried through in "Reserva Experimental Catuaba" (REC) located in the city of Rio Branco, when tree of was evaluated monthly the increment in diameter of the trunk of 54 the species of *Cedrela* sp, *Ochroma pyramidale* and of *Apeiba tibourbou* the phenology characteristics had been evaluated through monthly comments of the flowering, fruition and fall of leves. The Pioneer species (*Ochroma pyramidale*, *Apeiba tibourbou*) had presented greater growth in CAP, analyzing themselves all the seasonal periods, that the *Cedrela* sp. that is a climax tree species. In relation to the growth in CAP in the different classrooms of DAP the behavior of the pioneer species was similar between itself and sufficiently distinct of the behavior presented for the climax tree species. The precipitation significantly affected the increment in CAP of the trees of the species of *Cedrela* sp, *Ochroma pyramidale*, already the increment in CAP of the species of *Apeiba tibourbou* seemed to be affected by the phenology events of flowering and fall of leves, what it can be related its different echo-physiology in relation the others studied species .

Key words: tropical dendrochronology, phenology, management, Amazonia, Acre

INTRODUÇÃO

A floresta amazônica ocidental é reconhecida por sua extensão e diversidade biológica e, apesar de caracterizada como floresta tropical úmida, apresenta uma estação seca bastante distinta por períodos de até 3 meses (MESQUITA,

¹ Doutorando em Recursos Florestais, LCF/ESALQ-USP. E-mail: moiseslobao@hotmail.com

² Graduando, CCBN-UFAC. E-mail: arthurflorestal@gmail.com

³ Professor visitante, UFRRJ. E-mail: cslisi@esalq.usp.br

⁴ Professor, ESALQ-USP. E-mail: mtomazel@esalq.usp.br

⁵ Professor, CCBN-UFAC. E-mail: elderfmorato@yahoo.com.br

1996). Estudos recentes mostram que esta sazonalidade climática induz a redução e a dormência da atividade cambial das árvores de algumas espécies e a formação de anéis de crescimento anuais (Tomazello et al., 1999; Marcati, 2000; Nutto e Watzlawick, 2002 e Brienem, R. e Zuidema, 2004a).

A atividade cambial e a periodicidade de crescimento de árvores de três espécies arbóreas tropicais em regiões com pluviosidade bem definida, induzem ritmos diferenciados de crescimento anual. No período chuvoso, as árvores das espécies apresentaram maior atividade cambial caracterizada por maior número de células e de camadas de células diferenciadas do xilema somente com a parede secundária e divisões de células evidenciadas (Marcati, 2000). A temperatura e a precipitação são os principais fatores que influenciam no crescimento das árvores devendo, no entanto, serem analisadas a competição, florescimento, frutificação, a qualidade do sítio que podem causar variações nos incrementos anuais do tronco das árvores (Nutto e Watzlawick, 2002).

Na Bolívia, Brienem e Zuidema (2004b) verificaram para árvores de espécies tropicais da região amazônica ocidental, como as do gênero *Cedrela*, a formação de anéis de crescimento anuais, em resposta a perda das folhas em um período de dormência de semanas ou meses na estação seca do ano.

O estado do Acre é caracterizado, da mesma forma, por marcante sazonalidade climática que, a exemplo de outros ecossistemas florestais amazônicos, podem afetar a sazonalidade da atividade cambial e induzir a formação dos anéis de crescimento em árvores de algumas espécies florestais, como as dos gêneros *Cedrela*, *Ochroma* e *Apeiba*.

As árvores do gênero *Cedrela* são caducifólias, no período de junho-agosto coincidindo com a dispersão das sementes, sendo a associação da frutificação e o clima tem sido observada por diversos autores (Reich e Borchert, 1984). Em árvores decíduas, como a do gênero *Cedrela*, a antese pode ser induzida pela reidratação temporária das árvores após a queda de folhas por chuva isolada na estação seca ou no início da estação chuvosa, estimulando a quebra da dormência dos botões florais. A emissão de novas folhas das árvores de *Cedrela* relaciona-se com a temperatura e a precipitação ocorrentes dois meses antes da queda das folhas; a frutificação relaciona-se, normalmente, com os fatores climáticos do mesmo período, na transição entre as épocas seca e chuvosa.

As árvores de *Ochroma pyramidale*, conhecidas como algodoeiro ou pau de balsa, da família Malvaceae, atingem 10-30 m de altura, 60-90 cm de diâmetro, com copa ampla e pouco ramificada, folhas com longos pecíolos, flores brancas, fruto cápsula alongada, casca cinzenta a esbranquiçada, mole, espessa e rica em água; (Lorenzi, 1992; Lamprecht, 1990). Na América Central as árvores de *O. pyramidale* ocorrem apenas em grandes clareiras ou locais abertos, raramente em clareiras naturais de florestas primárias e têm maior chance de estabelecimento em clareiras maiores (Dalling et al., 1999; Pearson et al., 2003). As árvores por apresentarem copa desenvolvida e em grande altura, no início da sucessão, conseguem absorver maior quantidade de luz por unidade de área foliar e, com isso, incorporar mais biomassa (Selaya et al., 2007).

As árvores de *Apeiba tibourou*, da família Malvaceae, conhecidas como pente de macaco são pioneiras, encontradas frequentemente em ambientes perturbados, sendo características de sub-bosque e emergentes. As árvores da espécie têm importância ecológica nos ecossistemas florestais amazônicos embora as informações sejam escassas na literatura. São plantas pioneiras, de rápido crescimento e podem ser utilizadas no reflorestamento de áreas degradadas (Lorenzi, 2002). O lenho seco ao ar apresenta o alburno amarelo claro e cerne marron claro, com anéis de crescimento diferenciados por bandas escuras irregulares, textura grossa, brilho médio e densidade básica da madeira de 0,27 g/cm³ (Mallque e Kikata, 1994).

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivos analisar os eventos fenológicos e o incremento mensal em CAP do tronco das árvores de *Apeiba tibourou*, determinando o efeito da sazonalidade climática na formação dos anéis de crescimento das três espécies arbóreas em florestas tropicais no Estado do Acre,.

MATERIAL E MÉTODOS

Espécies estudadas

No presente trabalho foram selecionadas as árvores de *Cedrela* sp, cedro, da família Meliaceae e *Ochroma pyramidale* Cav. ex Lam, pau-de-balsa e *Apeiba tibourou* Aubl, pente de macaco, da família Malvaceae, ocorrentes nas florestas tropicais do estado do Acre.

Caracterização do local de estudo

O estudo foi realizado na Reserva Experimental Catuaba (REC) pertencente à Universidade Federal do Acre - UFAC e localizada no município de Rio Branco, AC. A reserva encontra-se próxima ao entroncamento das rodovias BR-364 e 317, com 2.111 ha de floresta aberta com bambus e palmeiras, floresta densa e secundária (capoeira) e pastagens (FUNTAC, 1990; ACRE, 1991). Os solos predominantes são do tipo latossolo vermelho e podzólico vermelho, com relevo suavemente ondulado. O clima é classificado como tropical úmido, com umidade relativa do ar em torno de 80-90 % nos meses chuvosos; a temperatura média anual varia de 22-24°C, com a precipitação média anual de 1973 mm, sendo janeiro o mês mais chuvoso com média de 298,6 mm e julho o mais seco com 25,2 mm. A temperatura máxima é de cerca de 32°C. com temperatura mínima em Rio Branco de 20,2°C (MESQUITA e PAIVA 1995; MESQUITA 1996).

Amostragem, identificação das árvores e mensuração de campo

A amostragem foi feita seguindo-se o ramal principal da Reserva Experimental Catuaba- REC, identificando-se as árvores de *Cedrela sp.*, *Ochroma pyramidale* e *Apeiba tibourbou* para o estudo em área de 50 m de largura nas duas faixas laterais em torno do ramal principal da Reserva experimental. As árvores das 3 espécies selecionadas para o estudo, com DAP maior ou igual a 10 cm, foram demarcadas, localizadas por GPS e pelo método de X, Y e mensurados o seu DAP e a altura total.

Avaliação da fenologia e incremento em circunferência do tronco das árvores

As observações fenológicas das árvores das 3 espécies foram feitas a olho nu e com auxílio de um binóculo, seguindo os critérios aplicados por Koriba (1958), citado por Silva (2005), para os estágios fenológicos de desenvolvimento das folhas, de floração e de frutificação através de observações mensais, durante um período de 12 meses. A mensuração dos incrementos em circunferência foi feita no DAP das árvores das 3 espécies, pelo uso de cintas dendrométricas (precisão de 0,2 mm), através de leituras mensais por 12 meses, para detecção da atividade cambial e sua correlação com os índices pluviométricos mensais.

Análise estatística

Os resultados das observações fenológicas e da variação nos incrementos em circunferência do tronco das árvores das 3 espécies, em valores médios e em 4 classes de diâmetro, foram correlacionados utilizando o programa Estatística 7.0 com os valores anuais de precipitação do município de Rio Branco/AC (INMET, 2008), classificando-os em chuvoso, intermediários I e II e seco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área experimental foram selecionadas 54 árvores, sendo 30 de *Cedrela sp.*, 12 de *Ochroma pyramidale* e 12 de *Apeiba tibourbou*. A precipitação média anual do município de Rio Branco-AC permite classificar 4 períodos, (i) chuvoso (dezembro-março) com 254 mm (53,3%); (ii) intermediário I (setembro-novembro) com 134 mm (28,2%), (iii) intermediário II (abril-maio) com 63,5 mm (13,3%) e (iv) seco (junho-agosto) com 24,7 mm (5,2%). Os resultados do incremento médio em circunferência do tronco indica que as árvores de *Ochroma pyramidale* apresentaram o maior crescimento em CAP (2,36 cm), seguindo-se as de *Apeiba tibourbou* (2,17 cm) e de *Cedrela sp.* (1,61 cm) (Figura 1).

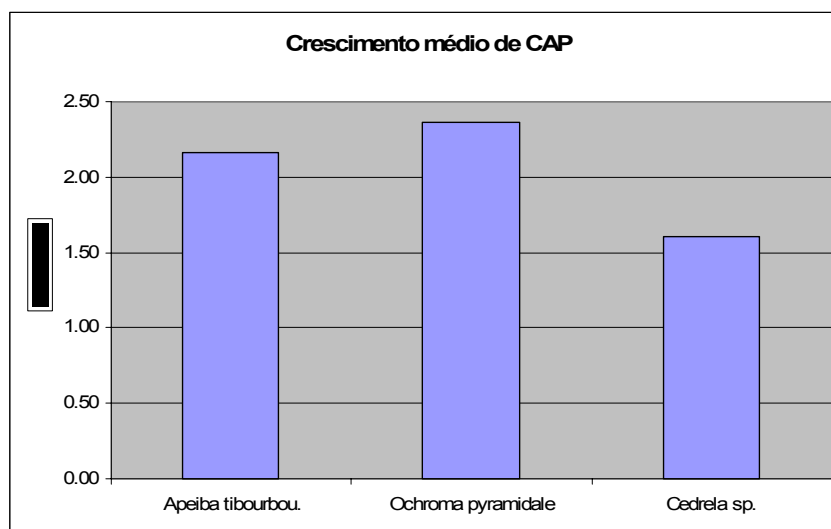


FIGURA 1: Incremento médio anual do tronco em CAP das árvores de *Cedrela sp.*, *Ochroma pyramidale* e de *Apeiba tibourbou*.

Os resultados da avaliação do incremento do tronco das árvores, por classe de diâmetro (Tabela 1, Figura 2), indicam que nas espécies pioneiras: *Ochroma pyramidale* e *Apeiba tibourbou* ocorreu um aumento da taxa de incremento médio com o aumento da classe diamétrica das árvores, até a classe de DAP de 30-40 cm, diminuindo na classe de DAP >40 cm, devido a sua curta longevidade e sinais de senescência. Por outro lado, nas árvores de *Cedrela sp.* observou-se elevada taxa de incremento na 1ª classe de DAP (10-20 cm), reduzindo-se na 2ª, 3ª e 4ª classes de DAP, devido ao seu ciclo de vida mais longo, em comparação com as espécies pioneiras.

TABELA 1: Incremento em diâmetro do tronco das árvores de *Apeiba tibourbou*, *Ochroma pyramidale* e de *Cedrela sp.*, médio e por classes de DAP.

Incrementos em CAP do tronco (cm)			
DAP (classes)	<i>Apeiba tibourbou</i>	<i>Ochroma pyramidale</i>	<i>Cedrela sp</i>
10-20	1.59	0.81	2.72
20-30	2.17	2.23	1.62
30-40	3.76	3.73	1.17
> 40	1.15	2.67	0.93
média	2.17	2.36	1.61

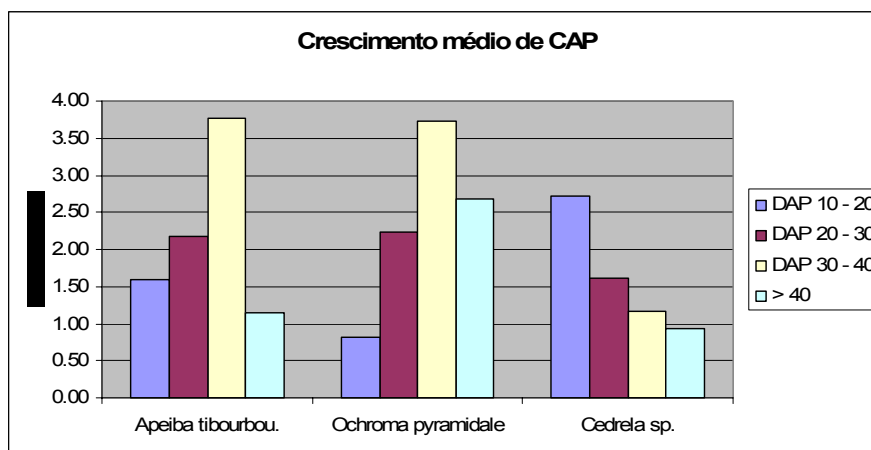


FIGURA 2: Incremento em CAP do tronco das árvores de *Apeiba tibourbou*, *Ochroma pyramidale* e de *Cedrela sp.*, médio e por classes de DAP.

Os incrementos em diâmetro médio do tronco das árvores, nos quatro períodos climáticos, indicam um crescimento sazonal e significativo incremento no início das chuvas, período intermediário I (setembro-novembro), com valores máximos no período chuvoso (dezembro-março) e redução no período intermediário II (abril-maio), tornando-se negativo no período seco (junho-agosto) (Figura 3). As árvores de *Apeiba tibourbou* mostraram, no entanto, o maior incremento do tronco no período seco relacionado, possivelmente, com a eco-fisiologia da espécie. Os incrementos negativos no diâmetro do tronco observados nas árvores de *Ochroma pyramidale* e *Cedrela sp.*, no período seco e intermediário II devem-se a contração da casca, verificado por Détienne (1989), citado por Fedele et al. (2004).

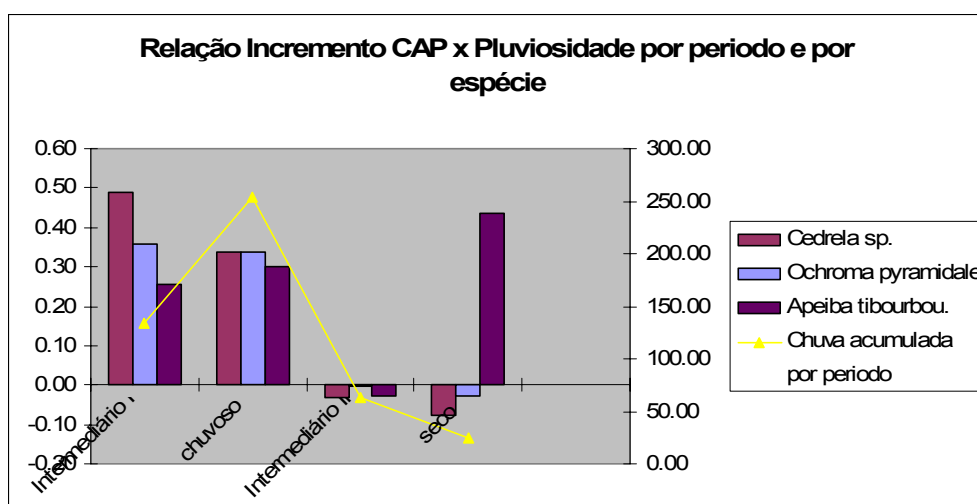


FIGURA 3: Incremento médio do diâmetro das árvores de *Apeiba tibourbou*, *Ochroma pyramidale* e de *Cedrela sp.*, nos períodos: chuvoso, intermediário I e II e o seco.

As árvores de *Ochroma pyramidale* apresentaram um maior incremento em circunferência do tronco no período intermediário I, com incremento médio mensal de 0,36 cm, seguindo-se valores de 0,34 cm no chuvoso e valores nulos e negativos nos períodos intermediário II e seco, respectivamente. Nesses dois períodos ocorreram os principais eventos fenológicos, como a queda das folhas e frutificação, afetando a atividade cambial, com reflexo na

taxa de formação do lenho (Tabela 2). As árvores de *Cedrela* sp. apresentaram os maiores incrementos médios mensais de CAP do tronco no período intermediário I de 0,49 cm, seguido do chuvoso com 0,34 cm e no intermediário II e seco verificou-se valores negativos de incremento, face a contração de sua espessa casca em resposta a baixa umidade relativa do ar. As árvores de *Apeiba tibourbou* apresentaram no período seco os maiores incrementos em CAP de 0,44 cm, seguindo-se do chuvoso com 0,30 cm, o intermediário I com 0,26cm e o intermediário II com o incremento praticamente zero, isto devido provavelmente a necessidade de economia de energia de abril-maio para as fenofases florescimento e frutificação.

TABELA 2: Incremento médio em diâmetro das árvores de *Apeiba tibourbou*, *Ochroma pyramidale* e de *Cedrela* sp., nos 3 períodos climáticos, chuvoso, intermediário e seco.

Espécie/Período	Incremento médio em diâmetro (cm)			
	Intermediário I	chuvoso	Intermediário II	seco
<i>Ochroma pyramidale</i>	0.36	0.34	0.00	-0.03
<i>Cedrela</i> sp.	0.49	0.34	-0.03	-0.08
<i>Apeiba tibourbou</i> .	0.26	0.30	-0.03	0.44
Chuva acumulada	134.00	254.00	63.50	24.67

Com relação à correlação entre o incremento em diâmetro do tronco das árvores e as médias de precipitação pluviométrica entre os períodos sazonais, observou-se uma grande variação dos valores de correlação de Pearson (r), de 0,12 a 0,97. A *Ochroma pyramidale* e a *Cedrela* sp foram espécies que tiveram alta correlação com a média de pluviosidade acumulada nos diferentes períodos com coeficiente de correlação (r) de 0,97 e 0,82, respectivamente, já a *Apeiba tibourbou* não mostrou ter correlação, que parece ter a influência da perda das folhas e frutificação com coeficiente de correlação com o incremento em CAP (r) de 0,53 e 0,55, respectivamente e com a floração com (r) de -0,92 (Tabela 3). Além disso, pode-se observar que o incremento em CAP na espécie *Cedrela* sp é influenciado negativamente pela desfolha (r) de -0,83.

TABELA 3: Matriz de correlação de Pearson dos incrementos em CAP e os eventos fenológicos e a precipitação mensal acumulada.

INCREMENTO CAP	DESFOLHA	FRUTIFICAÇÃO	FLORAÇÃO	PRECIPITAÇÃO
<i>Ochroma pyramidale</i>	-0.64	-0.18	-0.54	0.97
<i>Apeiba tibourbou</i> .	0.53	0.55	-0.92	0.12
<i>Cedrela</i> sp.	-0.83	-0.32	-0.89	0.82

CONCLUSÕES

Os resultados das análises fenológicas e de incremento em CAP do tronco das árvores das 3 espécies e sua correlação com precipitação, durante 12 meses, possibilitam concluir que (i) as árvores das espécies pioneiras (*Ochroma pyramidale*, *Apeiba tibourbou*) apresentaram maior crescimento em CAP em relação a clímax (*Cedrela* sp); (ii) o crescimento em CAP do tronco das árvores das espécies pioneiras, nas classes de DAP, foi semelhante entre si e distinto da clímax, (iii) a precipitação e a desfolha afetaram sensivelmente o incremento em CAP das árvores de *Cedrela* sp. e de *Ochroma pyramidale*; a floração, a frutificação e a desfolha afetaram o incremento em CAP das árvores de *Apeiba tibourbou*; (iv) análises fenológicas e de incremento do tronco das árvores por períodos mais longos são necessárias para a avaliação do efeito da variabilidade climática.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACRE. Atlas geográfico ambiental do Acre. Rio Branco: Secretaria do Meio Ambiente do Acre, 1991.
- BRIENEN, R.; ZUIDEMA, P.A. Anillos de crecimiento de árboles maderables en Bolivia: su potencial para el manejo de bosques y una guía metodológica PROMAB/ IGEMA Informe Técnico No. 7 La Paz, Bolivia. 2004a. 40p.
- BRIENEN, R.; ZUIDEMA, P.A. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. Programa Manejo de Bosques de la Amazonía Boliviana (PROMAB), Riberalta, Bolivia. 2004b. 25p.
- DALLING, J.W.; LOVELOCK, C.E.; HUBELL, S.P. Growth responses of seedlings of two neotropical pioneer species to simulated forest gap environments. *Journal of Tropical Ecology*; 15: 827-839. 1999

- FEDELE, L.F.; TOMAZELLO F^o, M.; BOTOSSO, P.C.; GIANNOTTI, E. Periodicidade do crescimento de *Esenbeckia leiocarpa* Engl. (guarantã) em duas áreas da região Sudeste do Estado de São Paulo **Scientia Forestalis**, 65:141-149. 2004.
- FUNTAC. **Monitoramento da cobertura florestal do estado do Acre: desmatamento e uso atual da terra**. Rio Branco, Secretaria de Indústria e Comércio, Fundação de Tecnologia do Estado do Acre, 214p. 1990.
- INMET –**Instituto Nacional de Meteorologia**.. disponível no <http://www.inmet.gov.br>. em 30/03/2008.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos trópicos: ecossistemas florestais e respectivas espécies arbóreas – possibilidades e métodos de aproveitamento sustentado**. ROSSDORF: TZ – VERL.-GES., p. 316. 1990.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992.
- MALLQUE, M.A.; KIKATA, Y. **Atlas of Peruvian woods**. Universidade Nacional Agraria La Molina – Peru and Nagoya University. Japan. 1994
- MARCATI, C.R., **Sazonalidade cambial em espécies tropicais** Tese de Doutorado Universidade de São Paulo/USP, 2000. 147 p.
- MESQUITA, C.C. de. **O clima do estado do Acre**. Rio Branco, Acre, Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente (SECTMA). 1996. 53p.
- MESQUITA, C.C.; PAIVA, R.A. **Estudos básicos das precipitações do Acre**. Rio Branco, Acre, Secretaria de Estado de Planejamento. 1995. 148p.
- NUTTO, L.; WATZLAWICK, L.F. **Relações entre fatores climáticos e incremento em Diâmetro de *Zanthoxylum rhoifolia* Lam. e *Zanthoxylum hyemale* St. Hil. na região de Santa Maria, RS**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n.45, jul./dez. 2002. p. 41-55.
- PEARSON, T.R.H.; BURSLEM, D.F.R.P.; GOERIZ, R.E. e DALLING, J.W. Regeneration niche partitioning in neotropical pioneer: effects of gap size, seasonal drought and herbivory on growth and survival. **Oecologia**, 137: 456-465. 2003.
- REICH, P.B.; BORCHERT, R., Water stress and tree phenology in a tropical dry forest in the lowlands of Costa Rica. **Journal of Ecology**, 72: 61-74. 1984.
- SELAYA, N.G.; ANTEN, N.P.R.; OOMEN, R.J.; MATTHIES, M.; WERGER, M.J. A. Above-ground biomass investments and light interception of tropical forest trees and lianas early in succession. **Annals of Botany**, 99: 141-151. 2007.
- SILVA, M.C.C. **Fenologia, maturação fisiológica e aspectos da germinação de sementes de *Platymiscium floribundum* Vog. no Parque Estadual Alberto Loefgren, Instituto Florestal, São Paulo**. Tese (Doutorado) São Carlos: UFSCar, 2005 126p.
- TOMAZELLO F^o, M.; BOTOSSO, P.C.; LISI, C.S. Análise e aplicação dos anéis de crescimento das árvores como indicadores ambientais: dendrocronologia e dendroclimatologia. In: N. Borlina Maia, H. L. Martos, W. Barreia (Org.) **Indicadores ambientais: conceitos e aplicações**. São Paulo EDUC. 1999. p.117-144.

DIVERSIDADE E ESTRUTURA DIAMÉTRICA DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA ALUVIAL NO MUNICÍPIO DE LAGES, SC

DIVERSITY AND DIAMETER STRUCTURE OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST REMNANT IN LAGES, SC

Paulo Henrique Xavier Ramos¹ Cilmar Dalmaso² André R. Terra Nascimento³ Alexandre Ferreira de Macedo⁴

RESUMO

As formações aluviais no domínio da Floresta Ombrófila Mista são pouco estudadas no estado de Santa Catarina, carecendo de dados básicos que auxiliem a tomadas de decisões envolvendo o manejo e a conservação destes remanescentes. Este estudo objetiva analisar aspectos estruturais de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, sendo mensurados todos os indivíduos com Diâmetro à altura do peito maior ou igual a 5 centímetros em unidades amostrais de 10x20 m (400m²). A floresta estudada apresentou um dossel multiestratificado, com espécies emergentes de grande porte e uma elevada densidade de indivíduos por hectare, distribuída em um alto valor de área basal por hectare. A distribuição em diâmetro evidenciou uma comunidade auto-regenerativa, seguindo o padrão J invertido, com um maior número de indivíduos pertencentes às primeiras classes da distribuição. Este remanescente, pelas características estruturais e funcionais apresenta grande importância na manutenção da biodiversidade deste tipo de fisionomia.

Palavras-chave: Planalto catarinense, formações ripárias, distribuição diamétrica, espécies arbóreas.

ABSTRACT

The alluvial formations in the Mixed Ombrophyllous Forest are little studied in Santa Catarina, and lack basic data that help decision-making involving the management and conservation of the remnants. This study aimed to analyze structural aspects of a remnant of Mixed Ombrophyllous Forest, and all trees with diameter at breast height equal or above to 5 cm was measured in plots of 10 × 20 m (400m²). The forest had a stratified canopy with large emerging species of high density of individuals, distributed at a high value of basal area per hectare. Diameter distribution showed a community self-regenerative, following the reversed-J shape, with a greater number of individuals belonging to the first class of distribution. This remnant, by structural and functional characteristics, has a great importance in maintaining the biodiversity of this type of physiognomy.

Key words: Catarinense plateaus, riparian formations, diameter distribution, tree species.

INTRODUÇÃO

A floresta Ombrófila Mista situa-se entre os 4° de latitude norte e os 14° de latitude sul, ocupando uma faixa altimétrica entre 600 e 2000 metros, restrita a poucos planaltos e serras ao norte do Brasil. A composição florística deste tipo de vegetação, dominada por gêneros primitivos como *Drymis* e *Araucaria* (Australásicos) e *Podocarpus* (Afro-asiático) sugere, em face da altitude e da latitude do planalto meridional, uma ocupação recente a partir dos refúgios alto-montanos (VELOSO *et al.* 1991).

As matas de galeria e formações ripárias em particular destacam a fitofisionomia principalmente no Planalto Serrano Catarinense, onde contrastam com vastas áreas de vegetação campestre. Apesar da importância estratégica reconhecida do ponto de vista conservacionista, pouco se conhece sobre a estrutura e funcionamento destes ecossistemas no Planalto Catarinense. A presença destas matas serpenteando os rios constitui em importantes corredores ecológicos para a fauna, exercendo também funções ecológicas peculiares no equilíbrio da bacia hidrográfica e na conservação dos solos desta região.

O ambiente ribeirinho caracteriza-se pela grande heterogeneidade de condições ecológicas que atuam na seletividade das espécies arbóreo-arbustivas. O regime dos rios e de oscilação do lençol freático exerce influência sobre o encharcamento do solo, afetando diretamente a vegetação, definindo as espécies que ocorrem em condições mais úmidas e as que são encontradas somente nas áreas mais secas. Neste sentido, o termo Mata de galeria, ou simplesmente

¹ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV, Lages, SC. E-mail: phxramos@gmail.com

² Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV, Lages, SC. E-mail: phxramos@gmail.com

³ Dr., Prof. Adj. do Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia - UFU, Uberlândia, MG. E-mail: arterra@inbio.ufu.br

⁴ M.Sc., Prof. da Universidade do Estado de Santa Catarina - UDESC/CAV, Lages, SC.

Mata galeria, foi originalmente criado, visando caracterizar aquela vegetação que margeia riachos, córregos e rios estreitos em que as copas das árvores se encontram formando uma galeria sobre o curso de água (MARTINS, 2007).

As formações aluviais no Domínio da Floresta Ombrófila Mista no Estado de Santa Catarina são pouco estudadas, carecendo de informações básicas sobre a estrutura e aspectos silviculturais destes ecossistemas e das espécies arbóreas de importância econômica e/ou ecológica. Neste sentido, este trabalho aborda aspectos relativos à estrutura de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial, analisando a estimativa da diversidade de espécies arbóreas e a distribuição em diâmetro da comunidade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Floresta Ombrófila Mista apresentava-se multiestratificada, com diferentes padrões fisionômicos e estruturais. Nos padrões florestais melhor desenvolvidos e adensados distinguia-se, logo abaixo da copa da Araucária, um estrato contínuo constituído de elementos latifoliados estacionais ou sempre-verdes - conforme a situação geográfica. Importantes diferenças fisionômicas, estruturais e florísticas deste tipo de vegetação permitem subdividi-la nas seguintes formações fitoecológicas: Aluviais, Montanas e Alto-montanas (LEITE, 2002). Acompanhando as planícies sedimentares recentes dispersas em diferentes latitudes e altitudes e sujeitas a inundações periódicas, ocorre um tipo de formação denominada de *aluvial*. Nelas a *Araucaria angustifolia* está geralmente associada com o branquilha (*Sebastiania commersoniana*), murta (*Blefarocalyx salicifolius*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*), açoita-cavalo (*Luehea divaricata*) e diversas espécies de Myrtaceae (LEITE & KLEIN, 1990).

A predominância de uma ou mais formas biológicas determina o tipo de vegetação que cobre uma determinada área. Estes diferentes tipos de vegetação se denominam também de formações ou fitofisionomias (CABRERA, 1971). Tal conceito tem sido empregado principalmente para realizar classificações fisionômicas e florísticas da vegetação. Estudos mais detalhados a partir de critérios, como a composição de espécies e análises quantitativas com o uso dos métodos fitossociológicos permite verificar heterogeneidade e fazer várias inferências (RODRIGUES, 1989) para uma melhor caracterização da vegetação em seus diversos aspectos estruturais e fitogeográficos.

No estado de Santa Catarina uma síntese fitogeográfica do território estadual (KLEIN, 1978) divide a vegetação primitiva em seis formações vegetais bem distintas. No Planalto Catarinense prevalece a formação dos Campos, sob clima Ombrófilo, marcado pela ocorrência de longo período frio (quatro a seis meses - Temperatura média (tm) menor ou igual a 15°C) e curto período quente (até três meses, T média menor ou igual a 20°C) (ATLAS DE SANTA CATARINA, 1986). Esta região fitoecológica se distribui no Planalto interior do Sul do Brasil, acima de 500/600m de altitude, principalmente em terrenos de rochas efusivas ácidas e cobertura sedimentar gonduânica da Bacia do Paraná, com pluviosidade anual elevada e bem distribuída (1500 a 2250mm) e sem amplitude térmica (LEITE, 2003). A fisionomia da vegetação é caracterizada pela acentuada predominância do estrato herbáceo graminóide (ATLAS DE SANTA CATARINA, 1986), entremeadado por elementos arbustivos ou arbóreos, dispersos ou em grupos formando às vezes, formações aluviais e capões.

Além disto, as florestas de galeria e capões são importantes elementos das formações estépicas do Sul do Brasil, as quais se desenvolvem a partir das nascentes dos cursos de água e dos riachos, coalescendo, freqüentemente, em amplas e irregulares comunidades florestais. Os capões possuem forma arredondada. Aqueles representantes da Floresta Ombrófila Mista, como as florestas de galeria, têm as orlas compostas por espécies heliófilas como *Myrcia bombycina* (guamirim-do-campo), *Myrceugenia euosma* (guamirim), *Sebastiania commersoniana* (branquilha), *Lithraea brasiliensis* (pau-de-bugre), *Ilex paraguariensis* (erva-mate), dentre outras (LEITE & KLEIN, 1990)

MATERIAL E MÉTODOS

Localização da área de estudo

Este estudo foi desenvolvido em remanescente de Floresta Ombrófila Mista Aluvial (Figura 1), situado nas proximidades do Município de Lages, região do Planalto Serrano do Estado de Santa Catarina, denominado localmente como Vale das Trutas. Este tipo de vegetação encontra-se em estágio de sucessão secundária avançada (CASTELLA & BRITES, 2004) e acompanha um curso de água de pequeno tamanho. Na área podem ser observados indivíduos de grande porte de *Matayba elaeagnoides* e *Blepharocalyx salicifolius* como indivíduos emergentes ao dossel e indivíduos de Xaxim (*Dicksonia sellowiana*) nos trechos onde o solo encontra-se mais encharcado e com declividade mais acentuada. O remanescente apresenta trechos de difícil acesso ao seu interior, o que pode ter dificultado a exploração de madeira e contribuído para o atual estado de conservação da área. Atualmente as bordas do fragmento são circundadas por plantios de *Pinus* spp. e campos naturais de altitude, onde se pratica a pecuária extensiva.

A região apresenta um clima tipo Cfb, segundo Köppen, ou seja, clima mesotérmico com verões temperados, possuindo média do mês mais frio abaixo de 11 °C e média pluviométrica anual de 1400 mm. A área amostrada está localizada na Unidade Geomorfológica Planalto de Lages, drenada pelo rio Canoas. Os solos são classificados como Cambissolo húmico álico (ATLAS DE SANTA CATARINA, 1986).

Coleta e análise dos dados da vegetação arbórea

Para a análise da vegetação arbórea foi utilizado o método de parcelas com distribuição sistemática ao longo do curso de água (PÉLLICO NETO & BRENA, 1997) e mensurados todos os indivíduos com DAP maior ou igual a 5 centímetros (15,78 cm de Circunferência à altura do peito) em vinte e cinco parcelas de 10x20 m (200m²). As parcelas foram alocadas ao longo do curso de água (paralelas ao mesmo) e buscando cobrir a maior variedade de ambientes dentro da floresta. Para cada indivíduo incluído na amostragem foi mensurado a Circunferência à altura do peito - CAP (centímetros) e estimados a alturas totais e comerciais e, também, a estratificação de cada indivíduo em relação ao dossel.

A identificação das espécies foi feita no local, e para as espécies não identificadas, foi coletado material botânico fértil ou estéril para posterior determinação. O material botânico coletado foi comparado com a bibliografia especializada e, quando não foi possível a sua identificação o mesmo foi encaminhado para especialistas.

A diversidade da comunidade arbórea foi analisada, usando o Índice de diversidade de Shannon e Equabilidade de Pielou, juntamente com os dados fitossociológicos básicos sendo utilizado o Programa Fitopac Shell versão 1.6 (Shepherd, 2006). Os indivíduos bifurcados foram considerados como somente um indivíduo, em termos de densidade, e tiveram a sua área basal somadas considerando todos os fustes à 1,3 metros.



FIGURA 1: Aspecto da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Vale das Trutas, Município de Lages, SC. Notas as espécies arbóreas que constituem o dossel e a presença de epífitas caracterizando este tipo fisionômico.

As análises envolvendo a distribuição em diâmetro e seu ajuste usando as funções de densidade probabilística, Log-normal e Exponencial foram efetuadas no programa STATISTICA 6.0. O ajuste de cada função foi analisado com base no R² ajustado, no valor de probabilidade calculada e na diferença entre os dados observados e o seu posterior ajuste. Desta forma, a função com maior valor de R² e sua probabilidade e, também, com a menor diferença entre os dados observados e ajustados foi interpretada como a melhor função.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista Aluvial do Vale das Trutas apresentou uma elevada densidade de indivíduos (1025 indivíduos), estando a sua maior parte representada por indivíduos de pequeno a médio tamanho. Elevados valores de densidade são mencionados para outros tipos fisionômicos dentro do domínio da Floresta Ombrófila Mista. A diversidade da comunidade arbórea está representada por um índice de Shannon de H' = 3,6 nats./ind. e um total de 67 espécies. Do total das espécies encontradas, somente uma não foi identificada até o momento e duas foram determinadas ao nível de família. Os gêneros *Ilex* (3 espécies), *Eugenia* (3 espécies), *Sebastiania* (2 espécies) e *Casearia* (2 espécies) apresentaram a maior riqueza de espécies. Estes quatro gêneros são característicos de

formações da Floresta Ombrófila Mista e reportam a representatividade deste remanescente no domínio deste tipo de vegetação no sul do Brasil.

A área basal da comunidade pode ser considerada alta ($41,02 \text{ m}^2 \cdot \text{ha}^{-1}$) e com uma distribuição relativamente equilibrada entre os indivíduos na comunidade (Equabilidade de Pielou= 0,86). Desconsiderando os indivíduos bifurcados e trifurcados ($N= 25$), na comunidade podem ser observados valores significativos de densidade de espécies de importância econômica, como *Cabralea canjerana* (121 ind.) e *Cedrella fissilis* (18 ind.). Por outro lado, espécies características de ambientes alagados como *Sebastiania brasiliensis* e *Inga virescens* também foram encontradas e caracterizam este remanescente de vegetação.

A distribuição em diâmetro da comunidade arbórea seguiu o padrão “J reverso” ou “J invertido” denotando uma comunidade com potencial de regeneração e com muitos indivíduos jovens em relação ao número de indivíduos adultos (Figura 1 e 2).

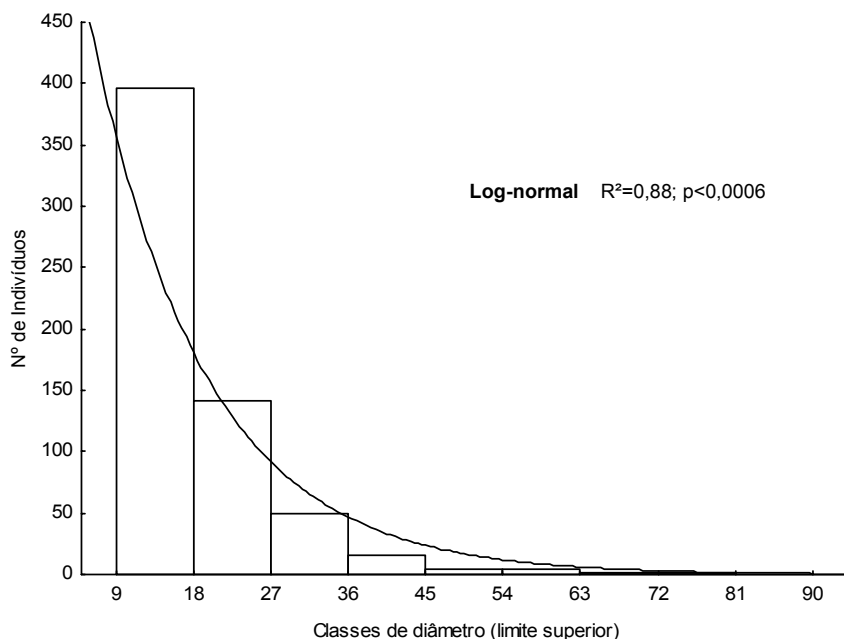


FIGURA 1: Distribuição diamétrica observada (colunas) e ajustada (linha cheia) usando uma Distribuição Log-normal (KS d= 0,0838; $p<0,01$) Todos os indivíduos com DAP maior ou igual a 5 cm estão representados na distribuição.

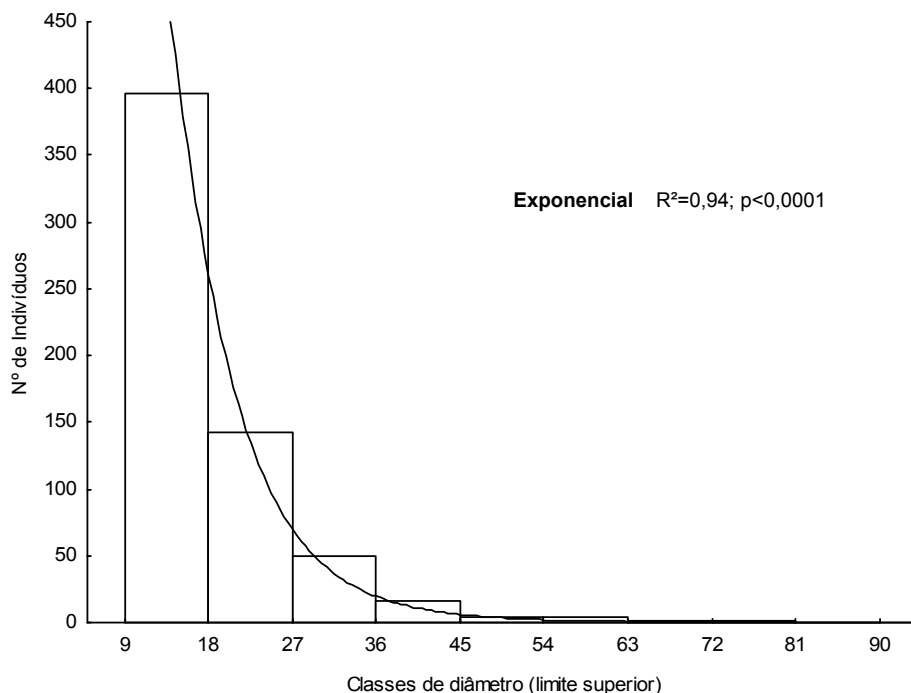


FIGURA 2: Distribuição diamétrica observada (colunas) e ajustada (linha cheia) usando uma Exponencial (KS d= 0,0673; $p<0,01$). Todos os indivíduos com DAP maior ou igual a 5 cm estão representados na distribuição.

Somente as duas primeiras classes (5-20 cm) englobam cerca de 80% dos indivíduos amostrados na floresta. Este padrão é reportado para outros tipos de vegetação, com maior participação do componente arbóreo como Florestas tropicais mistas (ALDER, 1995), Florestas de galeria (FELFILI, 1997) e Florestas estacionais decíduais (NASCIMENTO *et al.* 2004).

A distribuição exponencial se ajustou melhor aos dados ($R^2= 0,95$; $p<0,0001$), principalmente para os indivíduos com menores diâmetros (Figura 2), que estão representados por um maior número de indivíduos na floresta. Por outro lado, a distribuição Log-normal superestimou o número de indivíduos nas duas primeiras classes e apresentou um pior ajuste, que se manteve com o aumento da amplitude em diâmetro.

Este tipo de distribuição decrescente já foi ajustado para outros remanescentes de Floresta Ombrófila Mista no Sul do Brasil. Neste sentido, Schneider (1993) menciona que para sua descrição deve ser empregado um método que defina a curva característica em forma de “J invertido” de florestas inequiduais. Este tipo de distribuição de frequência descrito para uma Floresta Ombrófila Mista no estado do Rio Grande do Sul, seguiu uma curva exponencial negativa e apresentou um bom ajuste usando, neste caso, uma distribuição Beta.

Um aspecto relevante deste remanescente é a elevada densidade distribuída em um alto valor de área basal por hectare. Este aspecto, analisado em conjunto com a distribuição diamétrica, destacam características desejáveis em programas de manejo e conservação *in situ* de recursos genéticos em florestas naturais. A presença da regeneração natural dos indivíduos nas primeiras classes mostra que existe produção de sementes e muitas espécies estão recrutando novos indivíduos na comunidade.

CONCLUSÕES

A vegetação arbórea da Floresta Ombrófila Mista Aluvial do Vale das Trutas apresentou uma elevada densidade de indivíduos e uma estimativa de diversidade dentro dos limites encontrados em remanescentes deste tipo de vegetação, no domínio da Floresta Ombrófila Mista do Sul do Brasil.

A distribuição em diâmetro evidenciou uma comunidade arbórea com bom potencial de regeneração natural, com indivíduos representados em todas as classes de diâmetro. O grande número de indivíduos pertencentes às primeiras classes da distribuição e o decréscimo relativamente gradual com a amplitude em diâmetro, confere a comunidade um bom estoque de indivíduos, característica desejável em programas de Conservação *in situ* de recursos genéticos florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALDER, D. Growth modelling for Mixed Tropical forests. Tropical forest papers. Oxford: Oxford Forestry Institute, 1995. 231p.
- CABRERA, A. L. Fitogeografia de la Republica Argentina. Boletín de la Sociedad Argentina de Botánica, Buenos Aires, v.14, n.1-2., p.1-42, 1971.
- CASTELLA, P. R.; BRITZ, R. M. (orgs) A floresta com Araucária no Paraná. Brasília: FUFEP/PROBIO, 2004. 233p.
- FELFILI, J. M. Comparison of dynamics of two Gallery Forests in Central Brazil. In: IMAÑA-ENCINAS, J.; KLEIN, C. (Orgs.) Proceedings of the International Symposium on Assessment and Monitoring of Forest in Tropical Dry Regions with Special Reference to Gallery Forests. Brasília: Universidade de Brasília. 1997, p.115-124.
- KLEIN, R. M. Mapa Fitogeográfico de Santa Catarina. Florianópolis, SC: Sudesul, Fatma e Hbr, SC, 1978. 24p.
- LEITE, P. F. Contribuição ao conhecimento fitoecológico do Sul do Brasil. Ciência & Ambiente, Santa Maria, v.24, p.51-73, 2002.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, p.113-150, 1990.
- LEITE, P. F. Vegetação primária do Sul do Brasil. In: SIMPÓSIO REGIONAL DE MATA CILIAR, 2., 2003, Marechal Cândido Rondon. Anais... Marechal Cândido Rondon-PR: UNIOESTE, 2003, p. 65-69.
- MARTINS, S. V. Recuperação de Matas Ciliares. 2ª edição. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2007. 255p.
- NASCIMENTO, A. R. T; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. L. Florística e estrutura de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta no município de Monte Alegre, GO, Brasil. Acta Botanica Brasílica, v.18, n. 3, p.659-669, 2004.
- PÉLLICO NETO, S. ; BRENA, D. A. Inventário Florestal. Curitiba: Editado pelos autores. 1997, 316p.
- RODRIGUES, R. R. Análise estrutural das formações florestais ripárias. In: SIMPÓSIO SOBRE MATA CILIAR, 1989, Campinas. Anais... Campinas: FUNDAÇÃO CARGILL, 1989, p. 99-119.

SANTA CATARINA. Gabinete de Planejamento e Coordenação Geral. Atlas de Santa Catarina. Florianópolis: GAPLAN, 1986.

SCHNEIDER, P. R. Introdução ao manejo florestal. Santa Maria: FATEC. 1993. 348p.

SHEPHERD, G.J. *FITOPAC versão 1.6*. Departamento de Botânica: Unicamp. 2006.

STATSOFT, INC 1995. *STATISTICA for Windows- version 6.0*. [Computer program manual] Tulsa OK.

VELOSO, H. P.; RANGEL FILHO, A. L. R.; LIMA, J. C. A. Classificação da vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1991. 124 p.

CRESCIMENTO E RENTABILIDADE DE PLANTIOS DE *Pinus taeda* L. NA MARGEM DO RIO URUGUAY, ARGENTINA

GROWTH AND PROFITABILITY OF *Pinus taeda* L. PLANTATIONS IN THE URUGUAY RIVER BORDER, ARGENTINE

Raúl Vicente Pezzutti¹ Frederico Dimas Fleig² Paulo Renato Schneider¹ Silvana Lúcia Caldato²

RESUMO

O presente trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o crescimento e a rentabilidade de plantios de *Pinus taeda* em 3 sítios localizados na margem do Rio Uruguay, no nordeste da província de Corrientes, Argentina. Em cada sítio foram estabelecidas 3 parcelas circulares de 500 m² de maneira aleatória. Foram medidos a altura total e o diâmetro à altura do peito das árvores e determinado o número de árvores por parcela. Com as alturas das 5 árvores mais grossas determinou-se a altura dominante de cada parcela. Valores médios para todas as variáveis por sítio foram estimados. Foram avaliadas as profundidades efetivas (PE) do solo e realizadas análises químicas. Com as alturas dominantes aos 7 anos de idade por sítio foram definidos os índices de sítio. Simularam-se as produções por sítio considerando um esquema de corte raso aos 14 anos (CR14) e outro com desbastes aos 7 e 11 anos e corte raso aos 21 anos (D7,11-CR21). Realizaram-se análises econômicas com as produções dos 3 sítios e esquemas de manejo. Os índices de sítio foram S1: 23,8; S2: 23,0; e S3: 15,1 para uma idade índice de 15 anos. O esquema de manejo D7,11-CR21 apresentou em geral os melhores resultados econômicos (VPL: 718 US\$ ha⁻¹; TIR: 10,1 %; R(B/C): 1,33; CMPr.: 11,6 US\$ m⁻³ e o máximo VAE: 71,7 US\$ ha⁻¹). Com os resultados obtidos concluiu-se que os 2 sítios com maiores PE do solo (superior a 58 cm) e fertilidade apresentaram as maiores produtividades, assim como, os melhores resultados econômicos. O resultado econômico é positivo e competitivo nos sítios produtivos (S1 e S2), enquanto que, no sítio de baixa produtividade (S3) o resultado é negativo, não sendo recomendável o plantio de *Pinus taeda* neste sítio de baixa produção.

Palavras-chave: produção florestal, investimento, valor presente líquido, taxa interna de retorno, sítios naturais.

ABSTRACT

The aim of this research was to evaluate the growth and profitability of *Pinus taeda* plantations in three sites located in the Uruguay River border, northeast of Corrientes province, Argentine. On each site were established 3 circular plots of 500 m² in a randomized way. Measurements of total height and diameter breast height (dbh) were realized; and the number of trees per plot was determined. The dominant height was determined with the total height of the 5 trees with the biggest dbh per plot. Mean values for all the variables were estimated. Chemical soil analyses and determination of effective soil depth were realized on each site. With the dominant height at 7 year old the site index per site was determined. Production simulations were realized per site using 2 management systems: a) Clear cut at 14 years without thinning (CC14) and b) thinning at 7 and 11 years and clear cut at 21 years (T7,11-CC21). Economical analyses were done with the production of the 3 sites and management systems simulated. The site index for each site was: Site 1: 23,8; Site 2: 23,0; Site 3: 15,1 for an index age of 15 years. The management system T7,11-CC21 showed, in overall, the best economical results (Net Present Value: 718 US\$ ha⁻¹, IRRs: 10,1 %, Ratio (Benefits/Costs): 1,33 Mean Cost Production: 11,6 US\$ m⁻³ and the maximum Annual Equivalent Value: 71,7 US\$ ha⁻¹). By the results obtained it was concluded that the 2 sites (sites 1 and 2) with more effective soil depth and fertility showed the greatest productions and the best financial returns. The economical result was positive and competitive on the productive sites (Sites 1 and 2) while in the site with low productivity (Site 3) the result was negative, not being recommended the *Pinus taeda* plantations on this site of low production.

Key words: forest production, investment, net present value, internal rate of returns, natural sites.

-
1. Engenheiro Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Campus Universitário, 97.119-900, Santa Maria, RS. raulpezzutti@yahoo.com.br;
 2. Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Campus Universitário, 97.119-900, Santa Maria, RS. fdfleig@smail.ufsm.br;
 3. Professor Doutor do Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Campus Universitário, 97.119-900, Santa Maria, RS. paulors@smail.ufsm.br
 4. Engenheiro Florestal, Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Campus Universitário, 97.119-900, Santa Maria, RS. scaldato@yahoo.com.br;

INTRODUÇÃO

A superfície de plantios florestais na Argentina esta-se incrementando anualmente. Na região Mesopotâmica (províncias de Misiones, Corrientes e Entre Ríos) a superfície florestal totaliza 588.731 hectares nas quais predominam as plantações de *Pinus sp.* (SAGPyA, 2001). Uma grande proporção desta superfície plantada corresponde a *Pinus taeda* implantado na província de Corrientes.

O Nordeste Argentino apresenta vantagens ambientais e desenvolvimentos tecnológicos que permitem atingir elevadas produtividades com *Pinus taeda* e *Eucalyptus grandis*, entre outras espécies.

Na região, os diversos tipos de solos com suas limitações, fazem ocorrer diferentes sítios naturais. Nestes, são aplicados diferentes esquemas de manejo pelos produtores florestais, porém poucas informações estão disponíveis sobre o impacto que essas diversas situações têm sobre a produtividade e sobre os retornos financeiros dos investimentos.

A diferenciação de sítios e o uso de determinados esquemas de manejo florestal, leva à obtenção de resultados econômicos que podem ser mais ou menos favoráveis para o produtor. Uma forma prática de avaliar a conveniência de realizar plantios florestais em diferentes sítios, e com determinados esquemas de manejo, é avaliar a produção e os resultados econômicos a ser obtidos considerando os preços e custos atuais do mercado regional.

O objetivo do presente trabalho é avaliar o crescimento e rentabilidade de plantios de *Pinus taeda* em três sítios localizados na margem do Rio Uruguay do nordeste Argentino.

MATERIAL E MÉTODO

Localização e características da área

A área em estudo está situada na margem do Rio Uruguay, Departamento de Santo Tomé, Província de Corrientes, Argentina. As coordenadas geográficas do local são 28° 27' 00'' de Latitude Sul e 55° 54' 00'' de Longitude Oeste. A altitude da área varia entre 90 e 120 metros sobre o nível do mar.

O clima da região é do tipo Cfa (Köppen, 1948) sendo um clima mesotermal, cálido temperado, sem estação seca, com precipitação máxima no outono e verões muito cálidos. A temperatura média anual é de 20,5 °C e a precipitação média anual de 1867 mm. Os solos da região são variáveis sendo as séries Diaz de Vivar, San Luis e Puerto Hormiguero encontradas na região em estudo, entre outras. Existem na área de estudo variações de solo importantes (profundidade efetiva, textura, fertilidade, etc.). Descrições sobre os solos da província e sua aptitude florestal são apresentadas por Escobar (1990) e Ligier et al. (1996).

O trabalho foi realizado em plantios de *Pinus taeda*, de 7 anos de idade com espaçamento inicial de 4 m entre linhas x 1,75 m entre plantas da linha. Os plantios foram estabelecidos numa área na qual a floresta anterior tinha sido totalmente queimada por um incêndio florestal. Após vários anos do incêndio a área foi re-habilitada realizando-se um movimento dos resíduos com arraste mecânico superficial e grade posterior seguido de preparo do solo com subsolagem a 90 cm na linha de plantio quando possível. Foi realizada uma adubação fosfatada na linha e controle químico das ervas daninhas na área total por dois anos após o plantio.

Levantamento de dados

Com o uso de um mapa de produtividade fornecido pela empresa Forestal Bosques del Plata S.A. (BDP) e gerado com dados de inventario próprio da empresa, foram identificadas 3 zonas de produtividade nas quais foram estabelecidas de maneira aleatória, em cada uma delas, 3 parcelas circulares de 500 m². Dados de altura total e diâmetro a altura do peito, foram levantados assim como observações sobre anomalias detectadas nas árvores.

Segundo as informações recebidas da empresa, nos sítios 1 e 2 tinha sido realizado recentemente (com um mês de anterioridade às avaliações) o desbaste operacional (seletivo) visando deixar em pé 700 árvores /ha.

Em cada uma das áreas identificadas como zonas de produtividade (sítios) foram realizadas trincheiras para avaliar a profundidade efetiva do solo. Nas três áreas foram tomadas amostras compostas de solo a uma profundidade de 10 cm para determinar as propriedades químicas do solo. As amostras foram analisadas no Laboratório do INTA Cerro Azul, Misiones. Em cada área foi realizada uma caracterização visual do solo e do ambiente.

Cálculo de Crescimento e Produção

Com os dados levantados foram determinadas por parcela e por sítio as alturas dominantes, alturas médias, diâmetro médio e número de árvores por parcela. Com as alturas dominantes por sítio aos 7 anos de idade foi realizada uma simulação da produção (Software Sispinus V. 2006, Embrapa Florestas) para dois esquemas de manejo típicos da região.

Esquema 1: sem desbastes, corte raso aos 14 anos;

Esquema 2: primeiro desbaste aos 7 anos (700 árvores remanescentes/ha), segundo desbaste aos 11 anos (350 plantas remanescentes/ha) e corte raso aos 21 anos.

Custos e Preços

Os custos de implantação foram calculados considerando como base os apresentados na resolução N° 75/2007 (Ministério de Economía y Producción, Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación, Argentina). Sobre o custo apresentado para a zona Nordeste da Província de Corrientes com 833 plantas /ha foi aplicado um incremento de um 58,5 % para obter o custo de plantio atual com 1428 plantas /ha (a % aplicada foi gerada em função da densidade de plantas /ha e da inflação considerada desde o período compreendido entre o início da aplicação da resolução e o momento presente). Os custos considerados por hectare expressados em dólares foram: - Implantação: 790,0; - Administração: 25 / ano; - Arrendamento: 80 (Sítio 1); 60 (Sítio 2); 12 (Sítio 3) / ano; - Manutenções: Ano 1 (150 US\$/ha); Ano 2 (40 US\$/ha); Anos 3, 6, 9, 12, 15 e 18: (35 US\$/ha) e anos restantes (10 US\$/ha/ano). (correspondem ao controle de ervas daninhas e formigas no primeiro ano e controles de formiga posteriores). Os valores apresentados correspondem a valores de mercado e de experiências atuais da região informados por profissionais do setor florestal.

Os preços utilizados foram valores de madeira em pé. Para a obtenção dos valores em pé foram utilizados como base os valores apresentados pelo Colégio de Engenheiros Florestais da Província de Misiones atualizados ao mês de Agosto de 2008. Os preços de produtos para serraria e laminado foram os indicados para a província de Corrientes, zona Norte, e o preço de madeira fina para celulose correspondeu ao valor indicado para a zona Sul da Província de Misiones. Em todos os casos, dos preços da madeira posta na indústria foi descontado o custo de colheita e frete. No caso de madeira para serraria e laminado foi considerado um cenário com um raio de abastecimento de 50 km para madeira serrada e de 100 km para madeira triturável. (Este cenário foi considerado pensando que, dada a quantidade de madeira fina que existe na região, é lógico que durante os próximos 7 anos seja estabelecida uma indústria que processe o material triturável).

Os preços da madeira em pé considerados nos cálculos podem ser observados na Tabela 1, os mesmos são apresentados por tipo de produto, sendo especificados os diâmetros na ponta fina para cada um destes e conforme o tipo de intervenção realizada (Corte Raso, desbaste de 11 anos, desbaste de 7 anos). Embora que em muitos trabalhos esta diferenciação não é apresentada, porém deve ser considerada, pois na realidade operacional, os custos de colheita variam conforme cada intervenção sendo sempre mais custoso colher árvores de menores diâmetros. Esta situação pode originar valores negativos para a madeira em pé, como é o caso do material triturável proveniente de desbaste aos 7 anos de idade.

TABELA 1:Preços da madeira em pé para a condição de corte raso, desbaste aos 11 anos e desbastes aos 7 anos.

Produto (comprimento da tora)	Diâmetro na ponta fina (cm)	Corte raso (US\$ m ⁻³)	Desbaste 11 anos (US\$ m ⁻³)	Desbaste 7 anos (US\$ m ⁻³)
Triturável (2,2 m)	8 – 16	2,9	1,3	0*
Serraria I (2,4 m)	16 – 28	16,3	14,7	12
Serraria II (2,4 m)	28 – 34	26,9	25,3	22,6
Laminado (2,2 m)	> a 34	33,7	32,1	29,4

* (o valor em pé calculado é -1,3 US\$/m³, neste caso é indicado o valor 0 para o preço e computado o valor negativo na análise).

Métodos de avaliação econômica

Para os três sítios estudados foram avaliados economicamente dois esquemas de manejo normalmente usados na região. Os métodos utilizados foram o VPL (Valor Presente Líquido); a TIR (Taxa Interna de Retorno); a R (B/C) (Razão Benefício/Custo) e CMPr. (Custo Médio de Produção).

Com a finalidade de comparar os sítios e os esquemas de manejo considerados foi realizada uma análise de equivalência determinando-se o VAE (Valor Anual Equivalente) sendo fixado um horizonte de planejamento de 21 anos. As metodologias de cálculo usadas são especificadas por Schneider (2006).

RESULTADO E DISCUSSÃO

Características dos sítios em análise

Na Tabela 2 são apresentados as características dos sítios em estudo e na Tabela 3 os resultados das análises química de solo dos mesmos.

TABELA 2: Caracterização da profundidade efetiva do solo e do ambiente por sítio

Sítio	Profundidade efetiva do solo (m)	Cor do solo e textura	Pedras em superfície	Vegetação presente
S1	> 2	Vermelho / Argilosa	Não possui	Não possui
S2	0,57	Bruno escuro / Franco - argilosa	Poucas, isoladas	Gramíneas, escassa
S3	0,28	Vermelho claro / Franco - argilo - arenosa	Abundantes	Gramíneas, muito escassa

TABELA 3: Elementos químicos e propriedades químicas do solo para os três sítios em estudo.

Sítio	MO	C	NT	V	C/N	P	K	Ca	Mg	Na	S	CIC	Al	pH	
	g/Kg					mg/Kg	cmol _c /Kg								
S1	23,1	13,4	1,9	48,4	9,13	3,6	0,06	4,5	1,66	0,02	6,24	12,87	0,32	5,0	
S2	25,7	14,9	1,6	32,0	12,1	6,4	0,07	2,8	1,37	0,02	4,26	13,29	0,42	4,9	
S3	8,5	4,9	0,6	18,1	10,7	1,7	0,04	0,7	0,72	0,02	1,47	8,16	1,79	4,6	

MO: Matéria Orgânica, C (Carbono, Fac. Oxi.), NT (Nitrogênio Total), V (Saturação de bases); S (Soma de bases). Métodos: Matéria orgânica (semimicro Walkley- Black), Nitrogênio Total (semimicro Kjeldahl), Fósforo extraível (Bray-Kurtz 1), Cátions de intercâmbio (extraídos com Acetato de Amônio 1.0 N a pH 7.0) e pH (em água 1:2,5).

Na Tabela 2 pode observar-se que, com relação à profundidade efetiva (PE) do solo, o sítio S1 é o mais profundo seguido do sítio S2 e sendo o sítio S3, o de menor profundidade. A profundidade esteve determinada pela presença de uma camada de impedimento rochosa. Segundo Fernandez et al. (1999), para a província de Misiones aonde as condições são muito similares a área de estudo, as terras com PE > 1 m são consideradas aptas para a implantação de bosques, enquanto que, as que possuem profundidades entre 0,5 e 1 m são consideradas moderadamente aptas e as de profundidades inferiores a 0,5 m são consideradas como não aptas. Com relação aos conteúdos de nutrientes pode-se observar (Tabela 3) que os sítios S1 e S2 são mais férteis que o sítio S3. O conteúdo de Matéria orgânica e CIC é consideravelmente superior também nos sítios S1 e S2.

Crescimento e produção

Os resultados de crescimento médio obtido para as variáveis altura dominante, altura média, diâmetro à altura do peito e o número de árvores por hectare são apresentados na Tabela 4.

TABELA 4: Valores médios de altura dominante, altura média, diâmetro à altura do peito e número de árvores/ha dos plantios de *Pinus taeda* aos 7 anos de idade nos três sítios em estudo.

Sítio	Altura Dominante	Altura Média	Dap Médio	Nº Árvores / hectare
	(m)	(m)	(cm)	
1	13,6	12,8	19,3	660
2	13,1	12,3	17,2	640
3	8,8	6,9	8,9	1360

Na Tabela 4 pode-se observar em todas as variáveis de crescimento que os sítios 1 e 2 são extremamente superiores ao sítio 3 sendo o sítio 1 o que apresentou os melhores crescimentos. No sítio 3 não foram realizados desbastes apresentando conseqüentemente maior número de árvores por hectare. Foi observado neste último sítio que as árvores, em geral, apresentavam as folhas amareladas.

Com as alturas dominantes e o uso de simulador de crescimento foram determinados os índices de sítio para cada sítio em análise. Os valores obtidos para cada um destes foram: S1 (IS 23,8); S2 (IS 23,0) e S3 (IS 15,1). Foram simulados os crescimentos e as produções para cada sítio conforme os esquemas de manejo definidos. Os resultados são apresentados na Tabela 5 para o esquema sem manejo (com corte raso aos 14 anos) e na Tabela 6 para o esquema com desbastes.

TABELA 5: Produção simulada para os três sítios em estudo com rotação de 14 anos sem desbastes.

Produtos			Produção (m ³ ha ⁻¹) / Sítio		
Destino	Classes diâmetro ponta fina (cm)	Comprimento da tora (m)	S1	S2	S3
Energia	0-8		19,0	21,8	22,1
Triturável	8 a 16	2,2	130,0	120,5	113,9
Serraria I	16-28	2,4	407,7	379,4	52,0
Serraria II	28-34	2,4	11,3	6,4	0,0
Laminado	mais de 34	2,2	0,0	0,0	0,0
TOTAL			568,0	528,1	188,0

TABELA 6: Produção simulada para os três sítios em estudo com rotação de 21 anos e desbastes aos 7 e 11 anos.

Produtos		Produção (m ³ ha ⁻¹) / Sítio								
Destino	dpf *(cm)	Desbaste 7 anos			Desbaste 11 anos			Corte Raso 21 anos		
		S1	S2	S3	S1	S2	S3	S1	S2	S3
Energia	0-8	10,3	9,7	10,8	5,4	5,0	5,8	6,6	4,9	6,0
Triturável	8 a 16	50,8	46,9	5,6	31,1	31,4	26,1	23,2	28,5	25,2
Serraria I	16-28	7,1	5,2	0,0	75,6	66,7	0,3	167,2	159,6	123,2
Serraria II	28-34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	146,3	147,8	20,3
Laminado	mais de 34	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	156,2	125,0	0,0
TOTAL		68,2	61,8	16,4	112,1	103,1	32,2	499,5	465,8	174,7

*dpf: diâmetro na ponta fina

Os resultados apresentados na Tabela 5 mostram como o sítio 1 que possui a maior altura dominante aos 7 anos, apresenta a maior produção aos 14 anos com valores de 568 m³/ha sendo que, o sítio 2 que apresenta uma altura menor aos 7 anos, alcança uma produção menor aos 14 anos sendo a produção total de 528 m³/ha. Ambas produtividades são consideradas elevadas na região enquanto que a produção do sítio 3 de 188 m³/ha é considerada muito baixa. Valores de crescimento superiores aos estimados para o sítio 1 foram apresentados por Pezzutti et al. (2006) para solos profundos vermelhos da região, sendo que no sítio apresentado pelos autores a condição era de primeira rotação sem movimento superficial do solo como o realizado na área de estudo.

Na Tabela 6 pode-se observar a produção obtida nos desbastes e corte raso por sítio. Valores similares de produção ao sítio S1 foram apresentados por Cubbage et al. (2007) para plantios do nordeste da província de Corrientes.

Avaliação econômica

Os resultados econômicos obtidos nos três sítios com os esquemas de manejo avaliados são apresentados na Tabela 7.

TABELA 7: Resultados econômicos e valor anual equivalente com horizonte de 21 anos para três sítios do nordeste Argentino com dois esquemas de manejo tradicionais.

Esquema	Sítio	VPL (US\$ ha ⁻¹)	TIR %	R (B/C)	CMPr. (US\$ m ⁻³)	VAE (US\$ ha ⁻¹)
Corte raso 14 anos	S1	542,91	10,50	1,28	10,09	54,20
	S2	496,49	10,40	1,28	9,94	49,60
	S3	-989,83	-3,60	0,29	21,73	-98,80
Desbastes 7 e 11 anos; Corte raso 21 anos	S1	718,00	10,10	1,33	11,60	71,70
	S2	629,60	10,00	1,32	11,39	62,90
	S3	-954,20	1,60	0,36	25,62	-95,30

Nos resultados apresentados observa-se que, o sítio S1 apresenta os maiores valores de VPL; TIR, R e CMPr. tanto para o esquema de corte raso aos 14 anos como para o esquema de desbastes aos 7 e 11 anos e corte raso aos 21

anos. O sítio S2 apresenta valores aproximados, porém sempre menores ao sítio S1. Os valores destes sítios (S1 e S2) são similares aos valores apresentados por Cubbage et al. (2007) para o nordeste de Corrientes trabalhando com *Pinus taeda*.

Schneider (2006) para o estado de Rio Grande do Sul obteve melhores resultados econômicos, os preços utilizados foram consideravelmente superiores aos vigentes na região do Nordeste Argentino. É importante mencionar que o autor inclui a poda nos tratamentos e que, no presente trabalho, a mesma não foi considerada devido à falta de preços consolidados de madeira podada no mercado local. Na atualidade, baseados em experiências internacionais, diversos produtores da região estão realizando podas com a finalidade de melhorar a rentabilidade florestal.

O sítio S3 apresenta resultados negativos devido a sua baixa produtividade sendo observado que, a realização de florestas nestas condições, é um erro que deve ser evitado já que além de perda de dinheiro origina um foco de atração de pragas na região como o *Sirex noctilio* (Vespa-da-madeira). Se o interesse fosse recuperar essas áreas com plantios florestais deve-se considerar o uso de outras espécies adaptadas a estes ambientes que não sejam foco de ataque de insetos que possam danificar as florestas de *Pinus sp.* da região.

É importante considerar que as comparações entre trabalhos não são simples já que a evolução dos preços e custos é permanente, tendo uma variação grande entre países e ao longo do tempo em cada local. Na Argentina nos últimos anos a inflação tem sido muito elevada mudando constantemente os preços e custos e conseqüentemente a rentabilidade. Por outra parte nestes cálculos não foram considerados os subsídios que o governo Argentino outorga aos produtores chegando a um 80 % do custo de estabelecimento em superfícies menores a 300 ha. Se forem considerados estes valores nos cálculos a rentabilidade será maior.

Ao ser comparados os valores de VAE dos diferentes sítios e esquemas de manejo foi determinado que o sítio mais produtivo (S1) com manejo (desbastes aos 7 e 11 anos) apresentou o melhor resultado seguido do sítio S2 (segundo em produtividade) com o mesmo manejo e logo o sítio S1 sem manejo.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho, realizado em sítios localizados na margem do Rio Uruguay no Nordeste Argentino, pode-se concluir que:

- a) Os sítios com maior profundidade efetiva de solo e mais férteis apresentam as maiores produtividades;
- b) As rentabilidades são maiores nos sítios mais produtivos;
- c) O resultado econômico é positivo e competitivo nos sítios produtivos enquanto que no sítio de baixa produtividade o resultado é negativo;
- d) Não é recomendável o plantio de *Pinus taeda* em sítios com baixa profundidade efetiva do solo (S3);
- e) O esquema de manejo com desbastes e corte raso aos 21 anos apresenta melhores resultados econômicos (VAE) quando comparado com o corte raso aos 14 anos sem desbastes.

AGRADECIMENTOS

Aos alunos de graduação de Engenharia Florestal da Universidad del Salvador: Rotela, R.; Ivaciuta, P.; Cele, A.; Storti, P.; Morán, M.; Wayer, A. e López, I. e aos Engenheiros Niklas C. (Eco-Consulting S.R.L.), Torrubiano C. e Berger R. (BDP) pela colaboração para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CUBBAGE, F.; MAC DONAGH, P.; SAWINSKI J.; RUBILAR, R.; DONOSO, P.; FERREIRA, A.; HOEFLICH, V.; OLMOS, V.; FERREIRA, G.; BALMELLI, G.; SIRY, J.; BÁEZ, M.; ALVAREZ, J. Timber investment returns for selected plantations and native forest in South América and the Southern United States. Springer Science. **New Forests** 33: p. 237-255. 2007.

ESCOBAR, E. **Mapa de suelos de la provincia de Corrientes**. Gobierno de la Provincia de Corrientes e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuária (INTA). INTA,. 1990. 1429 p.

FERNANDEZ, R.; LUPI, A.; PAHR, N. Aptitud de las tierras para la implantación de bosques. Provincia de Misiones. **Rev. Yvyretá** N°9, FCF, Eldorado.. 1999. p. 41-49.

SECRETARÍA DE AGRICULTURA, GANADERÍA, PESCA Y ALIMENTACIÓN (SAGPyA). Inventario Nacional de Plantaciones forestales. SAGPyA. Buenos Aires, Argentina. 2001. 63 p.

KÖPPEN, W. **Las zonas del clima**. In: Climatología. México: Fondo de Cultura Económica. 1948. p. 145-227.

LIGIER, H. D.; KURTZ, D.; PERUCCA, A. H.; GIMENEZ, L. I. LOPEZ, J. A.; MATTEIO, H.; VALLEJOS, O. Identificación de calidad de sítio para pino y eucalipto, según características fisiográficas y edáficas por series de suelos con apoyo de imágenes landsat 5 tm, en la region del uruguay (corrientes). PIA 44/96. INTA.

PEZZUTTI, R.; CALDATO, S.; FASSOLA, H. Efecto de poda y raleo en el desarrollo de plantaciones de *Pinus taeda* al nordeste de Corrientes, Argentina. Congreso Chileno de Ciências Forestales. **In:** Resúmenes Simposio Silvicultura Intensiva de Plantaciones. Universidad de Concepción. Concepción, 2006. p. 236.

SCHNEIDER, P. R. **Rentabilidade em investimento florestal**. FACOS – UFSM, Santa Maria. 2006. 153 p.

DESENVOLVIMENTO E CONTEÚDO MINERAL DE MUDAS DE *Pinus elliottii* ENGELM PRODUZIDAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS A BASE DE TURFA

DEVELOPMENT AND MINERAL CONTENT OF *Pinus elliottii* ENGELM SEEDLINGS PRODUCED IN DIFFERENT PEAT SUBSTRATA

Rodrigo Thomas¹ Juarez Iensen Pedroso Filho²

RESUMO

A produção de mudas é uma das fases mais importantes para o estabelecimento dos povoamentos florestais. Contudo, para certificar o êxito de um programa de florestamento, é muito importante ter controle sobre a qualidade das mudas utilizadas. O uso de substrato de cultivo apropriado é uma premissa essencial para assegurar boa adaptação e crescimento pós-plantio. Um substrato para uso florestal caracteriza-se por apresentar boa estrutura e consistência, além de adequada porosidade, boa capacidade de retenção d'água e estar isento de substância tóxicas. O emprego da turfa como substrato ainda é incipiente, tornando valiosos os estudos que provem seu potencial para tal atividade, sendo este o principal objetivo desse trabalho. O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o período de 28 de julho a 28 de dezembro de 2005. O delineamento experimental utilizado foi Blocos ao Acaso e a espécie trabalhada foi submetida a cinco tratamentos e quatro repetições. A turfa utilizada foi fornecida pela Florestal S.A. e as sementes pela Cambará S.A. A semeadura foi direta em tubetes de polipropileno com volume de 50 cm³. As alturas e os diâmetros de colo das mudas foram mensuradas 150 dias após a semeadura, quando também foram obtidos os valores de biomassa aérea, radicular e total. O tecido vegetal das mudas foi analisado no final do ciclo de formação das mesmas. Dentre as cinco combinações de substratos a base de turfa levadas a efeito, as mudas produzidas responderam positivamente ao substrato representado pelo tratamento T₅, na medida em que apresentaram maior crescimento em diâmetro de colo e maior produção de biomassa aérea, radicular e, conseqüentemente, total, sendo esta combinação a mais aconselhada para a produção de mudas de *Pinus elliottii*.

Palavras-chave: produção de mudas, substrato, turfa.

ABSTRACT

The production of seedlings is one of the most important phases for the forest settlements establishment. However, to certify the success of a forest program, it is very important to control the used seedlings quality. Use the appropriate cultivation substratum is an essential premise to assure good adaptation and post-planting growth. A substratum for forest use is characterized by presenting good structure and consistence, besides appropriate porosity, good capacity of water retention and to be exempt of poisonous substance. The job of the peat as a substratum is still incipient, turning valuable the studies that prove its potential for such activity, being this the main objective of this work. The experiment was led in greenhouse during July, 28, 2005 to December, 28, 2005 period. The used experimental design was Randomized Blocks and the chosen species was submitted to five treatments and four repetitions. The used peat was supplied by Forest S.A. and the seeds by Cambará S.A. The sowing was direct in tubes of 50 cm³. The heights and the steam diameters of the seedlings were measured over 150 days after the sowing, also obtaining the values of aerial, root and total biomass. The seedlings vegetable tissue was analyzed at the end of the cycle of its formation. Among the five combinations of effective peat substrata, the produced seedlings answered positively to the T₅ treatment substratum, in the measure in that its presented larger growth in steam diameter and larger production of aerial, root and, consequently, total biomass, this combination presents larger use for the production of *Pinus elliottii* seedlings.

Key words: seedlings production, substratum, peat.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o florestamento destaca-se como uma atividade em ascensão no Brasil, a ponto de, nos últimos anos, ser um dos maiores responsáveis pela ampliação da balança comercial do País devido à grande exportação de madeira.

Outrossim, é uma atividade de interesse público, haja vista que possibilita inúmeros benefícios ambientais, além de representar uma importante fonte de renda e contribuir para evitar o êxodo rural e o desemprego, quando realizado em pequenas e médias propriedades rurais (Galvão, 2000).

¹ Eng. Florestal, Msc. Rua Sete de Setembro, 921. São Pedro do Sul – RS. thomas@mail.ufsm.br.

² Eng.. Florestal, Rua Venâncio Aires, 553 – Apto 505. Santa Cruz do Sul – RS. juarez@afubra.com.br

Além disso, evitar o desmatamento irracional e atender a demanda por produtos de origem florestal, tornou-se um dos maiores desafios para o País. Neste sentido, iniciou-se uma busca incessante e criteriosa por alternativas que garantissem o abastecimento do mercado e que, ao mesmo tempo, reduzissem a pressão sobre as espécies nativas e obedecessem aos preceitos de socialmente justo, economicamente viável e ecologicamente correto, alavancando a silvicultura nacional.

Para isso, utilizaram-se espécies exóticas que, além de obedecerem às premissas anteriormente citadas, ainda são espécies de ciclo curto, 100% renováveis, tecnologicamente adequadas a diversas aplicações e, ao mesmo tempo, aceleram o “seqüestro” e estocagem ativa de carbono responsável pelo efeito estufa.

Um exemplo são as espécies do gênero *Pinus*, que vêm sendo plantadas no Brasil há mais de um século. Segundo dados da Sociedade Brasileira de Silvicultura (2001), referentes ao ano 2000, existia mais de 1,8 milhão de hectares plantados com *Pinus*, dos quais, mais da metade (57,6%) nos Estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná.

De acordo com Reissmann (2003) o *Pinus elliottii* pode ser plantado, comercialmente, em toda a Região Sul e Sudeste. Um atributo muito importante desta espécie é a alta produção de resina, possibilitando a sua exploração comercial, paralelamente à produção de madeira.

Para Ribeiro *et al.* (2001) o sucesso de um empreendimento florestal depende de uma gama de fatores que vão desde a escolha da espécie, de acordo com o uso a ser dado à floresta, da procedência da semente e, principalmente, das mudas levadas para o campo que, além de resistirem às condições adversas lá encontradas, devem ser capazes de desenvolver-se, expressando todo o seu potencial de crescimento.

Gonçalves e Poggiani (1996) comentam que a produção de mudas florestais, tanto em quantidade como em qualidade, é uma das fases mais importantes para o estabelecimento de povoamentos florestais, tendo importantes reflexos sobre a produtividade dos mesmos.

Tedesco (1999) relata que a necessidade de buscar alternativas para um crescimento adequado de espécies florestais tornou-se um desafio para a ciência, principalmente no que se refere aos fatores de desenvolvimento inicial.

Nesse âmbito, muito já se descobriu. Porém, ainda há a necessidade de se encontrar saídas para diversos problemas que ainda carecem de solução, como substrato mais adequado, o recipiente que menos altera o desenvolvimento natural e a conformação do sistema radicular, a nutrição de cada espécie, enfim, vários fatores que irão determinar o êxito do empreendimento florestal.

Contudo, para a implantação de um povoamento florestal com produtividade satisfatória e que justifique o investimento, existe a necessidade de se ter controle sobre as mudas, principalmente no que se refere à qualidade das mesmas que tem sido intensamente pesquisada, na intenção de se estabelecer dados que indiquem os melhores recipientes, substratos e adubações, bem como proporcionem maiores chances de sobrevivência e desempenho superior perante as condições adversas encontradas no local do plantio definitivo (Vitorino *et al.*, 1996; Santos, 1998).

De uma maneira geral, mudas de boa qualidade são obtidas com diferentes formulações de substratos, desde que sejam fornecidos água e nutrientes em quantidades adequadas e que as propriedades físicas dos substratos não sejam limitantes (Moraes Neto *et al.*, 2001). Sendo assim, torna-se de vital importância a escolha de um substrato que apresente todas as características necessárias para o bom desenvolvimento das mudas (Thomas *et al.*, 2003).

O substrato é definido por Carneiro (1995) como o meio em que as raízes proliferam-se para fornecer suporte estrutural à parte aérea das mudas e também as necessárias quantidades de água, oxigênio e nutrientes.

Diferentes estudos foram conduzidos a fim de encontrar composições ideais para a formulação das misturas dos substratos (Gomes *et al.*, 1985; Aguiar *et al.*, 1992; Hoppe *et al.*, 2001). Neste sentido, Gonçalves e Poggiani (1996) recomendam que para a formação de um substrato adequado para a propagação de mudas, tanto por sementes quanto por estacas, deve conter um componente do grupo A (cerca de 70-80% de composto orgânico) com um componente do grupo C (elemento secundário com o objetivo de elevar a macroporosidade).

Hoje em dia, encontram-se disponíveis no mercado algumas composições de substratos que contêm a turfa como componente principal, porém a sua participação nessas composições deve variar de acordo com a espécie a ser cultivada, devido às suas características físicas e químicas, podendo-se destacar as porcentagens de umidade, de matéria orgânica, de nitrogênio, de fósforo e de potássio; o índice de pH, a relação C/N, a capacidade de troca catiônica (CTC) e a capacidade de retenção de água.

Kiehl (1985) acrescenta que as turfas são utilizadas na agricultura para servir como fonte de matéria orgânica para o solo e para fertilizar e melhorar as propriedades físicas do solo. Em outras palavras, age como um condicionador do solo.

A presença de material orgânico na composição de substrato assume papel de destaque na medida que melhora a agregação do mesmo com a muda e aumenta a capacidade de retenção d'água (Ribeiro *et al.*, 2001).

Haja vista que a utilização da turfa como substrato para a produção de mudas em grande escala ainda ser incipiente, o presente trabalho tem como objetivo principal o propósito de reunir informações que provem seu potencial para tal finalidade, através do acompanhamento do desenvolvimento das mudas de *Pinus elliottii* formadas em diferentes formulações desse material, bem como do conteúdo nutricional presente nas acículas das mesmas no final do ciclo de produção das plântulas.

MATERIAL E MÉTODO

A presente pesquisa foi instalada no Laboratório de Silvicultura, Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (29°41'25'' de Latitude Sul e 53°48'42'' de Longitude Oeste), a uma altitude de aproximadamente 95 metros.

O clima, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfa (subtropical úmido) caracterizado por temperatura média anual entre 17,9 e 19,2°C, com precipitação média anual de 1.500 mm (Moreno, 1961).

O experimento foi conduzido em casa de vegetação durante o período de 28 de julho a 28 de dezembro de 2005. O delineamento experimental utilizado foi Blocos ao Acaso (Storck *et al.*, 2004) e a espécie trabalhada foi submetida a cinco tratamentos (Tabela 1) e quatro repetições.

TABELA 1: Tratamentos aplicados na formação de mudas de *Pinus elliottii*.

Tratamento	Descrição do substrato
T ₁	(60% TMFF + 25% CPF + 15% CPM) + 4,0 kg/m ³ de Fert. ³ + 4,0 Kg/m ³ de Fert. ⁴ + 8,0 Kg/m ³ de CC.
T ₂	(60% TMFF + 25% CPF + 15% CPM) + 4,0 kg/m ³ de Fert. ³ + 4,0 Kg/m ³ de Fert. ⁴ + 1,8 Kg/m ³ de Fert. ⁵ + 8,0 Kg/m ³ de CC.
T ₃	(45% TFF + 15% TDF + 25% CPF + 15% CPM) + 1,5 kg/m ³ de Fert. ¹ + 8,0 kg/m ³ de CC + 2,5 kg/m ³ de Fert. ² + 1,8 Kg/m ³ de Fert. ⁵
T ₄	(100 %TFF) + 1,5 kg/m ³ de Fert. ¹ + 8,0 kg/m ³ de CC + 2,5 kg/m ³ de Fert. ²
T ₅	(100% TFF) + 1,5 kg/m ³ de Fert. ¹ + 8,0 kg/m ³ de CC + 2,5 kg/m ³ de Fert. ² + 1,8 Kg/m ³ de Fert. ⁵

TFF: Turfa Fibrosa Fina - 3 a 7 mm; TMFF: Turfa Marrom Fibrosa Fina - 3 a 7 mm; TDF: Turfa Decomposta Fina - 0 a 7 mm; CPF: Casca de Pinus Fina - 0 a 7 mm; CPM: Casca de Pinus Média - 7 a 12 mm.

Fert.¹: PGMix[®] 14-16-18+Micro; Fert.²: Super Fosfato Triplo; Fert.³: Fertilizante 10-20-10; Fert.⁴: Super Fosfato Simples; Fert.⁵: Osmocote[®] 18-05-09; CC: Calcário calcítico.

Todos os substratos tiveram o pH corrigido para 5,0.

As sementes foram adquiridas da empresa Cambará S.A. e a semeadura foi realizada manualmente em tubetes de polipropileno com capacidade de armazenar 50 cm³ de substrato, com formato cônico, 34 mm de diâmetro externo, 28 mm de diâmetro interno, furo de 12 mm de diâmetro, 125 mm de altura, 10 gramas de peso e quatro ranhuras internas.

Os tubetes foram acomodados em mesas de ferro galvanizado, cujas dimensões são 0,40 m de altura, 0,95 m de largura e 1,20 m de comprimento, capazes de alojar 1.080 recipientes. As mesas foram divididas em quatro partes, sendo cada parte ocupada por uma repetição de tratamento.

As alturas e os diâmetros de colo das mudas foram mensurados 150 dias após a semeadura, quando também foram obtidos os valores de biomassa aérea (BA), biomassa radicular (BR) e biomassa total (BT).

Para a determinação da biomassa dividiu-se as mudas, através de corte com tesoura de poda na base do caule, em parte aérea e radicular, seguido de lavagem das raízes em água branda auxiliada por uma peneira de 2 mm. O material foi seco em estufa a 72°C até atingir peso constante. Para a pesagem do material utilizou-se balança analítica, com três casas de precisão. A biomassa total (BT) foi obtida a partir da soma da biomassa aérea (BA) com a biomassa radicular (BR).

No Laboratório de Ecologia Florestal (LABEFLO) da Universidade Federal de Santa Maria foi realizada a análise de tecido vegetal 150 dias após a semeadura das mudas, afim da identificação do estado nutricional das plantas em função do tratamento. Esta análise foi desempenhada de acordo com a seguinte metodologia: determinação do N pelo método de Kjeldahl, P e B por espectrometria visível, K fotometria de chama, S por turbidimetria, Ca, Mg, Cu, Fe, Mn e Zn pelo método de espectrofotometria de absorção atômica. Os teores totais foram expressos a partir do material seco a 70°C.

Para a análise estatística dos dados utilizou-se o pacote estatístico SAS (Statistical Analysis System) versão 8.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em função de existir diferença significativa entre os substratos e pela natureza fundamentalmente qualitativa dos tratamentos, foi realizada análise de comparação de médias, através do teste de Duncan que resultou que as plântulas de *Pinus elliottii* formadas no substrato representado pelo tratamento T₂ apresentaram as maiores médias de altura da parte aérea, enquanto que as produzidas no tratamento T₅ apresentaram-se mais delgadas. Para o parâmetro

altura não foi observada diferença significativa entre os tratamentos T₂, T₄ e T₅. Para o parâmetro morfológico diâmetro de colo, a média observada no T₅ foi significativamente superior às alcançadas pelos tratamentos T₄ e T₁, mas não se diferenciou dos tratamentos T₂ e T₄ (Tabela 2).

TABELA 2: Tratamento, altura da parte aérea e diâmetro de colo das mudas de *Pinus elliottii*, 150 dias após a semeadura.

Tratamento	Altura (cm)	Diâmetro de colo (mm)
T ₁	13,0 b	2,02 b c
T ₂	17,4 a*	2,31 a
T ₃	12,0 b	1,85 c
T ₄	16,3 a	2,18 a b
T ₅	16,7 a	2,37 a*
C.V. (%)	12,86	8,18

*Médias não seguidas por mesma letra, no sentido vertical, diferem pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

Quevedo *et al.* (2003) avaliando diferentes tipos de substratos para a produção de mudas de *Pinus elliottii*, concluíram que o substrato mais indicado para produção de mudas dessa espécie é constituído por 90% Mec Plant[®] e 10% composto orgânico. Neste substrato as mudas alcançaram uma altura média de 18 cm e diâmetro de colo médio de 3 mm, 210 dias após a semeadura.

Em pesquisa relacionada à determinação do melhor substrato para produção de mudas de *Pinus taeda*, Thomas *et al.* (2003) concluíram que o substrato indicado, dentre os dezessete estudados, para a produção de mudas dessa espécie contém 60% de casca de pinus na sua formação, além de 20% de húmus e 20% de uma mistura de materiais. Com este substrato os autores encontraram mudas que apresentaram médias de 14 cm de altura e de 2,7 mm de diâmetro de colo.

A maior produção de biomassa (Tabela 3) foi observada nas mudas produzidas no tratamento T₅, não se diferenciando do tratamento T₂ para biomassa aérea. Para biomassa radicular e total, o mesmo não mostrou diferença significativa para os tratamentos T₂ e T₄.

Todavia, o substrato com menor capacidade de formação de biomassa aérea, radicular e, conseqüentemente, total, foi o representado pelo tratamento T₃.

TABELA 3: Tratamento, biomassa aérea (BA), biomassa radicular (BR) e biomassa total (BT) das mudas de *Pinus elliottii*, 150 dias após a semeadura.

Tratamento	BA (g)	BR (g)	BT (g)
T ₁	0,753 c	0,375 b c	1,128 b
T ₂	1,228 a b	0,510 a b	1,738 a
T ₃	0,613 c	0,325 c	0,938 b
T ₄	1,159 b	0,484 a b	1,643 a
T ₅	1,566 a*	0,554 a*	2,120 a*
C.V. (%)	21,22	19,06	19,79

*Médias não seguidas por mesma letra, no sentido vertical, diferem pelo teste de Duncan em nível de 5% de probabilidade de erro.

O peso de matéria seca da parte aérea é uma boa indicação da capacidade de resistência das mudas (Schmidt e Vogt, 1966 apud NOVAES *et al.*, 2001, p. 67).

Schmidt e Vogt (1966 apud NOVAES *et al.*, 2001, p. 66) constataram que mudas de *Pinus taeda* com maior peso de raízes apresentaram maiores chances de sobrevivência no campo.

Para Brissetti (1991) o peso radicular é de elevada relação com a regeneração de raízes em *Pinus taeda* e *Pinus echinata*.

As mudas produzidas por Quevedo *et al.* (2003) em substrato formado por 80% Plant Max[®] e 20% Composto orgânico apresentaram a maior produção de biomassa seca, chegando a valores médios de 0,99g e 0,39g para biomassa seca aérea e radicular, respectivamente, 210 dias após a semeadura.

Thomas *et al.* (2003) encontraram maior produção de biomassa seca aérea em mudas de *Pinus taeda* formadas em substrato composto por 60% casca de pinus e 40% húmus, chegando a médias de 0,76g. Quando a proporção de casca de pinus foi de 80%, a produção de biomassa seca de raízes chegou a 0,41g, diferenciando-se significativamente dos demais tratamentos.

Da mesma forma que uma muda deve apresentar equilíbrio entre a altura da parte aérea e o diâmetro de colo, a quantidade de biomassa aérea e a biomassa de raízes também deve seguir essa tendência de equilíbrio, para que a quantidade de raízes possa não somente cumprir o papel de sustentação, mas também de absorção das quantidades de nutrientes necessárias para nutrir toda a parte aérea da planta.

A relação calculada entre a biomassa da parte aérea e radicial (BA/BR) é considerada como índice seguro para expressar o padrão de qualidade de mudas (Almeida, 2005). O melhor valor para este índice ficou estabelecido como sendo dois, em um encontro de pesquisadores (Gomes e Paiva, 2004).

Como é possível observar na Figura 1, as mudas formadas na maioria dos tratamentos apresentaram uma relação de biomassa aérea e biomassa radicular em torno de 2:1. Contudo, nas mudas produzidas no tratamento T₅ essa relação chegou muito próxima de 3:1.

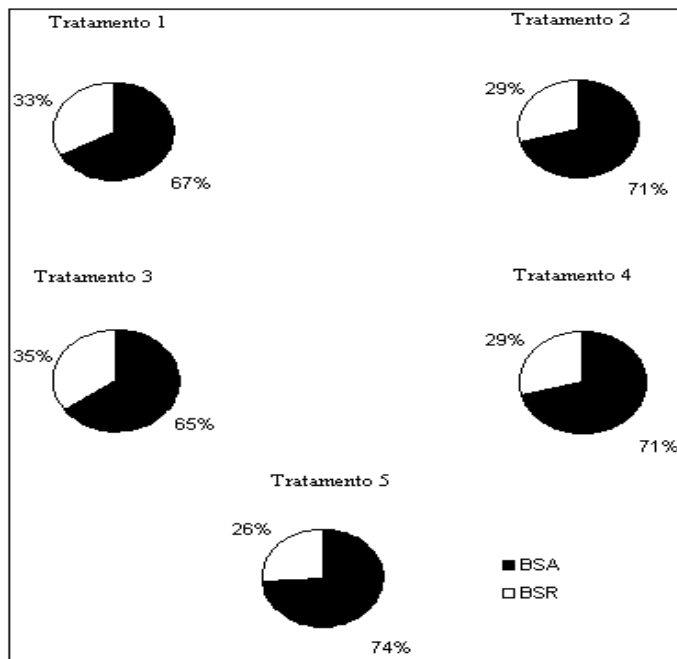


FIGURA 1: Relação percentual entre biomassa aérea (BA) e biomassa radicular (BR).

Haag (1983) relatou que o uso de fertilizantes vinha incentivando a pesquisa na área de nutrição, particularmente a análise de tecidos para fins de diagnóstico da avaliação do estado nutricional das plantas.

Análise de tecidos ou análise foliar significa a determinação, em laboratório, da composição mineral de amostras de partes da planta coletadas em determinado estágio de crescimento, lançando-se mão de técnicas adequadas para tal (Fontes, 2001).

A reserva de nutrientes das mudas é importante para o seu incremento após o plantio, além da sua sobrevivência e resistência ao ataque de pragas e doenças.

De acordo com Malavolta *et al.* (1997) a diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional das culturas em que se analisam determinadas folhas em períodos da vida da planta.

Essas avaliações são realizadas nas folhas por que estas são os órgãos que melhor refletem o estado nutricional da planta como um todo, respondendo a qualquer variação de determinado nutriente no meio em que a planta está sendo cultivada. Além disso, interpretar o resultado da análise foliar significa comparar o valor da concentração de cada nutriente na amostra analisada com a concentração considerada padrão ou ótima (Fontes, 2001).

Desta forma, os teores de macro e micronutrientes considerados adequados para mudas de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* na faixa de rustificação das mesmas, sugerido por Higashi *et al.* (2003) e que são apresentados no Quadro 1, serão utilizados para efeito de comparação com os teores encontrados nas análises foliares das mudas aos 150 dias de idade nos diferentes tratamentos do presente estudo (Tabela 4).

Comparando os teores dos macronutrientes diagnosticados na parte aérea das mudas de *Pinus elliottii* apresentados na Tabela 4, aos 150 dias, com os propostos como adequados na fase de rustificação para *Pinus caribea* descritos no Quadro 1, verifica-se que as mudas produzidas em todos os tratamentos apresentam concentrações de N, K, Mg e S abaixo das consideradas adequadas para esses nutrientes.

QUADRO 1: Teores de macronutrientes considerados adequados para mudas de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*.

Fase da muda	Macronutriente (g.kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Crescimento	20 - 28	3,0 - 5,0	16 - 21	3,5 - 6,0	1,8 - 2,5	2,0 - 3,2
Rustificação	14 - 18	2,5 - 4,0	13 - 20	4,0 - 7,0	1,9 - 3,0	2,0 - 3,2

Fonte: Adaptado de Higashi *et al.* (2003).

Constata-se também que os tratamentos T₁ e T₂ apresentaram concentrações de P na faixa proposta como adequada, enquanto que os demais tratamentos produziram mudas com teores desse elemento abaixo do limite tido como adequado.

TABELA 4 : Teores de macronutrientes diagnosticados pela análise foliar de *Pinus elliottii*, aos 150 dias.

Tratamento	Macronutrientes (g.kg ⁻¹)					
	N	P	K	Ca	Mg	S
T ₁	5,18	3,70	3,68	4,24	1,30	0,84
T ₂	6,43	2,91	5,73	2,89	1,04	1,13
T ₃	5,43	2,27	8,80	2,69	0,95	0,97
T ₄	6,66	2,17	5,12	2,12	1,11	0,83
T ₅	11,24	1,85	6,14	1,91	1,06	0,96

Não obstante, apenas as mudas produzidas no tratamento T₁ apresentaram teor do nutriente Ca na faixa adequada. Contudo, o mesmo não acontece nas produzidas nos demais tratamentos, que possuem concentrações de cálcio abaixo da faixa adequada.

Estes fatos sugerem a realização de adubação na fase de expedição das mudas de *Pinus elliottii*, quando produzidas nesses substratos, prática de grande importância uma vez que proporcionaria a correção dessas deficiências, permitindo às mudas uma melhor adaptação ao novo local após o plantio.

Comparando os teores dos micronutrientes diagnosticados nas mudas de *Pinus elliottii* apresentados na Tabela 5, aos 150 dias, com os propostos como adequados na fase de rustificação para *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* descritos no Quadro 2, constata-se que as mudas produzidas em todos os tratamentos apresentam concentrações de B, Fe e Zn abaixo das consideradas adequadas para esses nutrientes.

Nenhum tratamento apresentou mudas com problemas relacionados a baixos teores de cobre, pois os mesmos produziram plântulas com concentrações acima das adequadas ou, como no caso do tratamento T₃, adequadas do nutriente em questão.

Em se tratando do manganês, apenas as mudas formadas nos tratamentos T₄ e T₅ apresentaram concentrações abaixo das adequadas, sendo que as demais possuem teores adequados de Mn.

QUADRO 2: Teores de micronutrientes considerados adequados para mudas de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis*.

Fase da muda	Micronutriente (mg.kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Crescimento	35 -60	3,0 - 6,0	140 - 230	160 - 350	35 - 60
Rustificação	35 - 60	3,0 - 6,0	140 - 230	160 - 350	35 - 60

Fonte: Adaptado de Higashi *et al.* (2003).

Assim como para os macro, também é necessária a realização de fertilização para os micronutrientes na fase de expedição das mudas para o campo, principalmente com os nutrientes Fe e Zn em todos os substratos e, em alguns casos, com B e Mn.

TABELA 5: Teores de micronutrientes diagnosticados pela análise foliar de *Pinus elliottii*, aos 150 dias.

Tratamento	Micronutrientes (mg.kg ⁻¹)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
T ₁	19,44	6,28	25,37	177,71	22,83
T ₂	18,36	7,27	25,58	205,24	28,84
T ₃	25,20	5,77	28,46	238,40	22,63
T ₄	20,52	6,23	28,94	131,91	14,50
T ₅	23,76	7,45	32,22	139,86	16,02

Cento e cinquenta dias após a semeadura verificou-se, através da análise de tecidos, que as mudas formadas no tratamento T₁ apresentaram os maiores teores de P, Ca e Mg, as maiores concentrações de S e Zn foram encontradas nas mudas produzidas no tratamento T₂, os mais elevados teores de K, B e Mn nas mudas que cresceram sobre o substrato cujo tratamento é o T₃, enquanto que as mudas formadas no T₅ apresentaram maiores teores de Cu e Fe.

É cabível mencionar que todos os nutrientes, tanto os macro quanto os micro, são fundamentais no processo de produção das mudas, sendo muito importante as mesmas apresentarem teores sempre nas faixas adequadas de todos os nutrientes em todas as fases de sua produção.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi desenvolvido o presente trabalho, os resultados obtidos permitem as seguintes conclusões:

a) As mudas produzidas responderam positivamente ao substrato representado pelo tratamento T₅, na medida em que apresentaram maior crescimento em diâmetro de colo e maior produção de biomassa de matéria seca aérea, radicular e, conseqüentemente, total;

b) As mudas formadas no tratamento T₂ obtiveram desempenho similar, porém inferior, às produzidas no tratamento T₅;

c) Os teores de nutrientes diagnosticados refletem a importância da realização de adubação de expedição nas mudas, prática esta aconselhada quando a produção de mudas se realizar em algum dos substratos utilizados neste trabalho;

d) Dentre os substratos que foram levados a efeito no presente estudo, o representado pelo tratamento T₅ é o mais aconselhado para a produção de mudas de *Pinus elliottii*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, I.B.; ISMAEL, J.J.; BANZATTO, D.A. *et al.* Efeitos da composição do substrato para tubetes no comportamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden no viveiro e no campo. Circular Técnica, IPEF, Piracicaba, n.180, setembro, 1992. 10p.

ALMEIDA, L.S. **Avaliação morfológica de mudas de *Allophylus edulis* (A. ST.-HIL., A. JUSS. & CAMBESS.) RADL. (Vacum) e *Schinus terebinthifolius* RADDI (Aroeira) produzidas em diferentes substratos.** 2005. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

BRISSETTE, J.C. Development and function of the roots systems of southern pine nursery stock. In: SOUTHERN NURSERY CONFERENCES, 1991, Biloxi. **Anais...** New Orleans, 1990. p. 67-81.

CARNEIRO, J.G.A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais.** Curitiba: UFPR / FUFPEF, 1995. 451 p.

FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas.** Viçosa: UFV, 2001. 122 p.: il.

GOMES, J.M.; COUTO, L.; PEREIRA, A.R. Uso de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* em tubetes e em bandejas de isopor. **Revista Árvore**, v. 9, n. 1, p. 59-86, 1985.

GOMES, J.M.; PAIVA, H.N. **Viveiros florestais: propagação sexuada.** 3. ed. Viçosa: UFV, 2004. 116 p. (Caderno didático).

GALVÃO, A.P.M. (Org.). **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais: um guia para ações municipais e regionais.** Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2000. 351 p.

GONÇALVES, J. L. M.; POGGIANI, F. Substratos para a produção de mudas florestais. In: SOLO-SUELO-CONGRESSO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DO SOLO, 1996, Águas de Lindóia – SP. **Resumos expandidos...** Águas de Lindóia: SLCS: SBCS: ESALQ/USP: CEA – ESALQ/USP:SBM, 1996. (CD Room).

HAAG, H. P. **Nutrição mineral de *Eucalyptus sp*, *Pinus sp*, *Araucaria sp* e *Gmelina sp* no Brasil,** São Paulo, SP. Fundação Cargill, 1983, 202 p.

HIGASHI, E.N.; PAULA, T.A.; SILVEIRA, R.L.V.A. Absorção de micronutrientes em *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* na fase de produção de mudas. 2003. **Addubare.** Ano II. 2003. Disponível em: <<http://www.rragroflorestal.com.br/addubare/nr008.pdf>>. Acessado em 28 de abril de 2006.

HOPPE, J.M.; SCHUMACHER, M.V.; MOREIRA, E. *et al.* Avaliação do Desenvolvimento de Mudas de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* D. Willd.) Produzidas em Diferentes Tipos de Substratos e Recipientes. In: **Relatório Técnico.** 2001. 15 p.

KIEHL, E. J. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba: Ed. **Agronômica Ceres**, 1985. 492 p.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; DE OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2. ed. Piracicaba: **POTAFOS**, 1997. 319 p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.

MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.; TAKAKI, M. Produção de mudas de espécies arbóreas, que ocorrem nos domínios da Floresta Atlântica, com diferentes substratos de cultivo e níveis de luminosidade. **Revista Árvore**, v. 25, n. 3, p. 277-287, 2001.

NOVAES, A.B.; CARNEIRO, J.G.A.; BARROSO, D.G. *et al.* Desempenho de mudas de *Pinus taeda* produzidas em raiz nua e em dois tipos de recipientes, 24 meses após o plantio. **Revista Floresta**, v. 31, n. 1 e 2, p. 62-70, 2001.

QUEVEDO, F. F.; VIVIAN, J.A.C.; THOMAS, R. *et al.* Avaliação dos diferentes tipos de substrato para a produção de mudas de *Pinus elliottii* Engelm. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

REISSMANN, C.B. **Exigências nutricionais nos plantios de Pinus.** 2003. 7 p. Disponível em: <<http://www.remade.com.br/artigos/materiais.php>>. Acessado em 21 de junho de 2005.

RIBEIRO, G.T.; PAIVA, H.N; JACOVINE, L.A.G. *et al.* **Produção de mudas de Eucalipto.** Viçosa: Aprenda Fácil Editora, 2001. 122 p.

SANTOS, C.B. **Efeito de modelos de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L.F.) D. Don.** 1998. 65 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1998.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS. Estatísticas, 2001. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br/estatisticas.htm>>. Acessado em 15 de março de 2006.

STORCK, L.; LOPES, S.J.; LÚCIO, A.D. **Experimentação II.** Santa Maria: UFSM, CCR, Departamento de Fitotecnia, 2004. 3. ed. 207 p.

TEDESCO, N. **Produção de mudas de Acácia-negra (*Acacia mearnsii* D. Willd) Adubadas em N-P-K.** 1999. 71 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 1999.

THOMAS, R.; QUEVEDO, F.F.; VIVIAN, J.A.C. *et al.* Determinação do melhor substrato para produção de mudas de *Pinus taeda* L. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL, 9., 2003, Nova Prata. **Anais...** Nova Prata: Prefeitura Municipal de Nova Prata/UFSM/FATEC/PPGEF, 2003. 1 CD-ROM.

VITORINO, A.C.T.; ROSA JUNIOR, E.J.; DANIEL, O. Influência de diferentes combinações de doses de N-P-K no crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* produzidas em tubetes. **Revista Científica**, v.3, n.1, p.27-33, 1996.

EQUAÇÕES DE BIOMASSA E CARBONO PARA ÁRVORES DE *Populus* sp.

BIOMASS AND CARBON CONTENT EQUATIONS FOR *Populus* sp.

Rafaelo Balbinot¹ Raul Silvestre² Henrique Soares Koehler³ Carlos Roberto Sanquetta⁴ Ana Paula Dalla Côrte⁵

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi ajustar modelos de biomassa e carbono para diferentes compartimentos de árvores de *Populus* sp. localizadas no Município de São Mateus do Sul, Paraná. Foram testados seis modelos de regressão linear para as estimativas de biomassa e carbono, utilizando as seguintes variáveis independentes: circunferência a altura do peito (cap), altura total (h) e área de copa (ac), e como variável dependente valores individuais das variáveis de biomassa seca do fuste (psf), folhas (psfl), galhos vivos (psgv), da raiz (psr) e da casca (psc), assim como conteúdo de carbono de cada componente. Os modelos que apresentaram as melhores estimativas foram: $Y = b_0 + ((b_1 * DAP^2) + (b_2 * (DAP^2 * HT)))$ e $Y = b_0 + ((b_1 * DAP) + (b_2 * (DAP^2 * HT)) + (b_3 * AC))$. Por meio da análise gráfica foi possível constatar que o quarto modelo representou melhor as estimativas, devido ter apresentado dispersão mais homogênea dos resíduos.

Palavras-chave: Regressão linear, relação alométrica, álamo.

ABSTRACT

The main objective of the present paper was to adjust biomass and carbon content regression models for different compartments of *Populus* sp. trees collected at São Mateus do Sul, State of Paraná, Brazil. Six linear regression models were tested aiming to estimate biomass and carbon content using as independent variables cbh, total height and crown height and as dependent variable stem dry biomass (stdb), leaves dry biomass (lvdb), branches dry biomass (brdb), roots dry biomass (rtdb) and bark dry biomass (bkdb) as well as each carbon component weight. The models showing the best results were $Y = b_0 + (b_1 * dap^2) + (b_2 * dap^2 * ht)$ and $Y = b_0 + (b_1 * dap) + (b_2 * dap^2 * ht) + (b_3 * ac)$. Through graphical analysis the fourth model showed the best fit due to its homogeneous error distribution.

Key words: Linear regression, allometric relation, poplar

INTRODUÇÃO

As incertezas sobre como diferentes usos da terra e atividades florestais afetam os estoques de carbono e as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE). O conhecimento do uso da terra é imprescindível para a elaboração de um cenário de referência para projetos de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL), principalmente na modalidade florestamento/reflorestamento. De acordo com o Protocolo de Quioto o conceito de florestamento e reflorestamento diz respeito apenas transformação de uma área sem cobertura florestal em uma área florestada, considerando tanto plantações comerciais quanto plantios para regeneração da vegetação original.

A quantificação da biomassa de uma árvore pode ser feita por dois métodos, direto e indireto. O método direto implica na derrubada da árvore para a determinação exata de seu peso e medidas. As determinações de biomassa em árvores utilizando o método direto são imprescindíveis para um primeiro conhecimento das características da espécie de interesse. Porém, tão logo se obtenha um número significativo de determinações, podemos lançar mão dos métodos indiretos, tais como os modelos de regressão. Utilizando este método é possível abranger grandes extensões florestais e reduzir significativamente a magnitude dos recursos financeiros necessários para este tipo de trabalho.

Segundo (SALATI 1994), os métodos indiretos são utilizados para estimar a biomassa de áreas florestais de grande extensão e, dependendo das informações disponíveis, são usadas relações empíricas entre a biomassa e algumas outras variáveis, determinando assim o valor da biomassa seca por hectare, para então ser feita uma extrapolação para a

¹. Eng. Florestal, M.Sc., Doutorando PPGEF/UFPR. Rua São Januário 185, apto. 402, CEP 80210-300, Curitiba, PR. rbalbinot@yahoo.com.br

². Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, N° 3400 – Jardim Botânico, CEP: 80.210-170, Curitiba – PR. silvestrefloresta@yahoo.com.br

³. Eng. Florestal, Dr., Professor do Dpto. Fitotecnia e Fitossanitarismo, UFPR. Rua dos Funcionários s/n°, CEP 80035-050, Curitiba, PR. koehler@ufpr.br

⁴. Eng. Florestal, Dr., Professor do Depto. de Ciências Florestais, UFPR. Av. Lothário Meissner 632, CEP 80210-170, Curitiba, PR. sanqueta@floresta.ufpr.br

⁵. Eng. Florestal, M.Sc., Doutoranda PPGEF/UFPR. Av. Lothário Meissner 632, CEP 80210-170, Curitiba, PR. anacorte@floresta.ufpr.br

área total considerada. O autor ainda comenta que as variáveis comumente disponíveis nos inventários florestais são: diâmetro a altura do peito, altura e volume - os quais são relacionados de alguma forma com a biomassa.

(OGAWA e KIRA 1977) relatam que estudos japoneses sobre biomassa florestal têm principalmente envolvido o uso extensivo de alometria entre as diferentes dimensões de uma árvore em conjunto com determinações por meio da técnica de dissecação. Segundo (KOEHLER et al. 2002), de forma geral tem-se duas variáveis Y e X tais que, quando representadas em um gráfico com escala logarítmica dupla, produzem uma linha reta. A relação sugerida é a da equação alométrica: $Y = \beta X^\alpha$

Nesta equação β , α são constantes específicas, sendo X a variável dependente, comumente representada pelo DAP ou pela variável DAP^2H , e Y o peso da biomassa.

Essa relação é universal e geralmente válida para qualquer relação entre as frações de biomassa, podendo ser usada para estimativa da biomassa do fuste, de galhos e outras porções da árvore, mas aí as relações de dependência são menos estáveis, alterando-se com características intrínsecas da floresta (OGAWA e KIRA, 1977).

Os métodos indiretos obviamente não podem ser utilizados sem o ajuste e a calibragem prévia das equações e, portanto, os métodos indiretos devem ser empregados conjuntamente com os métodos diretos. Para (SANQUETTA 2002) ajuste de equações deve-se ter sempre o cuidado de avaliar com objetividade as melhores equações, por meio da avaliação das estatísticas indicadoras de qualidade de ajuste ($s_{yx}\%$ e r^2). (HIGUCHI e CARVALHO JUNIOR 1994), indicam que o ideal é ter um modelo matemático para cada tipo florestal e para cada sítio, sendo que para o caso de estudos de mudanças climáticas a prioridade deve ser dada às áreas mais sujeitas a intervenções.

O objetivo do trabalho foi ajustar equações de biomassa e carbono para diferentes componentes de *Populus sp.* em diferentes idades, no município de São Mateus do Sul, PR.

MATERIAL E MÉTODO

A área de estudo está localizada no Município de São Mateus do Sul, Estado do Paraná entre as coordenadas 25°52'34''S, e 50°23'63''O.

O banco de dados utilizado neste trabalho é proveniente do Laboratório de Inventário Florestal da UFPR, e corresponde a 20 árvores de *Populus sp.* com idades entre 2 e 8 anos. As variáveis coletadas em campo foram: circunferência a altura do peito (cap), altura total (h) e área de copa (ac). A dimensão de área de copa foi obtida pela multiplicação de seu maior diâmetro medido pelo seu diâmetro perpendicular. A altura de copa também foi coletada durante a fase de campo, porém, não foi utilizada devido ser uma variável de difícil obtenção, mesmo em plantações. Os valores individuais das variáveis de biomassa seca do fuste (psf), das folhas (psfl), dos galhos vivos (psgv), da raiz (psr) e da casca (psc), foram estimados de acordo conforme (SANQUETTA e BALBINOT 2005).

Como variáveis independentes (x) foram utilizados: dap, também na forma quadrática (dap^2), h, bem como suas multiplicações pela forma quadrática de dap (dap^2h) e área de copa (ac). Como variáveis dependentes psf, psfl, psgv, psr, e psc.

Foram testados seis modelos de regressão linear para as estimativas de peso de biomassa e carbono, de acordo com a Tabela 1.

TABELA 1: Modelos testados para estimativas de biomassa e carbono testados em plantações de *Populus sp.*

Nº Modelo	Modelo
1	$Y = b_0 + (b_1 * DAP)$
2	$Y = b_0 + ((b_1 * DAP) + (b_2 * DAP^2))$
3	$Y = b_0 + ((b_1 * DAP) + (b_2 * (DAP^2 * HT)))$
4	$Y = b_0 + ((b_1 * DAP^2) + (b_2 * (DAP^2 * HT)))$
5	$Y = b_0 + ((b_1 * DAP) + (b_2 * HT))$
6	$Y = b_0 + ((b_1 * DAP) + (b_2 * (DAP^2 * HT)) + (b_3 * AC))$

Notas: Y: Biomassa ou Carbono(kg); DAP: Diâmetro à altura do peito em (cm); HT: Altura total (m); AC: Área da copa (m); b_0 , b_1 , b_2 , e b_3 : Coeficientes de regressão linear.

Os modelos foram e analisados em função: coeficiente de determinação (r^2), erro padrão da estimativa em percentagem ($s_{yx}\%$), Índice de Ajuste de Schlaegel (I.A), distribuição gráfica dos resíduos e da Análise de Variância da regressão.

Quando se trabalha com ajuste de equações, deve-se sempre buscar resultados mais próximos possível do real de forma rápida e eficiente. Por este motivo, neste estudo utilizou-se cinco modelos lineares simples, que necessitam de variáveis de fácil entrada, como DAP e altura, e utilizou-se apenas um modelo que necessita da área de copa, na tentativa de diminuir o erro das estimativas de galhos e folhas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis dendrométricas obtidas através do inventário florestal para as árvores de *Populus sp.* com idades variando de 2 à 8 anos estão presentes na Tabela 2.

TABELA 2: Relação das variáveis dendrométricas das árvores de *Populus* sp.

Idade (Anos)	DAP médio (cm)	HT média (cm)	Área da copa (m)
2	7,0	6,0	8,4
3	8,0	6,6	11,3
4	9,0	7,1	12,9
6	16,6	13,6	17,6
7	13,4	10,7	15,0
8	17,4	14,1	22,3

Os indicadores de ajuste dos modelos testados para quantificar a biomassa nos diferentes compartimentos de árvores de *Populus* sp. no Município de São Mateus do Sul-PR estão descritos, juntamente com seus coeficientes, na Tabela 3.

TABELA 3: Indicadores de ajuste e precisão dos modelos testados para quantificar a biomassa individual de árvores de *Populus* sp. no Município de São Mateus do Sul, PR.

Modelo	Variável	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	r ² %	s _{yx} %	I.A
1	psf	-35,84448	4,65898	-	-	89,87	29,97	0,90
	psgv	-6,03364	0,92758	-	-	75,69	40,87	0,77
	psc	-4,04950	0,61933	-	-	94,40	17,77	0,95
	psr	-12,21862	1,75777	-	-	82,04	36,39	0,83
	psfl	-1,04145	0,45451	-	-	65,43	31,30	0,67
2	psf	16,217021	-3,827466	0,307576	-	97,43	15,10	0,98
	psgv	6,417424	-1,102047	0,073560	-	84,27	32,87	0,86
	psc	-1,730270	0,241275	0,013702	-	95,03	16,74	0,96
	psr	-2,337723	0,147100	0,058376	-	82,88	35,53	0,85
	psfl	3,038089	-0,210491	0,024102	-	67,31	30,44	0,71
3	psf	-0,967203	0,318683	0,008809	-	98,23	12,54	0,98
	psgv	2,044337	-0,077685	0,002040	-	84,57	32,55	0,86
	psc	-2,876014	0,473294	0,000296	-	94,67	17,34	0,95
	psr	-9,287794	1,393041	0,000740	-	81,40	37,04	0,83
	psfl	1,527169	0,134856	0,000649	-	67,19	39,64	0,71
4	psf	0,733588	0,016999	0,008491	-	98,21	12,59	0,98
	psgv	1,609509	-0,003801	0,002100	-	84,55	32,58	0,86
	psc	-0,834223	0,033461	-0,000614	-	95,40	16,12	0,96
	psr	-4,465966	0,118642	-0,003013	-	84,82	33,46	0,86
	psfl	2,096741	0,009741	0,000378	-	67,30	30,45	0,71
5	psf	-36,012689	2,743085	2,386198	-	89,78	30,10	0,91
	psgv	-6,042308	0,828839	0,122977	-	74,29	42,03	0,77
	psc	-4,041223	0,713560	-0,117364	-	94,15	18,18	0,95
	psr	-12,038698	3,807169	-2,552472	-	84,74	33,55	0,86
	psfl	-1,018281	0,718439	-0,328719	-	64,15	31,88	0,68
6	psf	-4,293702	0,269298	0,007989	0,376455	98,27	12,37	0,99
	psgv	-2,133223	-0,139705	0,001010	0,472769	88,94	27,56	0,91
	psc	-1,906325	0,487690	0,000536	-0,109738	95,14	16,57	0,96
	psr	-11,926049	1,353873	0,000090	0,298568	80,87	37,56	0,84
	psfl	-1,142323	0,095224	-0,000010	0,302103	73,07	27,63	0,77

Notas: psf: Peso seco do fuste (kg); psgv: Peso seco dos galhos vivos (kg); psc: Peso seco da casca (kg); psr: Peso seco da raiz (kg); psfl: Peso seco da folhagem (kg); b₀, b₁, b₂ e b₃: Coeficientes de regressão linear; r²%; coeficiente de precisão múltiplo ajustado; s_{yx}%: erro padrão da estimativa e I.A: índice de ajuste de Schlaegel.

Através das estatísticas de precisão r²%, s_{yx}% e I.A, presentes na Tabela 1, nota-se que os modelos 4 e 6 foram, de modo geral, superiores aos demais. Particularmente o modelo 6 é superior ao 4 nas estimativas de psf, psgv e psfl, já o modelo 4 estima melhor o psc e psr. O modelo 5 se sobressai apenas para estimar o psr.

Apesar dos altos coeficientes de determinação as estimativas de psgv, psr e psfl ainda carecem de precisão, pois apresentam s_{yx} acima de 30%, em média.

Analisando-se a distribuição gráfica que apresentam os resíduos plotados sobre a biomassa estimada (\hat{y}) (Figura 1), nota-se que o modelo 4a comporta-se melhor, com menor dispersão dos pontos em relação ao modelo 6b.

No entanto é notável que o gráfico de resíduos do modelo 6a, apresenta distribuição mais uniforme da nuvem de pontos para as árvores com peso seco entre 40 e 90 kg.

Neste caso poderiam ser realizados trabalhos de biomassa, abrangendo um número maior de árvores, com idades maiores e menores, para averiguar o comportamento dos dois melhores modelos encontrados neste estudo. Porém, na maioria das vezes, o trabalho oneroso e o custo no levantamento dos dados de biomassa impossibilitam a realização de um número maior de amostras.

Os indicadores de ajuste dos modelos testados para quantificar o carbono nos diferentes compartimentos de árvores de *Populus sp.* no Município de São Mateus do Sul-PR estão descritos, juntamente com seus coeficientes, na Tabela 4.

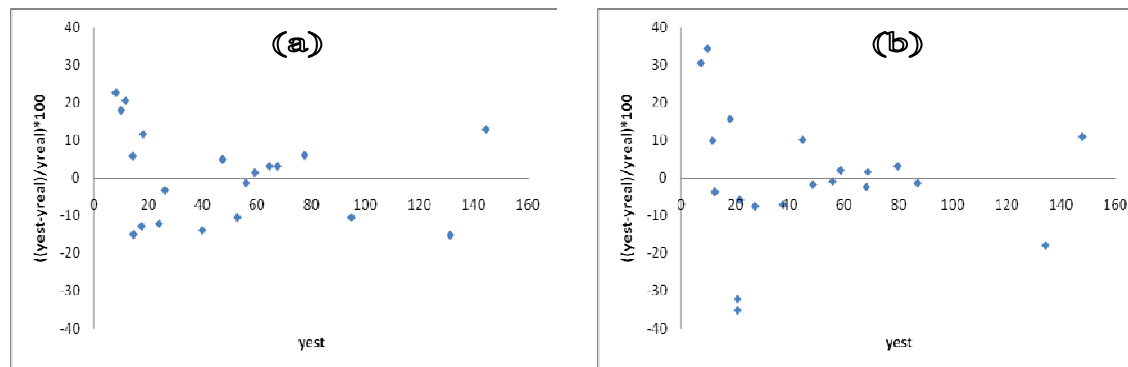


FIGURA 1. Gráficos dos resíduos das estimativas de biomassa, em porcentagem, para os modelos 4(a) e 6(b).

TABELA 4. Indicadores de ajuste e precisão dos modelos testados para quantificar o carbono individual de árvores de *Populus sp.* no Município de São Mateus do Sul-PR.

Modelo	Variável	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	r ² %	s _{yx} %	I.A
1	pcf	-15,75848	2,05593	–	–	90,25	29,19	0,91
	pcgv	-2,66108	0,41317	–	–	76,78	39,28	0,78
	pcc	-1,78053	0,27445	–	–	94,24	17,90	0,95
	pcr	-5,34217	0,77249	–	–	82,84	35,20	0,84
	pcfl	-0,40210	0,19185	–	–	66,94	29,74	0,69
2	pcf	6,97008	-1,64901	0,13428	–	97,68	14,22	0,98
	pcgv	2,71787	-0,46365	0,03178	–	84,96	31,61	0,87
	pcc	-0,84426	0,12183	0,00553	–	94,69	17,18	0,95
	pcr	-1,49396	0,14520	0,02274	–	83,33	34,69	0,85
	pcfl	1,22981	-0,07417	0,00964	–	68,58	28,99	0,72
3	pcf	-0,52038	0,15963	0,00385	–	98,23	11,51	0,99
	pcgv	0,84161	-0,02273	0,00088	–	85,32	31,23	0,87
	pcc	-1,33400	0,21888	0,00011	–	94,34	17,74	0,95
	pcr	-4,42484	0,65833	0,00023	–	82,04	36,01	0,84
	pcfl	0,64363	0,06171	0,00026	–	68,60	69,06	0,72
4	pcf	0,32330	0,00865	0,00368	–	98,21	11,58	0,99
	pcgv	0,71039	-0,00104	0,00090	–	85,30	31,25	0,87
	pcc	-0,39257	0,01552	-0,00031	–	95,17	16,39	0,96
	pcr	-2,11092	0,05547	-0,00151	–	85,82	32,00	0,87
	pcfl	0,91625	0,00425	0,00015	–	68,65	28,96	0,72
5	pcf	-15,83193	1,21938	1,04190	–	90,17	29,30	0,91
	pcgv	-2,66506	0,36782	0,05648	–	75,44	40,39	0,78
	pcc	-1,77546	0,33224	-0,07198	–	94,04	18,21	0,95
	pcr	-5,25897	1,72009	-1,18021	–	86,03	31,77	0,87
	pcfl	-0,39339	0,29105	-0,12355	–	65,60	30,34	0,69
6	pcf	-1,84322	0,13999	0,00352	0,14970	98,52	11,38	0,99
	pcgv	-1,00609	-0,05016	0,00043	0,20910	89,73	26,12	0,91
	pcc	-0,92653	0,22493	0,00021	-0,04611	94,70	17,17	0,96
	pcr	-5,57753	0,64122	-0,00005	0,13045	81,56	36,49	0,84
	pcfl	-0,47129	0,04516	-0,00001	0,12617	74,56	26,09	0,79

Notas: pcf: Peso seco do fuste (kg); pcgv: Peso seco dos galhos vivos (kg); pcc: Peso seco da casca (kg); pcr: Peso seco da raiz (kg); pcfl: Peso seco da folhagem (kg); b₀, b₁, b₂ e b₃: Coeficientes de regressão linear; R²%; coeficiente de precisão múltiplo ajustado; syx%: erro padrão da estimativa e I.A: índice de ajuste de Schlaegel.

Para as estimativas de carbono, pode-se perceber na Tabela 3. que as estatísticas de ajuste e precisão r²%, s_{yx}% e I.A, indicam melhores ajustes para o modelo 4 no componente pcc, o modelo 5 representa melhor o pcr e o modelo 6 indicando melhores ajustes no pcf, pcgv e pcfl.

Contudo nota-se (Figura 2) que o modelo 4 apresenta superioridade ao modelo 6, na distribuição gráfica de resíduos para a estimativa do carbono.

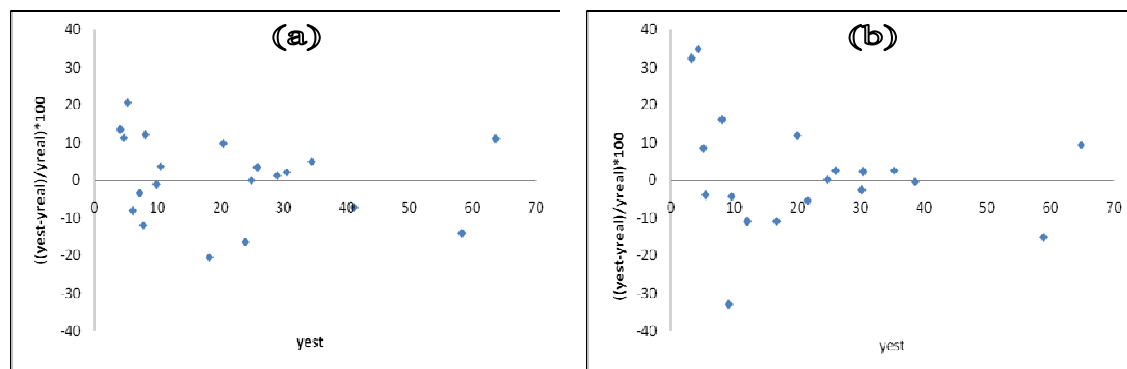


FIGURA 2. Gráficos dos resíduos das estimativas de carbono, em porcentagem, para os modelos 4 (a) e 6 (b).

A análise gráfica é indispensável na hora da escolha da melhor equação, fato comprovado no presente trabalho, pois o modelo 4 foi considerado o mais apropriado para estimativas de biomassa e carbono do presente estudo, depois da análise gráfica de resíduos, quando o mesmo mostrou-se menos tendencioso e com variância mais homogênea ao longo do gráfico.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados é correto afirmar que os modelos 4 e 6 foram os que melhor representaram a biomassa e o carbono nos diversos componentes das árvores de *Populus* sp.

No entanto, a análise gráfica mostrou que o modelo 4 é mais eficiente nas estimativas, devido a distribuição mais homogênea dos resíduos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

- HIGUCHI, N.; CARVALHO Jr., J. A. Fitomassa e conteúdo de carbono de espécies arbóreas da Amazônia. **In: Seminário Emissões x seqüestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negocio para o Brasil**, Rio de Janeiro: 1994, Anais. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce, 1994. P. 125 – 153.
- KOEHLER, E.S.; WATZLAWICK, L.F.; KIRCHNER, F.F. Fontes e níveis de erros nas estimativas do potencial de fixação de carbono. **In: As Florestas e o Carbono**. Sanquetta et. al. (eds.). Curitiba, 2002. pg. 251-264.
- OGAWA, H. e KIRA, T. Methods of estimating forest biomass. **In: Primary productivity of Japanese forests - Productivity of terrestrial communities**. Tokyo: JIPB Vol. 16, 1977. p. 15-24
- SALATI, E. Emissão x seqüestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil. **In: Seminário emissão x seqüestro de CO₂ – uma nova oportunidade de negócios para o Brasil**. Rio de Janeiro: Companhia Vale do Rio Doce. p. 15-37, 1994.
- SANQUETTA, C. R. Métodos de determinação de biomassa florestal. **In: As Florestas e o Carbono**. Sanquetta C.R.; Watzlawick, L.F.; Balbinot, R.; Zillitto, M.A.; Gomes, F. S. (Eds.) Curitiba, 2002. p. 119-140.
- SANQUETTA, C.R. e BALBINOT, R. Metodologias para determinação de biomassa florestal. **In: Fixação de Carbono: Atualidades, Projetos e Pesquisas**. Sanquetta, C.R.; Balbinot, R. e Ziliotto, M.A. (eds.). Curitiba, PR, 2004. pg. 77-93.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ESTRUTURA DE UM REMANESCENTE DA FLORESTA OMBRÓFILA MISTA EM SÃO FRANCISCO DE PAULA - RS

FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURE OF A REMANECENT IN AN OMBROPHYLOUS MIXED FOREST AT SÃO FRANCISCO DE PAULA – RS

Rafael Marian Callegaro¹ Cristina Gouvêa Redin² Cibele Rosa Gracioli³ Solon Jonas Longhi⁴
Régis Villanova Longhi⁵ Mônica Pissatto⁶

RESUMO

O presente estudo tem como objetivo descrever a composição florística, estrutura horizontal e distribuição diamétrica de um remanescente da Floresta Ombrófila Mista em São Francisco de Paula, RS. Foi utilizada uma unidade de 100 x 100 m (1 ha) subdividida em cem (100) parcelas de 10 x 10 m (100 m²) para amostragem de indivíduos com Circunferência a altura do peito (CAP) ≥ 30 cm. Destas árvores foram medidos o CAP e altura (h). A principal família foi Myrtaceae, que apresentou maior riqueza de espécies e maior número de indivíduos. A espécie mais importante do povoamento foi *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg. A curva de distribuição diamétrica denotou que a floresta está bem estabelecida.

Palavras-chave: florística, parâmetros fitossociológicos, remanescente florestal.

ABSTRACT

The present study has as objective describes the floristic composition, its horizontal structures and diametric distribution of a remanecent in an Ombrophyllous Mixed forest at San Francisco de Paula, RS. It was used an unit of 100 x 100 m (1 ha) subdivide in a hundred (100) portions of 10 x 10 m (100 m²) for individuals' sampling with Circumference at the breast height (CBH) ≥ 30 cm. Of these trees was measured CBH and height (h). The more expressive family was Myrtaceae presenting larger value of species and larger number of individuals. The most important species of the settlement was *Blepharocalyx salicifolius* (Kunth) O. Berg. The diametric distribution curve denoted that the forest has a good establishment.

Key words: floristic, phytosociological parameters, forest remanecent.

INTRODUÇÃO

Nas últimas décadas, o desmatamento no Brasil ocorreu de forma intensa, desencadeando problemas e impactos ambientais de diferentes magnitudes (OLIVEIRA *et al.*, 2006). Devido à alta concentração industrial no sul do País, a cobertura florestal vem sofrendo pressão e exploração, o que pode ocasionar graves problemas de desequilíbrio ambiental em algumas regiões. Aliado a isso, o aumento da população contribui para o esgotamento dos recursos florestais (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

A busca da utilização dos recursos florestais de forma mais equilibrada e sustentável, bem como a falta de informações que leva a ter um domínio completo das espécies florestais, tanto das exóticas quanto das nativas, ainda são pontos cruciais na condução e manejo de florestas (FORMENTO *et al.*, 2004).

De acordo com Formento *et al.* (2000 apud FERREIRA e GALVÃO, 2007) estima-se que a demanda anual de madeira no Brasil seja de 350 milhões de metros cúbicos e a produção de florestas plantadas de 90 milhões, havendo assim um déficit de 260 milhões, que tem sido suprido pelo corte de florestas nativas.

O Estado do Rio Grande do sul, nos últimos 50 anos, delapidou suas maiores e mais importantes reservas naturais de madeira, restando atualmente áreas insignificantes geralmente localizadas em locais de difícil acesso. O desmatamento desordenado trouxe além de problemas ecológicos, como erosão e perda de fertilidade do solo, a falta de madeira que é atualmente suprimida quase que, exclusivamente pelo reflorestamento com espécies exóticas (SPATHELF *et al.*, 2001).

¹. Engenheiro Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Campus Universitário - Centro de Ciências Rurais/ Departamento de Ciências Florestais. CEP: 97105-900, Santa Maria (RS). E-mail: mariancallegaro@yahoo.com.br

². Graduando do Curso de Engenharia Florestal, UFSM.

³. M. Sc. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM.

⁴. Prof. Titular Dr. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM.

⁵. Graduando do Curso de Engenharia Florestal, UFSM.

⁶. Graduando do Curso de Engenharia Florestal, UFSM.

O presente estudo objetivou descrever a composição florística, estrutura horizontal e distribuição diamétrica de um ramanescente da Floresta Ombrófila Mista, na Floresta Nacional de Araucária (FLONA), município de São Francisco de Paula, Estado do Rio Grande do Sul.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A Floresta Ombrófila Mista ocorre entre 400 e 1.000 m de altitude, ocupando quase inteiramente o planalto situado acima de 500 m nos estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul (FORMENTO *et al.*, 2004).

Entre as formações florestais do Estado do Rio Grande do Sul, encontra-se a Floresta Ombrófila Mista, formação florestal resultante da interpenetração de floras de origem austral-andina e floras de origem tropical afro-brasileira (VELOSO *et al.*, 1991).

Os autores escrevem que a Floresta Ombrófila Mista apresenta quatro formações distintas: Aluvial, em terraços antigos ao longo dos flúvios; Submontana, de 50 até mais ou menos 400 m de altitude; Montana, de 400 até mais ou menos 1000 m de altitude; Alto-montana, situada a mais de 1000 m de altitude.

Segundo Sonogo *et al.* (2007) a Floresta Ombrófila Mista é caracterizada pela presença de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, que por sua abundância, porte e copas corimbiformes imprime o aspecto fitofisionômico próprio desta formação.

Para Sonogo (1906 apud LINDMAN, 1960 apud KLEIN, 2007) na Floresta Ombrófila Mista, a *Araucaria angustifolia* forma uma cobertura muito característica, por vezes contínua, dando, muitas vezes a impressão de tratar-se de uma formação uniestratificada. No entanto, sob a cobertura das copas das araucárias, encontram-se outras espécies de árvores, arbustos, ervas, epífitos e lianas, que variam em abundância e porte dependendo do local e do estágio de desenvolvimento da comunidade em questão.

Com a análise da estrutura horizontal podem-se obter informações sobre o comportamento das espécies em determinados parâmetros como densidade, frequência e dominância. O primeiro denota o número de indivíduos da espécie por área. A frequência relaciona a porcentagem de ocorrência da espécie dentro das parcelas amostradas, pelo critério de presença e ausência. A dominância representa o índice de ocupação em termos de área basal para cada espécie, em m²/hectare. Quando somados os valores relativos, desses parâmetros, pode-se obter o valor de importância da espécie na floresta estudada.

A análise da distribuição diamétrica pode auxiliar no planejamento de cortes seletivos, de modo a manter a tendência natural da distribuição diamétrica da floresta em questão; estimular o crescimento das árvores das espécies desejáveis e de valor comercial e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade do produto ou dos produtos pretendidos; manter a biodiversidade e também sustentar a estrutura diamétrica balanceada (SOUZA *et al.*, 2006).

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA), município de São Francisco de Paula, estado do Rio Grande do Sul, a 27 km da cidade. A FLONA localiza-se nas coordenadas 29°23' a 29°27'S, 50°23' e 50°25'W, com altitude de 923 m (SONEGO *et al.*, 2007).

O clima da região é do tipo Cfb (clima temperado), com invernos rigorosos, registrando-se neve em algumas ocasiões. Há ocorrência de geadas e nevoeiros (MORENO, 1961). A precipitação média anual é de 2.468 mm, e a temperatura média anual é inferior a 18,5 °C (RIBEIRO *et al.*, 2007).

A região da FLONA situa-se na região fisiográfica Campos de Cima da Serra (RIO GRANDE DO SUL, 2002) e apresenta um relevo ondulado a fortemente ondulado com presença de rios (LONGHI *et al.*, 2006). Os autores descrevem a vegetação natural como pertencente ao tipo fitogeográfico Floresta Ombrófila Mista. O solo é do tipo Cambissolo Húmico Alumínico típico (STRECK *et al.*, 2002).

Metodologia de amostragem

O estudo foi realizado na área de pesquisa do Projeto Ecológico de Longa Duração (PELD), “Conservação e Manejo Sustentável de Ecossistemas Florestais”. A amostragem foi realizada em uma unidade de 100 x 100 m (1 ha), subdividida em 100 parcelas de 10 x 10 m (100 m²). Nas parcelas foram identificadas e medidas todas as árvores com CAP (circunferência a altura do peito) ≥ 30 cm. Das espécies que não foram identificadas *in loco* foi coletado material botânico e levado para posterior identificação junto ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF).

Para confirmação e atualização dos nomes científicos foi utilizado o *site* do Missouri Botanical Garden (2008). A delimitação das famílias botânicas seguiu o sistema de classificação Angiosperm Phylogeny Group (APG II, 2003).

Análise dos dados

Os dados foram processados no *software* Mata Nativa 2 (CIENDEC, 2006). Com o programa foi elaborada a Curva Espécie/Área. Foram estimados os valores de densidade, frequência, dominância e valor de importância e a

distribuição diamétrica dos indivíduos amostrados. Os valores referentes a composição florística foram calculados com o *software* Microsoft Office Excel 2003.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Suficiência amostral

De acordo com a Figura 1 pode-se afirmar que as 100 parcelas levantadas foram suficientes para representar a composição florística do remanescente florestal estudado. Esta afirmação é comprovada pela estabilização do número de espécies a partir da quadragésima segunda parcela (4.200 m²), ocorrendo novo acréscimo e nova estabilização da quantidade de espécies.

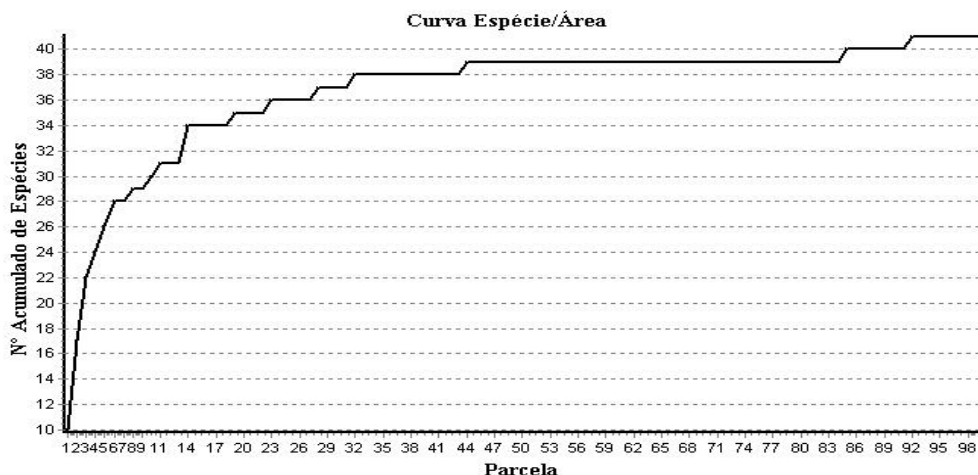


FIGURA 1 - Curva Espécie/Área de um remanescente da Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS.

Composição florística

Foram encontrados 782 indivíduos pertencentes a 39 espécies distribuídas em 17 famílias botânicas (Tabela 1). Observa-se que 5 % dos indivíduos são constituídos por cipós e árvores mortas em pé.

A família Myrtaceae se destacou quanto à riqueza de espécies (14), seguida das famílias Lauraceae (4) e Salicaceae (3). Nascimento *et al.* (2001) determinaram maior número de espécies para Myrtaceae numa Floresta Ombrófila Mista no RS. Para Longhi *et al.* (2006) é comum a família Myrtaceae estar entre as mais representativas nas florestas do Rio Grande do Sul. Dias *et al.* (1998), utilizando CAP ≥ 15,7 cm, encontraram a família Fabaceae com maior riqueza de espécies, em Floresta Ombrófila Mista Aluvial no Paraná. Tal representatividade da família Fabaceae pode estar relacionada ao fato de haver maior riqueza de espécies em tamanhos inferiores de diâmetro.

Quanto ao número de indivíduos, as principais famílias foram Myrtaceae com 253, acompanhada de Euphorbiaceae (168), Lauraceae (93) e Aquifoliaceae (90). Estas espécies representam mais de 77 % dos indivíduos amostrados. Sanchez *et al.* (1999) associa a abundância da família Myrtaceae a sua importância ecológica em alguns ambientes. Isto pode ser observado no presente estudo, pelo qual nota-se a representatividade da família Myrtaceae.

TABELA 1: Distribuição botânica de um remanescente da Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS.

Nome Científico	Família	N	%
<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	Aquifoliaceae	90	11,5
<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.			
<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	Araucariaceae	43	5,5
<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	Asteraceae	15	1,9
<i>Dasyphyllum tomentosum</i> (Spreng.) Cabrera			
<i>Citronella gongonha</i> (Mart.) R.A. Howard	Cardiopteridaceae	4	0,5
<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	Cunoniaceae	1	0,1
<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Dicksoniaceae	1	0,1
<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong			
<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	Euphorbiaceae	168	21,5
<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs			

TABELA 1: Continuação.

<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez			
<i>Cryptocarya moschata</i> Nees & Mart. Ex Nees	Lauraceae	93	11,9
<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez			
<i>Ocotea pulchella</i> Mart.			
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg			
<i>Calyptanthus concinna</i> DC.			
<i>Campomanesia rhombea</i> O. Berg			
<i>Campomanesia xanthocarpa</i> (Mart.) O. Berg			
<i>Eugenia involucrata</i> DC.			
<i>Eugenia subterminalis</i> DC.			
<i>Eugenia uruguayensis</i> Cambess.	Myrtaceae	253	32,4
<i>Myrceugenia cucullata</i> D. Legrand			
<i>Myrceugenia miersiana</i> (Gardner) D. Legrand & Kausel			
<i>Myrcia oligantha</i> O. Berg			
<i>Myrcianthes gigantea</i> (D. Legrand) D. Legrand			
<i>Myrciaria delicatula</i> (DC.) O. Berg			
<i>Myrciaria floribunda</i> (H. West ex Willd.) O. Berg			
<i>Siphoneugena reitzii</i> D. Legrand			
<i>Podocarpus lambertii</i> Klotzsch ex Endl.	Podocarpaceae	13	1,7
<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	Proteaceae	13	1,7
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	Rhamnaceae	2	0,3
<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	Rosaceae	6	0,8
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	Rutaceae	1	0,1
<i>Casearia decandra</i> Jacq.			
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i> Sleumer	Salicaceae	34	4,3
<i>Xylosma tweediana</i> (Clos) Eichler			
<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	Sapindaceae	5	0,6
<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	Simaroubaceae	1	0,1
Cipós e Mortas	-	39	5,0
Total		782	100

Em que: N= número de indivíduos da família; %= porcentagem de indivíduos da família.

Estrutura horizontal

Pela análise dos parâmetros da estrutura horizontal, percebe-se que seis (6) espécies se destacaram quanto ao índice de valor de importância (*Blepharocalyx salicifolius*, *Sebastiania commersoniana*, *Ilex brevicuspis*, *Aracuaria angustifolia*, *Cryptocarya aschersoniana* e *Ocotea pulchella*). Tais espécies representam 52,8 % da densidade relativa, 44,2 % da frequência relativa e 75,4 % da dominância, resultando em 57,5 % dos valores de importância do remanescente estudado (Tabela 2).

Cabe ressaltar que as árvores mortas apresentam valor de importância de 4,16, o que as coloca entre as árvores mais importantes do povoamento. Sanquetta *et al.* (2003) relacionam que diversos fatores como idade, supressão e competição podem contribuir para o aumento da mortalidade em uma floresta.

Observa-se que *Blepharocalyx salicifolius* teve a maior importância no povoamento, pois, apresentou o maior valor de importância (44,3). Isto se deve, principalmente, ao índice de área basal por hectare, que foi de 11,844 m²/ha. Alguns autores como Portes *et al.* (2001) e Sonogo *et al.* (2007) encontraram *Blepharocalyx salicifolius* entre as espécies de maior densidade, frequência e dominância, nos estudos realizados em ambientes de Floresta Ombrófila Densa Altomontana e Floresta Ombrófila Mista, respectivamente. Tais trabalhos indicam que *Blepharocalyx salicifolius* tem boa capacidade de se desenvolver em ambientes de floresta úmida.

A espécie *Sebastiania commersoniana* apresentou os maiores valores de frequência e densidade relativa, respectivamente, 15,6 % e 10,2 %. Bianchini *et al.* (2003), refere-se a esta espécie, como sendo tolerante a áreas alagadas. A partir deste pressuposto, talvez pelo ambiente úmido da floresta, pode-se explicar a predominância de *Sebastiania commersoniana* quanto ao número de indivíduos e a frequência de ocorrência no remanescente florestal estudado.

TABELA 2: Parâmetros da estrutura horizontal de um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS.

Nome Científico	DA (N/há)	DR (%)	FA (%)	FR (%)	DoA (m ² /há)	DoR (%)	VI (%)	VI* (%)
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	80	10,23	50	9,65	11,844	24,4	44,28	14,76
<i>Sebastiania commersoniana</i>	122	15,60	53	10,23	5,996	12,35	38,19	12,73
<i>Ilex brevicuspis</i>	88	11,25	37	7,14	6,501	13,39	31,79	10,60
□ngustifó □ngustifólia	43	5,50	31	5,98	4,235	8,72	20,21	6,74
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	36	4,60	21	4,05	5,584	11,5	20,16	6,72
<i>Ocotea pulchella</i>	44	5,63	37	7,14	2,461	5,07	17,84	5,95
Morta	38	4,86	24	4,63	1,450	2,99	12,48	4,16
<i>Sebastiania brasiliensis</i>	37	4,73	28	5,41	0,412	0,85	10,99	3,66
<i>Eugenia uruguayensis</i>	26	3,32	23	4,44	0,839	1,73	9,49	3,16
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	26	3,32	17	3,28	0,970	2	8,61	2,87
<i>Casearia decandra</i>	26	3,32	23	4,44	0,319	0,66	8,42	2,81
<i>Campomanesia rhombea</i>	23	2,94	18	3,47	0,787	1,62	8,04	2,68
<i>Myrceugenia cucullata</i>	24	3,07	19	3,67	0,301	0,62	7,36	2,45
<i>Eugenia involucrata</i>	15	1,92	12	2,32	0,403	0,83	5,07	1,69
<i>Nectandra megapotamica</i>	10	1,28	10	1,93	0,838	1,73	4,94	1,64
<i>Podocarpus lambertii</i>	13	1,66	7	1,35	0,668	1,38	4,39	1,46
<i>Sapium glandulosum</i>	9	1,15	9	1,74	0,721	1,48	4,37	1,46
<i>Myrceugenia miersiana</i>	17	2,17	9	1,74	0,217	0,45	4,36	1,45
<i>Roupala brasiliensis</i>	13	1,66	10	1,93	0,237	0,49	4,08	1,36
<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	9	1,15	8	1,54	0,604	1,24	3,94	1,31
<i>Myrciaria delicatula</i>	8	1,02	7	1,35	0,429	0,88	3,26	1,09
<i>Siphoneugena reitzii</i>	8	1,02	8	1,54	0,173	0,36	2,92	0,97
<i>Myrciaria floribunda</i>	8	1,02	7	1,35	0,161	0,33	2,71	0,90
<i>Prunus myrtifolia</i>	6	0,77	6	1,16	0,360	0,74	2,67	0,89
<i>Matayba elaeagnoides</i>	5	0,64	5	0,97	0,359	0,74	2,34	0,78
<i>Dasyphyllum spinescens</i>	6	0,77	3	0,58	0,469	0,97	2,31	0,77
<i>Myrcianthes gigantea</i>	7	0,90	4	0,77	0,092	0,19	1,86	0,62
<i>Calypttranthes concinna</i>	6	0,77	4	0,77	0,074	0,15	1,69	0,56
<i>Xylosma pseudosalzmannii</i>	5	0,64	4	0,77	0,061	0,13	1,54	0,51
<i>Citronella gongonha</i>	4	0,51	4	0,77	0,124	0,25	1,54	0,51
<i>Ilex paraguariensis</i>	2	0,26	2	0,39	0,315	0,65	1,29	0,43
<i>Cryptocarya moschata</i>	3	0,38	3	0,58	0,102	0,21	1,17	0,39
<i>Eugenia subterminalis</i>	3	0,38	3	0,58	0,092	0,19	1,15	0,38
<i>Xylosma tweediana</i>	3	0,38	3	0,58	0,081	0,17	1,13	0,38
<i>Myrcia oligantha</i>	2	0,26	2	0,39	0,021	0,04	0,69	0,23
<i>Scutia buxifolia</i>	2	0,26	2	0,39	0,023	0,05	0,69	0,23
<i>Lamanonia ternata</i>	1	0,13	1	0,19	0,104	0,21	0,54	0,18
<i>Dicksonia sellowiana</i>	1	0,13	1	0,19	0,080	0,16	0,49	0,16
Cipós	1	0,13	1	0,19	0,012	0,03	0,35	0,12
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	0,13	1	0,19	0,017	0,03	0,36	0,12
<i>Picramnia parvifolia</i>	1	0,13	1	0,19	0,008	0,02	0,34	0,11
Total	782	100	518	100	49	100	300	100

Em que: DA= densidade absoluta; DR= densidade relativa; FA= frequência; FR= frequência relativa; DoA= dominância absoluta ; DoR= dominância relativa; VI= valor de importância; VI*= valor de importância relativo.

Ressalta-se que *Araucaria angustifolia* esteve entre as principais espécies apesar de apresentar uma densidade absoluta relativamente baixa, talvez pela competição entre as árvores. Pode-se observar que *Lamanonia ternata*, *Dicksonia sellowiana*, *Zanthoxylum rhoifolium* e *Picramnia parvifolia* apresentaram apenas um indivíduo por hectare e ocorreram apenas em uma parcela.

Distribuição diamétrica

Ao analisar a Figura 2, pode-se avaliar que a distribuição dos indivíduos é concentrada, principalmente, na primeira classe e apresenta a forma de “J” invertido, com decréscimo acentuado e gradativo. A presença, de poucos indivíduos, nas classes de tamanhos superiores pode indicar que o número de espécies capazes de atingir esses diâmetros é restrito.

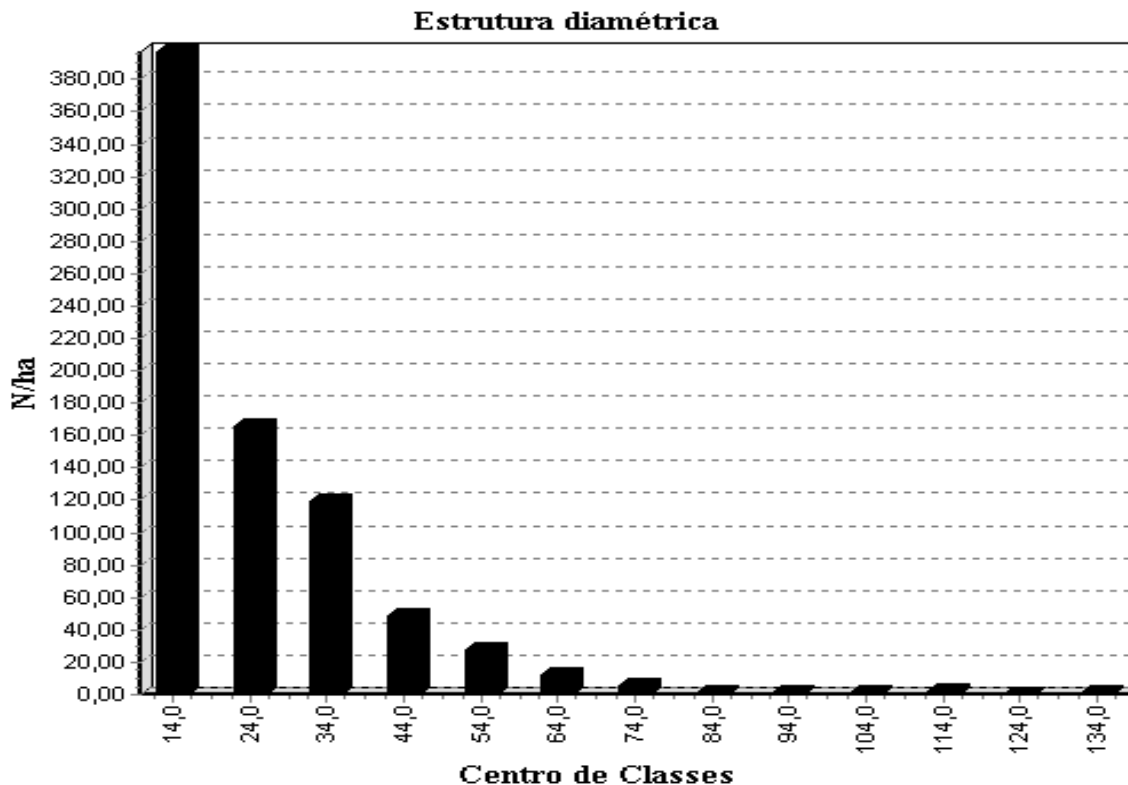


FIGURA 2: Distribuição diamétrica de um remanescente da Floresta Ombrófila Mista, São Francisco de Paula, RS.

Para Nascimento *et al.* (2004) e Longhi (1980) a forma “J” invertido indica que a floresta tem uma capacidade de auto-regeneração e manutenção dos níveis atuais de densidade, com tendência à substituição de indivíduos dominantes e perpetuação das mudanças na estrutura da floresta.

CONCLUSÕES

A principal família foi Myrtaceae por apresentar mais indivíduos e maior riqueza de espécies. Isto ocorreu devido amplo estabelecimento desta família no remanescente florestal estudado.

Blepharocalyx salicifolius foi a espécie mais importante, pois, apresentou maior valor de importância, devido, principalmente, a sua alta dominância. Cabe ressaltar que *Sebastiania commersoniana* também teve grande importância no povoamento, sendo que apresentou os maiores valores de densidade e frequência.

A distribuição diamétrica resultou em uma curva característica de floresta bem estabelecida e isso sugere boa capacidade de renovação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, [s.l.], v.141, p. 399-436, 2003.

BIANCHINI, E.; POPOLO, R. S.; DIAS, M. C. *et al.* Diversidade e estrutura de espécies arbóreas em área alagável do município de Londrina, sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 17, n. 3, p. 405-419, 2003.

CIENTEC. **Mata Nativa 2**: sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas. Viçosa, MG: Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas, 2006.

- DIAS, M. C.; VIEIRA, A. O. S.; NAKAJIMA, J. N. *et al.* Composição florística e fitossociologia do componente arbóreo das florestas ciliares do rio Iapó, na bacia do rio Tibagi, Tibagi, PR. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 21, n. 2, p. 183-195, ago., 1998.
- FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul, SC. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 196-212, jul./dez. 2004
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Ber.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 1980. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.
- LONGHI, S. J.; BRENA, D. A.; GOMES, J. F. *et al.* Classificação e caracterização de estágios sucessionais em remanescentes de Floresta Ombrófila Mista. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 2, p. 113-125, mar.-jun., 2006.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. MBG - Missouri Botanical Garden. Missouri, 2008. Disponível em: <www.mobot.org>. Acesso em: 21 set. 2008.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- NASCIMENTO, A. R. T.; FELFILI, J. M.; MEIRELLES, E. M. Florística e estrutura da comunidade arbórea de um remanescente de Floresta Estacional Decidual de encosta, Monte Alegre, GO, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 659-669, 2004.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.
- OLIVEIRA, F. X. de; ANDRADE, L. A. de; FÉLIX, L. P. Comparações florísticas e estruturais entre comunidades de Floresta Ombrófila Aberta com diferentes idades, no Município de Areia, PB, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 20, n. 4, p. 861-873, 2006.
- PÉLLICO NETTO, S.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- PORTES, M. C. G. de O.; GALVÃO, F.; KOEHLER, A. Caracterização florística e estrutural de uma Floresta Ombrófila Densa Altomontana do Morro do Anhangava, Quatro Barras – PR. **Floresta**, Curitiba, v. 31, [s.n.], 2001.
- RIBEIRO, S. B.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. *et al.* Diversidade e classificação da comunidade arbórea da Floresta Ombrófila Mista da FLONA de São Francisco de Paula, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 2, p. 101-108, abr.-jun., 2007.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Disponível em : <www.ufsm.br/ifcers>. Acesso em: 10 set. 2008.
- SANCHEZ, M.; PEDRONI, F.; LEITÃO-FILHO, H. de F. *et al.* Composição florística de um trecho de floresta ripária na Mata Atlântica em Picinguaba, Ubatuba, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 22, n. 1, abr., 1999.
- SANQUETTA, C. R.; CÔRTE, A. P. D.; EISFELD, R. de L. F. Crescimento, mortalidade e recrutamento em duas florestas de Araucária (*Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze.) no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, Guarapuava, v. 5, n. 1, jan.-jun., 2003.
- SONEGO, C. R.; BACKES, A.; SOUZA, A. F. Descrição da estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, RS, Brasil, utilizando estimadores não-paramétricos de riqueza e rarefação de amostras. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 21, n. 4, p. 943-955. 2007.
- SOUZA, A. L. de; SILVA, G. F. da; CHICHORRO, J. F. *et al.* **Mata Nativa 2: Manual do Usuário**. Viçosa: CIENTEC, 2006. 295 p.
- SPATHELF, P.; BERGER, R.; VACCARO, S. Crescimento de espécies nativas de uma Floresta Estacional Decidual/Ombrófila Mista do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 103-119, 2001.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126 p.
- Veloso, H.P.; Rangel Filho, A.L.R. & Lima, L.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: IBGE, 1991.

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM CAPÕES E MATA DE GALERIA
NA SERRA DO SUDESTE – RS

PHYTOSOCIOLOGICAL PARAMETERS OF ARBOREAL SPECIES IN COPSES AND GALLERY FOREST
IN SERRA DO SUDESTE – RS

Rafael Marian Callegaro¹ Cibele Rosa Gracioli² Solon Jonas Longhi³ Fausto Camargo⁴

RESUMO

O presente trabalho objetiva descrever parâmetros fitossociológicos intrínsecos as cinco (5) espécies mais abundantes do estrato arbóreo de capões e mata de galeria, na Serra do Sudeste, município de Pinheiro Machado, RS. Para a amostragem foram distribuídas sistematicamente 25 parcelas de 10 x 10 m (100 m²), em transectos paralelos, nas quais foram medidos a Circunferência a altura do peito (CAP) e a altura (h), de todos os indivíduos com CAP ≥ 15,7 cm. *Lithraea brasiliensis* L. Marchand apresentou maior densidade e frequência, e *Scutia buxifolia* Reissek foi a espécie com maior dominância. Verificou-se o padrão de distribuição espacial agregado em todas as espécies avaliadas. No estrato superior a maior abundância foi da *Scutia buxifolia*, no médio da *Lithraea brasiliensis* e no inferior da *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera. As espécies avaliadas, conjuntamente, apresentaram a distribuição diamétrica na forma de “J” invertido.

Palavras-chave: Estrato arbóreo, distribuição diamétrica, espécies abundantes.

ABSTRACT

The present work aims at to describe phytosociological parameters intrinsic to five (5) more abundant species of the arboreal stratum of copses and gallery forest, in Serra do Sudeste, Pinheiro Machado, RS. For the sampling it had been distributed 25 portions of 10 x 10 m (100 m²) systematically, in parallel transects, in which were measured Circumference at breast high (CBH) and height (h), of all the individuals with CBH ≥ 15,7 cm. *Lithraea brasiliensis* L. Marchand presented larger density and frequency, and *Scutia buxifolia* Reissek was the species with larger dominancy. The aggregate pattern of distribution was verified in all of sampled species. In the superior stratum the largest species abundance was of *Scutia buxifolia*, in medium *Lithraea brasiliensis* and in inferior *Schinus polygamus* (Cav.) Cabrera. The diameter structure was fitted to the reversed-J regression model.

Key words: Arboreal stratum, diametric structure, abundant species.

INTRODUÇÃO

O tipo de vegetação de um local ou região condicionou, desde tempos pretéritos, a cultura das populações humanas. Durante a ocupação de terras, o homem se mostrou capaz de remover a vegetação natural de grandes áreas e cultivar ou dirigir plantas para satisfazer às suas conveniências (RIOS, 2006).

Toda nação passa historicamente por uma evolução ocupacional de suas terras e, como tal, a exploração das florestas, visando abrir espaço para produção agropecuária e urbanização entre outras formas de ocupação, se acentua com o grau de desenvolvimento de um povo. Caracteriza-se, desta forma, uma estreita relação entre a exploração de recursos florestais e o desenvolvimento da estrutura social de um país (PÉLLICO NETTO e BRENA, 1997).

A busca da utilização dos recursos florestais de forma mais equilibrada e sustentável, bem como a falta de informações que nos levem a ter um domínio completo das espécies florestais, tanto das exóticas quanto das nativas, ainda são pontos cruciais na condução e manejo de florestas (FORMENTO *et al.*, 2004).

O presente trabalho objetivou a descrição de parâmetros da estrutura horizontal, distribuição espacial, estrutura vertical e distribuição diamétrica das cinco (5) espécies mais abundantes do estrato arbóreo em capões e mata de galeria, na Serra do Sudeste, localizada em Pinheiro Machado, RS.

¹. Bolsista BIC/FAPERGS. Graduando do Curso de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Santa Maria. Campus Universitário - Centro de Ciências Rurais / Departamento de Ciências Florestais. CEP: 97105-900 - Santa Maria - RS - Brasil. E-mail: mariancallegaro@yahoo.com.br.

². Bolsista CNPQ. M. Sc. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. UFSM – Centro de Ciências Rurais – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

³. Prof. Titular Dr. do Departamento de Ciências Florestais, UFSM.

⁴. Engenheiro Florestal. Votorantim Papel e Celulose.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conforme Jurinitz & Jarenkow (2003) a cobertura florestal do Rio Grande do Sul, que inicialmente correspondia a 40 % do território. Atualmente possui 4.932.927 ha de florestas naturais em estágios iniciais, médios e avançados de sucessão, o que representa 17,44% da superfície do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Para Leite & Klein (1990), a Serra do Sudeste abrange uma vegetação com predomínio de Savana, onde se observam áreas com vegetação arbórea extremamente rarefeita e outras com consideráveis manchas florestais.

Entretanto, Marchiori (2002) escreve que a denominação Savana é inadequada quando aplicada à vegetação dos campos do Rio Grande do Sul, pois, há predominância de gramíneas baixas na vegetação e o clima vigente é do tipo Cfb, em contraste ao clima estacional com período seco pronunciado que é característico de Savana. Por conseguinte, o autor refere-se à vegetação sul-riograndense como sendo parte do bioma “Campos Sulinos”.

Segundo o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, na Serra do Sudeste, as formações florestais são variáveis. Ocorrem desde matas de galerias até matas latifoliadas subtropicais extensas. Assim como, capões e matas pequenas ao longo dos arroios e encostas das coxilhas, e pequenos pinhais nativos na região de Caçapava do Sul, Encruzilhada do Sul e Piratini (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Dadalt *et al.* (2003 apud CABRAL *et al.*, 2007) relatam que as lenhosas arbóreas são freqüentemente encontradas de modo agrupado formando manchas, de variados tamanhos, inseridas nas matrizes campestres. Leite e Klein (1990) escrevem que na Serra do Sudeste predominam, na fisionomia dos capões e matas de galeria, as espécies características da Floresta Estacional Decidual.

Estimativas de parâmetros da estrutura horizontal incluem a freqüência, a densidade, a dominância. Quanto à freqüência, pode-se avaliar a distribuição da espécie em um povoamento. A densidade indica o número de indivíduos por unidade de área e a dominância absoluta indica o valor em termos de área basal por hectare (SOUZA, *et al.*, 2006).

Para verificar o padrão de distribuição espacial dos indivíduos de cada espécie, alguns autores utilizam o índice de agregação Payandeh (NASCIMENTO *et al.*, 2001; DURIGAN *et al.*, 2002; GAMA *et al.*, 2007). Alves *et al.* (1984 apud BARROS & MACHADO, 2008) escreveram que o índice de Payandeh (Pi) determina o grau de agregação da espécie, por meio da relação existente entre a variância do número de indivíduos, por parcela, e a média do número de indivíduos.

A análise da estrutura vertical nos dá uma idéia da importância da espécie considerando a sua participação nos estratos verticais que o povoamento apresenta (SOUZA *et al.*, 2006). De acordo com Farias *et al.* (1994), uma análise da estrutura sociológica vertical das espécies arbóreas pode ser feita pela distribuição do número de árvores nos diferentes estratos.

Com o conhecimento da distribuição diamétrica pode-se planejar e executar os cortes seletivos; estimular o crescimento das árvores das espécies desejáveis e de valor comercial e, ao mesmo tempo, melhorar a qualidade do produto ou dos produtos pretendidos; manter a biodiversidade; e sustentar a estrutura diamétrica balanceada (SOUZA *et al.*, 2006).

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

A área de estudo localizar-se na fazenda Tapera, município de Pinheiro Machado, RS. O município de Pinheiro Machado situa-se nas coordenadas 31°28' de latitude Sul e 53°28' de longitude Oeste.

O clima na região, assim como na maior parte do Rio Grande do Sul, é subtropical úmido, do tipo Cfa conforme a classificação de Köppen (Moreno 1961). A temperatura média anual é de 17 °C, com temperatura máxima e mínima anual de 22,5 °C e 13,5 °C, respectivamente. A precipitação pluvial anual é de 1350 mm, variando de 1200 mm a 1500 mm (INMET, 2008). O solo característico dessa região é o Neossolo Litólico Distrófico típico (STRECK *et al.*, 2002).

O município de Pinheiro Machado situa-se na região fisiográfica denominada de Serra do Sudeste, também chamada de Escudo Sul-Riograndense. A região é geologicamente muito antiga, com um mosaico de inúmeras formações geológicas predominando as formações graníticas e magmáticas (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

A vegetação característica da região é incluída no bioma dos Campos Sulinos (MARCHIORI, 2004), com associação de vegetação arbusto-arbóreo associada ao campo (RIO GRANDE DO SUL, 2002; DADALT *et al.*, 2007).

A vegetação arbórea estudada localiza-se na encosta de coxilhas às margens de um riacho, tem dimensões e formas geométricas irregulares, apresentando-se, principalmente, na figura de capões e matas de galeria.

Em Pinheiro Machado e nos municípios vizinhos houve o estabelecimento da ovinocultura e bovinocultura, que predomina até os dias atuais. O estudo foi realizado na fazenda Tapera, onde desde 2006 ocorre implantação de povoamentos florestais com *Eucalyptus dunnii* Maiden.

Metodologia de amostragem

Para a amostragem foram instaladas 25 parcelas de 10 x 10 m, que totalizaram 2.500 m² de superfície amostral, distribuídas sistematicamente, na vegetação, em transectos paralelos, respeitando-se a distância mínima de 3 m entre uma e outra parcela. As parcelas foram alocadas nos dois lados do rio (Sul e Norte), portanto, tiveram exposição N e S.

Foram amostrados os indivíduos com CAP (circunferência a altura do peito) $\geq 15,7$ cm. Desses indivíduos as variáveis observadas foram: medida do CAP (tomado à 1,30 m de altura do solo) e altura total da planta. Para o processamento dos dados, foram utilizados os indivíduos das espécies mais abundantes.

A identificação das espécies foi feita *in loco*. Para as não identificadas, foram feitas coletas de material botânico para posterior identificação junto ao Herbário do Departamento de Ciências Florestais (HDCF), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). Foi utilizado o *site* do Missouri Botanical Garden (2008) para atualização e confirmação da nomenclatura das espécies e nome dos respectivos autores.

Análise dos dados

As variáveis inventariadas foram processadas com o *software* Mata Nativa 2 (CIENTEC, 2007). Através deste *software*, foram estimados parâmetros da estrutura horizontal (densidade, frequência e dominância absoluta) e vertical (número de indivíduos por classe de altura), distribuição espacial (índice de agregação Payandeh) e estrutura diamétrica (número de indivíduos por classe de diâmetro) objetivando caracterizar o comportamento das espécies, mais abundantes, no povoamento estudado. Cabe relatar que a disposição dos indivíduos em determinadas classes de altura é realizada automaticamente pelo *software* Mata Nativa 2.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Parâmetros da estrutura horizontal e padrões de distribuição espacial

Pode-se notar pela Tabela 1, que *Lithraea brasiliensis* apresentou a maior densidade de indivíduos (616), seguida de *Scutia buxifolia* (412) e *Allophylus edulis* (324). Jurinitz & Jarenkow (2003) encontraram o valor de 4 indivíduos/ha para *Lithraea brasiliensis*, em Floresta Estacional Semidecidual Submontana, na Serra do Sudeste, em Camaquã - RS. Ressalta-se a grande diferença dos valores de densidade entre os vários estudos.

TABELA 1: Espécies arbóreas componentes da Savana na Serra do Sudeste, município de Pinheiro Machado, RS, ordenadas em forma decrescente pelos valores da densidade absoluta.

Espécie	DA (ind./ha)	FA (%)	DoA (m ² /ha)	Pi*
<i>Lithraea brasiliensis</i> L. Marchand	616	100	7,094	2,43
<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	412	88	12,711	2,13
<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil., Cambess. & A. Juss.) Radlk.	324	80	3,880	2,14
<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	228	72	1,243	1,85
<i>Schinus polygamus</i> (Cav.) Cabrera	196	76	2,718	2,32
Outras (13 espécies)	472	296	4,317	-
Total	2248	712	31,963	

Em que: DA = densidade absoluta; FA = frequência absoluta; DoA = dominância absoluta; Pi = índice de agregação Payandeh; * Pi < 1: distribuição aleatória; $1 \leq Pi \leq 1,5$: tendência ao agrupamento; Pi > 1,5: distribuição agregada.

Conforme Mochiutti *et al.* (2008) e Carvalho (1994), *Lithraea brasiliensis* é uma espécie exigente de luz. Isto pode explicar, em parte, a diferença de indivíduos encontrados para esta espécie. Por conseguinte, acredita-se que o movimento do gado e intervenções antrópicas realizadas no passado foram decisivas para o amplo desenvolvimento da *Lithraea brasiliensis*.

Lithraea brasiliensis foi a única espécie que ocorreu em todas as parcelas. A partir disto, infere-se que esta espécie foi a mais bem distribuída no povoamento, acompanhada de *Scutia buxifolia* (88) e *Allophylus edulis* (80). Percebe-se que o aumento do valor de frequência da espécie está relacionada à elevação de sua densidade. Os diferentes tipos de perturbações, como citado anteriormente para a densidade, podem ter contribuído também para a ocorrência da *Lithraea brasiliensis* em todas as parcelas amostradas.

Quanto à dominância das espécies, *Scutia buxifolia* apresentou o maior índice de área basal (12,7110 m²/ha), seguida de *Lithraea brasiliensis* (7,0940 m²) e *Allophylus edulis* (3,8800 m²). Barddal *et al.* (2004) encontraram para *Scutia buxifolia*, em uma Floresta Aluvial no PR, 0,106 m²/ha e Rondon Neto *et al.* (2002) 0,14 m²/ha, em Floresta Ombrófila Mista Montana no RS, talvez pela baixa densidade que apresentaram.

Na verificação dos padrões de distribuição espacial, observa-se que as espécies avaliadas apresentaram a distribuição espacial agregada. *Lithraea molleoides* e *Schinus polygamus* tiveram os maiores índices de agregação

Payandeh, $P_i = 2,43$ e $2,32$, respectivamente. Segundo Nascimento *et al.* (2001), a distribuição espacial agregada está relacionada à formação de manchas na vegetação. Estes autores relacionam o padrão agregado a uma boa capacidade de regeneração da floresta.

Estrutura vertical

Observa-se que ocorreram 292 indivíduos no estrato superior, 1.712 no estrato médio e 244 no estrato inferior, tais resultados podem ser vistos na Tabela 2. O menor número de árvores no estrato inferior deve-se, principalmente, a não inclusão dos indivíduos com CAP < 15,7 cm.

TABELA 2: Estrutura sociológica vertical das espécies arbóreas componentes da Savana na Serra do Sudeste - RS.

Espécie	E. I.	E. M.	E. S.						
	N	%	%*	N	%	%*	N	%	%*
<i>Lithraea brasiliensis</i>	28	11,5	4,5	508	29,7	82,5	80	27,4	13,0
<i>Scutia buxifolia</i>	12	4,9	2,9	312	18,2	75,7	88	30,1	21,4
<i>Allophylus edulis</i>	4	1,6	1,2	280	16,4	86,4	40	13,7	12,3
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	20	8,2	8,8	196	11,4	86,0	12	4,1	5,3
<i>Schinus polygamus</i>	44	18,0	22,4	144	8,4	73,5	8	2,7	4,1
Outras (13 espécies)	136	55,7	28,8	272	15,9	57,6	64	21,9	13,6
Total	244	100	68,7	1.712	100	461,7	292	100	69,6

Em que: E. I.= estrato inferior ($h < 2,72$ m); E. M.= estrato médio ($2,72 \text{ m} \leq h < 6,09$ m); E. S.= estrato superior ($h \geq 6,09$ m); N= número de indivíduos da espécie no estrato por hectare; %= porcentagem de indivíduos da espécie no estrato; %* = porcentagem de indivíduos da espécie, no estrato, em relação ao número total de indivíduos.

No estrato inferior, as espécies *Schinus polygamus* (44), *Lithraea brasiliensis* (28) e *Blepharocalyx salicifolius* (20) apresentaram o maior número de indivíduos. Percebe-se que neste estrato, 44,3 % dos indivíduos pertence às 5 espécies avaliadas.

A espécie *Lithraea brasiliensis* dominou o estrato médio com 29,7 % dos indivíduos, seguida de *Scutia buxifolia* (18,2 %) e *Allophylus edulis* (16,4 %). Ressalva-se que 77 % dos indivíduos pertencentes às 5 espécies foram encontrados no estrato médio.

No estrato superior houve maior abundância de *Scutia buxifolia*, que se destacou com 30,1 % dos indivíduos. Cabe ressaltar que *Lithraea brasiliensis* e *Allophylus edulis*, com 27,4 % e 13,7 % respectivamente, apresentaram uma significativa porcentagem de indivíduos.

Pode-se notar que nos estratos médio e superior a porcentagem de indivíduos das 5 espécies avaliadas representaram mais de 84 % e 78 % respectivamente, do número total de árvores amostradas nas parcelas. Nota-se que as 5 principais espécies apresentaram maior número de indivíduos no estrato médio. As outras espécies de menor importância na floresta predominam no estrato inferior.

Distribuição diamétrica

A distribuição diamétrica da 5 espécies avaliadas apresentou a forma de “J” invertido, com a presença de um grande número de árvores nas classes diamétricas de menor tamanho e, com seqüência, decréscimo acentuado.

Na Figura 1, pode-se observar que 262 indivíduos, pertencentes às 5 espécies avaliadas, estavam na classe de menor tamanho (7,5 cm) e 121 na segunda classe (12,5 cm). Com o somatório desses valores chega-se a 63 %, que representa quase dois terços (2/3) das árvores, de todas as espécies, inventariadas. Budke *et al.* (2004) relaciona que a expressiva porcentagem é composta pelos indivíduos de espécies características do sub-bosque e aqueles regenerantes das espécies do dossel superior.

Percebe-se que, a partir da terceira classe (17,5 cm), há uma redução gradativa do número de indivíduos. Esta redução tende a ocorrer em florestas “maduras”, pois, certas espécies, que necessitam de alta luminosidade para se estabelecer, encontram dificuldades pelo sombreamento do dossel da floresta (OLIVEIRA *et al.*, 2001). Para Longhi (1980), a forma de “J” invertido, quando verificada em um povoamento, representa uma distribuição que garante a continuação da dinâmica da, pois a súbita ausência de indivíduos dominantes dará lugar para as chamadas “árvores de reposição”.

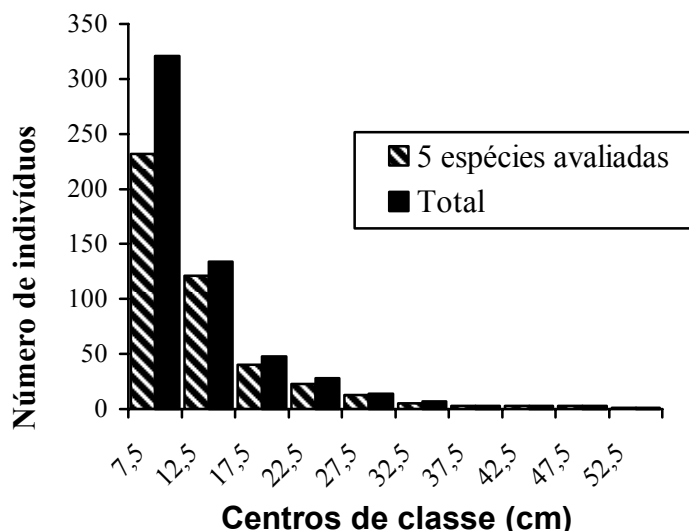


FIGURA 1: Distribuição diamétrica dos indivíduos das espécies arbóreas componentes de capões e mata de galeria na Serra do Sudeste - RS. Em que: 5 espécies avaliadas= *Allophylus edulis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Lithraea brasiliensis*, *Schinus polygamus* e *Scutia buxifolia*; Total= todas as espécies encontradas no povoamento (18 espécies).

CONCLUSÕES

Lithraea brasiliensis foi a espécie mais abundante e a mais freqüente, por apresentar o maior número de indivíduos por hectare (densidade) e por ter ocorrido em todas as parcelas (freqüência). *Scutia buxifolia* apresentou o maior índice de área basal por hectare, portanto, é dominante, no povoamento, quanto a este parâmetro.

As 5 espécies mais abundantes apresentaram o padrão de distribuição agregado, indicando que a vegetação arbórea estudada se apresenta na forma de manchas.

Pode-se inferir que as 5 espécies avaliadas se encontraram amplamente estabelecidas nos estratos superiores da vegetação arbórea estudada, devido a predominância nos parâmetros estruturais.

Quanto à distribuição diamétrica, infere-se que as 5 espécies apresentaram uma curva característica de uma floresta bem estabelecida. Tal aspecto é representado pela presença do maior número de indivíduos nas duas primeiras classes de diâmetro e, com a seqüência de um decréscimo acentuado, finalizando a curva com uma diminuição gradativa do número de indivíduos, nas classes superiores de diâmetros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E. O.; MOTA, J. H.; SOARES, T. S. *et al.* Crescimento e distribuição espacial de *Croton urucurana* Baill. em Dourados - MS. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 21, n. 1, p. 83-88. jan.-mar. 2008.
- BARDDAL, M. L.; RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F. *et al.* Fitossociologia do sub-bosque de uma Floresta Ombrófila Mista Aluvial, no município de Araucária, PR. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 14, n. 1, p. 35-45. 2004.
- BUDKE, J. C.; GIEHL, E. L. H.; ATHAYDE, E. A. *et al.* Florística e fitossociologia do componente arbóreo de uma floresta ribeirinha, arroio Passo das Tropas, Santa Maria, RS, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 18, n. 3, p. 581-589. 2004.
- CARVALHO, P. H. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: EMBRAPA/CNPQ, 1994. 674 p.
- CIENTEC. **Mata Nativa 2: sistema para análise fitossociológica e elaboração de inventários e planos de manejo de florestas nativas**. Viçosa, MG: Cientec - Consultoria e Desenvolvimento de Sistemas, 2006.
- DADALT, L. P.; TRINDADE, J. P. P.; PILLAR, V. D. *et al.* Composição e riqueza de espécies em manchas de vegetação lenhosa na Serra do Sudeste, RS, Brasil. In: CONGRESSO DE ECOLOGIA DO BRASIL, 8., 2007, Caxambu, MG. **Anais eletrônicos...** São Paulo: SEB, 2007. Disponível em: <<http://www.seb-ecologia.org.br/viiiiceb/pdf/354.pdf>>. Acesso em: 10 set. 2008.
- DURIGAN, G.; NISHIKAWA, D. L. L.; ROCHA, E. *et al.* Caracterização de dois estratos da vegetação em uma área de Cerrado no município de Brotas, SP, Brasil. **Acta Botanica Brasílica**, São Paulo, v. 16, n. 3, p. 251-262, jul.-set. 2002.

- FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; PES, L. *et al.* Estrutura fitossociológica de uma Floresta Estacional Decidual na região de Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 4, n. 1, p. 109-128, 1994.
- FORMENTO, S.; SCHORN, L. A.; RAMOS, R. A. B. Dinâmica estrutural arbórea de uma Floresta Ombrófila Mista em Campo Belo do Sul, SC. **Cerne**, Lavras, v. 10, n. 2, p. 196-212, jul./dez. 2004.
- GAMA, J. R. V.; SOUZA, A. L. de; CALEGÁRIO, N. *et al.* Fitossociologia de duas fitocenoses de Floresta Ombrófila Aberta no município de Codó, Estado do Maranhão. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, n. 3, p. 465-477, 2007.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. **Normais Climatológicas, DF**. Brasília: INMET, 2008. Disponível em: <http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/>. Acesso em: 12 set. 2008.
- JURINITZ, C. F.; JARENKOW, J. A. Estrutura do componente arbóreo de uma floresta estacional na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, São Paulo, v. 26, n. 4, p. 475-487, out.-dez. 2003.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Vegetação. In: IBGE. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Geografia do Brasil**: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. p. 113-150.
- LONGHI, S. J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Ber.) O. Ktze, no sul do Brasil**. 1980. 198 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1980.
- MARCHIORI, J. N. C. **Fitogeografia do Rio Grande do Sul**: Campos Sulinos. Porto Alegre: EST, 2004. 110p.
- MISSOURI BOTANICAL GARDEN. MBG - Missouri Botanical Garden. Missouri, 2008. Disponível em: www.mobot.org. Acesso em: 10 set. 2008.
- MOCHIUTTI, S.; HIGA, A. R.; SIMON, A. A. Fitossociologia dos estratos arbóreo e de regeneração natural em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* de Wild.) na região da Floresta Estacional Semidecidual do Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 2, p. 207-222, abr.-jun., 2008.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, 1961. 41p.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de Floresta Ombrófila Mista em Nova Prata, RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 11, n. 1, p. 105-119, 2001.
- OLIVEIRA, R. de J.; MANTOVANI, W.; MELO, M. M. da R. F. de. Estrutura do componente arbustivo-arbóreo da Floresta Atlântica de encosta, Peruíbe, SP. **Acta Botanica Brasilica**, São Paulo, v. 15, n. 3, p. 391-412. 2001.
- PÉLLICO NETTO, S. P.; BRENA, D. A. **Inventário florestal**. Curitiba: Editorado pelos autores, 1997. 316 p.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Disponível em : www.ufsm.br/ifcrs. Acesso em: 10 set. 2008.
- RIOS, R. C. **Caracterização florística e fitossociológica da vegetação arbórea em três unidades pedológicas do Parque Provincial Cruce Caballero, Misiones, Argentina**. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.
- RONDON NETO, R. M.; WATZLAWICK, L. F.; CALDEIRA, M. V. W. *et al.* Análise florística e estrutural de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado em Criúva, RS – Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 12, n. 1, p. 29-37, jun., 2002.
- SOUZA, A. L. de; SILVA, G. F. da; CHICHORRO, J. F. *et al.* **Mata Nativa 2**: Manual do Usuário. Viçosa: CIENTEC, 2006. 295 p.
- STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 126 p.

EVOLUÇÃO DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

EVOLUTION THE BRAZILLIAN FORESTRY SECTOR

Rafael Rodolfo de Melo¹ Diego Martins Stangerlin¹ Marcos Theodoro Müller¹ Rafael Beltrame¹
Romulo Trevisan² Darci Alberto Gatto³ Elio José Santini⁴ Clovis Roberto Haselein⁴

RESUMO

Foi realizada uma análise da evolução do setor florestal no Brasil. As atividades ligadas a este setor e à sua cadeia produtiva vêm apresentando historicamente significativas contribuições para o desenvolvimento econômico do país. Para as análises foram utilizados dados estatísticos publicados por órgão nacionais e internacionais que referenciam a magnitude desta indústria para economia nacional. Constatou-se que embora expressiva a contribuição do setor florestal brasileiro, esta ainda ocupa uma posição bem aquém de sua capacidade suporte.

Palavras-chave: Economia florestal, setor florestal, cadeia produtiva..

ABSTRACT

Was studied the evolution of Brazilian forestry sector. The forestry sector historically has been showing contributions to the Brazilian economical development. The statistical information published for national and international organizations were utilized for analyses. The expressive contribution despite this sector for national economy, this occupied well below position of its potential.

Key words: forest economy, Brazilian forestry sector, industry of wood.

INTRODUÇÃO

A indústria da madeira e seus derivados apresentam considerável importância para economia brasileira desde a colonização portuguesa. O primeiro grande ciclo econômico do Brasil se deu pela utilização de seus recursos florestais, com maior ênfase na exploração do pau-brasil (*Caesalpinia echinata* Lam.) para extração da brasilina, substância comumente encontrada no cerne de árvores desta espécie, bastante utilizada como corante no tingimento de tecidos na época. Posteriormente, esta espécie daria nome ao país. Além do pau-brasil, outras essências florestais apresentaram significativos ciclos econômicos ao longo da história brasileira, tais como seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd.) Muell. Arg.) com extração do látex, o cacau (*Theobroma cacao* L.), a erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.) e o pinheiro do Paraná (*Aracaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze).

Até a década de 1950, a produção florestal brasileira era representada basicamente pela exploração de suas florestas nativas. Entre as décadas de 1960 e 1970 foram concedidos pelo governo incentivos fiscais para o plantio de florestas que impulsionaram o setor, com maior visibilidade para regiões Sul e Sudeste com plantio de grandes extensões de maciços florestais homogêneos de espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. No mesmo período foi criada a Escola Nacional de Florestas com o primeiro curso de Engenharia Florestal do país, assim como outros importantes centros de pesquisas do setor. Com o bom desempenho deste setor, em 1998 foi criado na Universidade Federal do Paraná o primeiro curso brasileiro de Engenharia Industrial Madeireira que visava suprir a carência de profissionais com formação especializada na indústria madeireira.

Segundo números divulgados pela Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2007) o Brasil apresentava em 2006 aproximadamente 5,74 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo mais de 90% destas áreas representadas por espécies dos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. No restante destaca-se plantios de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) para extração do tanino, seringueira (*Hevea brasiliensis* (Willd. ex A. Juss.) Müll. Arg.) para extração do látex e a teca (*Tectona grandis* L.f.) para serraria.

O consumo mundial de produtos florestais vem demonstrando uma crescente demanda. Tal aspecto, favorece ainda mais o desenvolvimento da indústria de base madeireira no Brasil que nos últimos anos ultrapassou os US\$ 5 bilhões em exportações, considerando apenas produtos de florestas plantadas, o que representa mais de 4% de todas as exportações brasileiras (ABRAF, 2007).

¹ Mestrandos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, <rrmelo2@yahoo.com.br>;

² Prof. M.Sc., Curso de Engenharia Florestal, Centro de Educação Superior Norte do Rio Grande do Sul (CESNRS), Universidade Federal de Santa Maria, Frederico Westphalen, RS;

³ Prof. Dr., Curso de Engenharia Industrial Madeireira, Universidade Federal de Pelotas, Pelota, RS;

⁴ Prof. Dr., Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS.

Segundo ALVES et al. (2006), se tratando de produtos procedentes de florestas plantadas, o Brasil figura como o maior exportador mundial de celulose de fibra curta (*Eucalyptus*) e de compensado de *Pinus*. Considerando florestas plantadas e nativas, as exportações em 2006 superaram os US\$ 7,7 bilhões. Para a SBS (2003), o Brasil que possui a segunda maior cobertura florestal do mundo, deverá ultrapassar os US\$ 11 bilhões com vendas externas até 2010. NOCE et al. (2003) destaca esta atual representatividade que os recursos florestais assumem no âmbito da economia nacional, uma vez que estes são uma alternativa viável para superar as dificuldades sócio-econômicas pela gama de produtos que podem ser obtidos direta e indiretamente.

Considerando empregos diretos, indiretos e o efeito renda, o setor gera quase 7 milhões de empregos (4,33 milhões em florestas plantadas e 2,58 milhões em florestas nativas) o que demonstra a importância social do setor que só em 2006 obteve aproximadamente US\$ 5,2 bilhões de arrecadação tributária (SBS, 2007). Objetivou-se avaliar as tendências e perspectivas do setor florestal brasileiro, bem como, sua atual contribuição e representatividade para a economia nacional.

FLORESTAS NO MUNDO E NO BRASIL

Na Figura 1.A, observa-se a distribuição mundial das florestas considerando florestas nativas e plantadas, neste caso é vista a expressiva participação do país, que ocupa a segunda posição no ranking dos países com maior área de florestas com 14,08%, ficando atrás apenas da Rússia (22%) que possui quase o dobro da extensão territorial do Brasil. Em seguida vem Canadá (6,32%), Estados Unidos (5,84%), China (4,22%) e Índia (1,66%). Ao considerar apenas as áreas referentes a florestas nativas, os seis primeiros colocados permanecem nas mesmas posições e os quatro primeiros aumentam o seu percentual de participação (Rússia +0,65%; Brasil +0,56%; Canadá +0,14%; Estados Unidos +0,15%), tendo China e Índia reduzida sua participação em 1% e 0,8% respectivamente, devido suas extensas áreas de plantios florestais, o que pode ser observado com maior evidencia na Figura 1.C que apresenta o percentual de distribuição de florestas plantadas. Nesta verifica-se um completo rearranjo do ranking que é liderado por China (24,04%) e Índia (17,37%). O Brasil ocupa apenas a oitava posição com 3,06%, ficando atrás além da China e Índia, da Rússia (9,25%), dos Estados Unidos (8,66%), do Japão (5,70%), Indonésia (5,26%) e do Canadá (3,47%) (Fonte das Figuras A, B e C: ALVES et al. (2006) e TONELLO et al. (2006)).

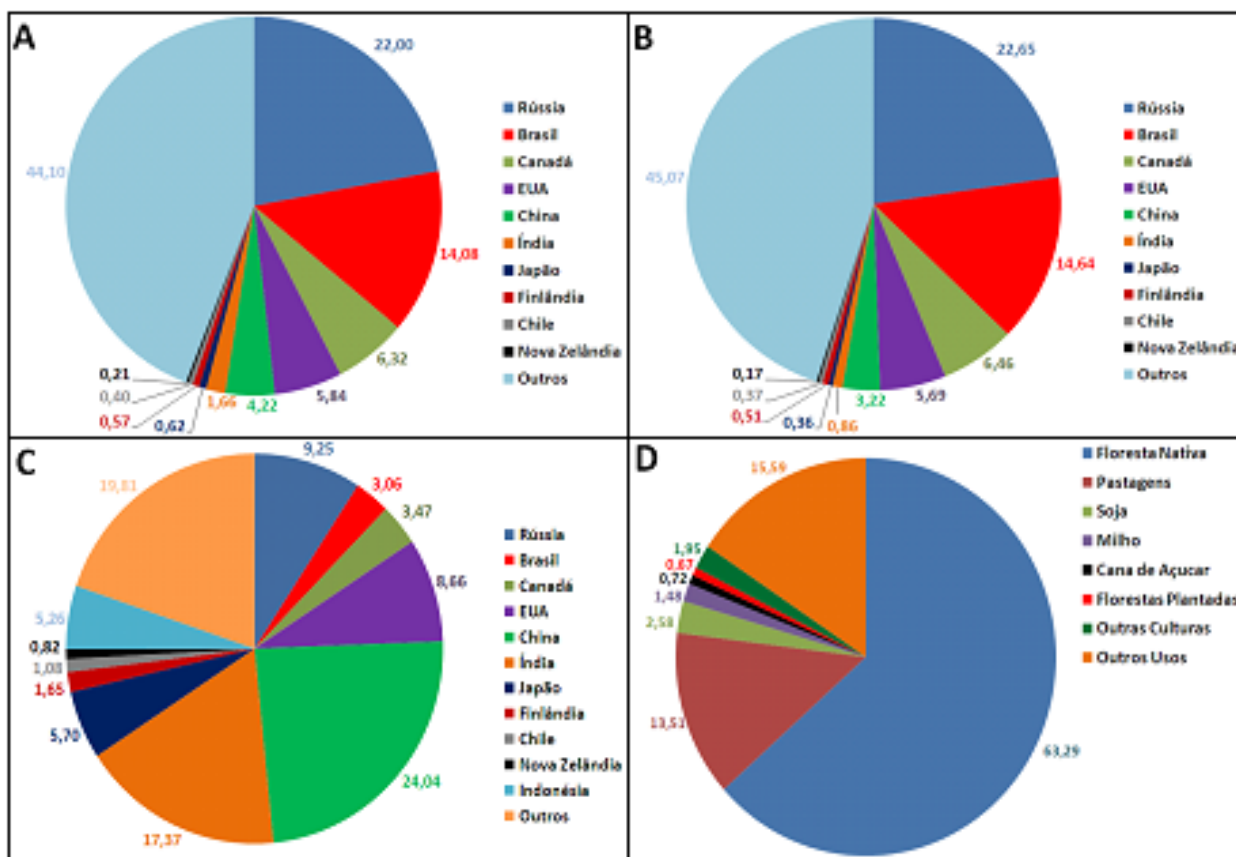


FIGURA 1: A. distribuição das áreas de florestas no mundo (naturais e plantadas); B. distribuição das áreas de florestas naturais no mundo; C. distribuição das áreas de florestas plantadas no mundo; D. distribuição do uso do solo no Brasil.

Na Figura 1.D, observa-se que segundo dados do *Forest Products Annual Market Review* publicado pela *Food And Agriculture Organization* (FAO, 2005), dos 851,49 milhões de hectares que compõem o território brasileiro, 543,91 milhões correspondem a áreas de florestas nativas, equivalente a 63,29% de toda superfície nacional. As demais informações na Figura foram copiladas do Levantamento Sistemático de Produção Agrícola do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2007), e demonstram que o Brasil apresenta apenas pouco mais de 5,74 milhões de hectares de florestas plantadas, sendo 3,55 milhões de espécies do gênero *Eucalyptus*, 1,82 milhões de *Pinus* e 370,5 mil hectares das espécies acácia-negra, seringueira, teca, paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), araucária e álamo (*Populus nigra* L.). Tais áreas somadas equivalem a aproximadamente 0,67% do território nacional. Dentre outros usos para fins agropecuários, a maior área é destinada a pastagens (13,51%), seguido pela soja (2,58%), milho (1,48%) e cana-de-açúcar (0,72%). Outras culturas totalizam 1,95% e demais usos 15,59% do território nacional. Embora essa maior ocupação das áreas atualmente destinadas à agricultura seja necessária, assim como o aumento destas, é claramente possível o aumento das áreas destinadas à agricultura sejam diminuídas e sem maiores prejuízos as matas nativas.

Na Tabela 1, encontra-se uma comparação de área com florestas plantadas entre o Brasil e outros países de destaque neste setor. Observa-se que dentre os 14 países mencionados, o Brasil é que apresenta o menor percentual. O Japão é o país de maior destaque, com uma área cerca de 22 vezes menor que o território brasileiro apresenta 10,68 milhões de hectares de plantios florestais (28,37%) o que equivale a quase o dobro da área encontrada no Brasil que é de 5,74 milhões (0,67%). Além do Brasil, o Chile é o único país Sul-Americano na lista com 2,02% de seu território coberto por florestas plantadas, o que em termos percentuais é três vezes maior ao verificado no território brasileiro. No mundo, as florestas plantadas ocupam aproximadamente 187,5 milhões de hectares, equivalente a um país do tamanho do México.

TABELA 1: Distribuição percentual das áreas com florestas plantadas por cada país.

País	Área Total (milhões de ha)	Florestas Plantadas (milhões de ha)	Percentual (%)
Japão ¹	37,65	10,68	28,37
Índia ¹	297,32	32,58	10,96
Finlândia ¹	30,46	3,09	10,15
Tailândia ²	51,10	4,92	9,60
Ucrânia ²	57,94	4,43	7,60
Nova Zelândia ¹	26,80	1,54	5,75
Indonésia ²	181,16	9,87	5,40
China ¹	932,74	45,08	4,83
Chile ¹	74,88	2,02	2,69
EUA ¹	915,90	16,24	1,77
Rússia ¹	1.688,85	17,34	1,03
Canadá ¹	922,10	6,51	0,71
Brasil ³	851,49	5,74	0,67
Outros ¹	7.176,50	27,51	10,47
TOTAL	13.063,90	187,55	100,00

¹ALVES et al. (2006); ²TONELLO et al. (2006); ³SBS (2007).

EXPORTAÇÕES DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Como em outros países com economias voltadas para a produção primária de *commodities* baseadas em recursos naturais, as florestas brasileiras apresentam um papel importante ao longo da história e continua a oferecer perspectivas para a expansão econômica. O setor florestal brasileiro contribui com uma parcela importante para a economia brasileira, gerando produtos para consumo direto ou para exportação, impostos e emprego para a população e, ainda, atuando na conservação e preservação dos recursos naturais (GONÇALVES, 2005; LADEIRA, 2002).

Na Figura 2 observam-se dados de exportações em bilhões US\$ (A) e percentual (B) de 2000 a 2006, dos doze principais exportadores mundiais de produtos florestais (FAO Statistical Database – FAOSTAT, 2008). Considerando as exportações em bilhões de US\$ (Figura 2.A), é visto que o Brasil quase duplicou o valor arrecadado em um curto período de 6 anos, passando de US\$ 3,02 em 2000 para US\$ 5,65 o que equivale a mais de 87% de aumento. O maior exportador do segmento é de longe o Canadá com uma arrecadação superior aos US\$ 28 bilhões em 2006, seguido pela Alemanha (US\$ 19,05 bilhões) e os Estados Unidos (US\$ 18,48 bilhões).

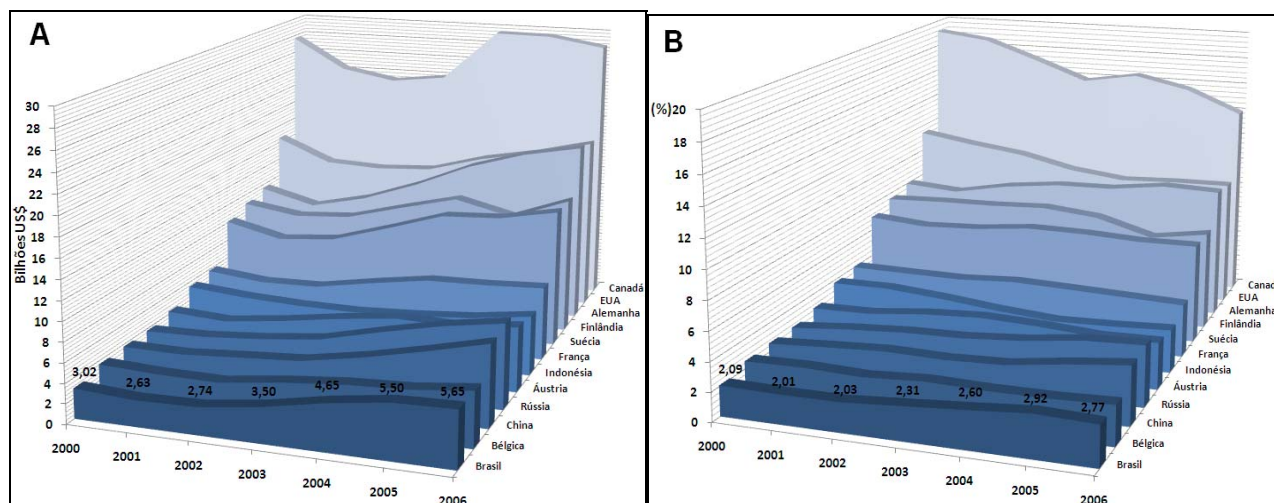


FIGURA 2: Participação brasileira nas exportações de produtos florestais em bilhões de US\$ (A) e percentual (B) no período de 2000 a 2006 (FAOSTAT, 2008).

Considerando a participação percentual nas exportações (Figura 2.B), nos últimos anos o Brasil tem oscilado entre a décima primeira e a décima segunda colocação no ranking dos principais exportadores. No período de 2000 a 2006, o Brasil aumentou sua participação em 0,68%, passando de 2,09% para 2,77%, valor próximo ao da Bélgica de 2,73% em 2006.

POTENCIALIDADE BRASILEIRA EM PRODUÇÕES DE FLORESTAS

Os dados anteriormente citados sugerem que o Brasil ainda apresenta uma tímida participação neste segmento, principalmente se considerarmos o potencial produtivo das florestas plantadas e a grande extensão territorial do país. Estas informações podem ser observadas mais claramente na Figura 3, em que se verifica a extensão territorial dos doze principais exportadores de produtos florestais (A) e a produtividade média de diferentes países (B).

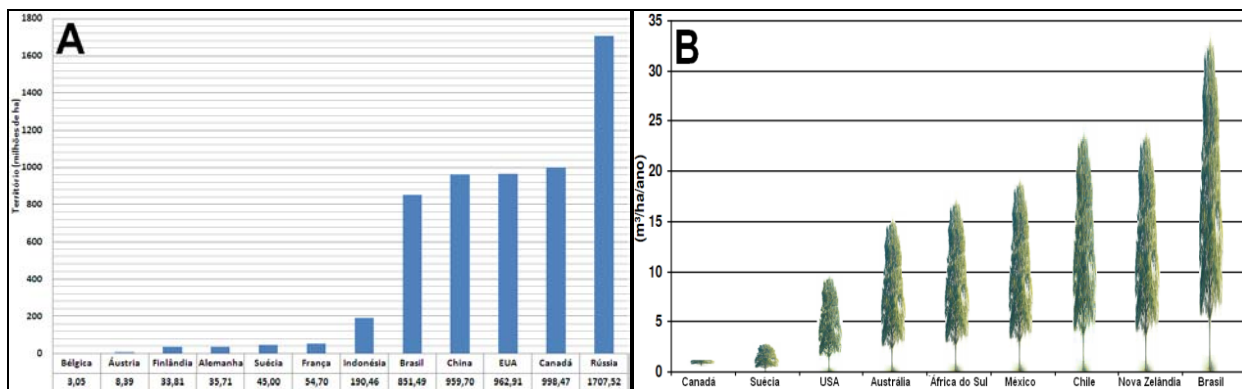


FIGURA 3: Extensão territorial dos principais exportadores de produtos florestais (A) e produtividade média de florestas diferentes países (ALVES et al., 2006) (B).

A Bélgica, que é o país que mais se assemelha ao Brasil em termos de participação nas exportações mundiais, apresenta uma área de apenas 3,05 milhões de hectares, área menor que o Estado do Rio de Janeiro que é o terceiro menor Estado em extensão territorial do país com 4,37 milhões de hectares. Finlândia e Alemanha, que estão entre os principais países em participação nas exportações mundiais apresentam 33,81 e 35,71 milhões de hectares, áreas bem próximas a extensão territorial do Estado do Mato Grosso do Sul, que é de aproximadamente 35,72 milhões de hectares (Figura 3.A). Quanto à produtividade média de florestas (Figura 3.B) o Brasil apresenta um dos principais sítios para produção de florestas. Segundo TUOTO & HOEFLICH (2007), a produtividade das florestas boreais (Finlândia, Canadá, Suécia, etc.) ou mesmo das plantações florestais na Ásia (China, Índia, Indonésia, Tailândia, etc.) é muito baixa quando comparada ao Incremento Médio Anual (IMA) das plantações florestais no Brasil. Além destes aspectos, o Brasil é o país que detém a maior área de floresta tropical do mundo, a qual pode ser explorada de forma consciente e sustentada, o que não vem ocorrendo atualmente.

FLORESTAS PLANTADAS x FLORESTAS NATURAIS

A base florestal brasileira contempla florestas naturais e plantadas. Os setores industriais de base florestal, cuja fonte de matéria-prima que utilizam é de florestas plantadas, especialmente com *Pinus* e *Eucalyptus*, se caracterizam pela produção em grande escala, como as indústrias de celulose e papel, de carvão vegetal e de madeira processada mecanicamente, tanto as indústrias de painéis à base de madeira quanto serrarias (COELHO JUNIOR et al., 2008).

Em 2006 as exportações brasileiras obtiveram um aumento de 16,2%, passando de US\$ 118,3 bilhões em 2005 para US\$ 137,5 bilhões. O setor florestal também demonstrou um acréscimo nas exportações, sendo que em 2006 os valores atingiram a marca de US\$ 7,72 bilhões, correspondendo a aproximadamente 5,6% do total exportado pelo Brasil naquele ano. Na Figura 4 encontra-se a evolução das exportações de produtos florestais obtidos de plantios florestais (A) e florestas nativas (B) segundo a Associação Brasileira de Produtores de Florestas Plantadas (ABRAF, 2007).



FIGURA 4: A. Evolução da balança comercial brasileira em bilhões de US\$ de produtos de florestas plantadas (1996-2006); B. Exportação de produtos de florestas nativas (2000-2006) (ABRAF, 2007).

Observa-se que quase 70% das exportações brasileiras correspondem a produtos de florestas plantadas, tendência esta que deve acentuar ainda mais com o avanço das pressões para conservação das florestas nativas e com a falta de uma política de utilização sustentável destes recursos. As importações do setor alcançaram em 2006 pouco mais de US\$ 1 bilhão, e referem-se em sua maior parte a maquinário e equipamentos de colheita e transporte, e para ampliações de indústrias de diversos segmentos integrados a florestas plantadas.

Em se tratando de produtos florestais baseados em florestas plantadas, o Brasil figura como o maior exportador mundial de compensado de *Pinus* e o maior exportador mundial de celulose de fibra curta (*Eucalyptus*) (ALVES et al, 2006). No caso dos produtos florestais baseados em madeiras tropicais, o Brasil é o terceiro maior exportador tanto de madeira serrada como de compensado, entretanto o país é o maior produtor mundial de madeira tropical, com mais de 90% da sua produção proveniente da Amazônia. Em contrapartida, o país também figura como o maior consumidor mundial de madeira tropical. Assim, a maioria da madeira produzida na Amazônia (86%) é destinada ao mercado interno, especialmente a região sudeste, com uma estimativa de rendimento total de aproximadamente US\$ 2,5 milhões por ano (SMERALDI & VERÍSSIMO, 1999).

A classificação de alguns produtos florestais quanto a sua origem encontra-se na Tabela 2. Os produtos celulose e papel, papelão ondulado e alguns gêneros de painéis reconstituídos apresentam produção exclusivamente de madeiras oriundas de florestas plantadas. Em florestas naturais destaca-se a produção de madeira serrada, carvão vegetal e *pallets* que obtiveram 62%, 49% e 45% respectivamente, no ano de 2006.

TABELA 2: Percentual de participação das florestas plantadas e naturais na produção de produtos florestais em 2006 (adaptado de SBS, 2007).

Produto	Florestas Plantadas (%)	Florestas Naturais (%)
Celulose e Papel	100	0
<i>Pallets</i>	55	45
Papelão Ondulado	100	0
Chapas de Fibras	100	0
Carvão	51	49
Aglomerados	100	0
MDF	100	0
OSB	100	0
PMVA	63	37
Compensado	78	22
Madeira Serrada	38	62

PRINCIPAIS SEGMENTOS DO SETOR FLORESTAL BRASILEIRO

Dos mais de 5,74 milhões de hectares com plantios florestais existentes no Brasil, 5,37 milhões correspondem a plantios de espécies dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus* (mais de 90%). Só de 2005 para 2006 foi observado um crescimento de pouco mais de 131 mil hectares nestas áreas (SBS, 2007). O plantio de novas áreas, bem como o aumento da produtividade das já existentes dá sustentação a recentes investimentos de indústrias dos segmentos de celulose, papel, painéis de madeira reconstituída, siderurgia e carvão vegetal, com maior ênfase para os dois primeiros.

Na Figura 5 é visto o desempenho nas exportações dos principais produtos florestais em milhões de US\$ (A) e em percentual participativo (B) no período de 2000 a 2006. Neste período houve um aumento acentuado nas exportações de celulose, papel e compensado. Quanto ao desempenho de madeira serrada, painéis reconstituídos e carvão vegetal obtiveram um desempenho praticamente constante neste período (Figura 5.A). Dentre os principais produtos do setor destacam-se a celulose e papel, que juntas correspondem a quase 80% de todas as exportações. Em seguida aparece as exportações de compensados, que em 2006 alcançaram 8,49%, madeira serrada (5,33%) e painéis reconstituídos (3,39%). Outros produtos somados ficam em torno de 5% (Figura 5.B).

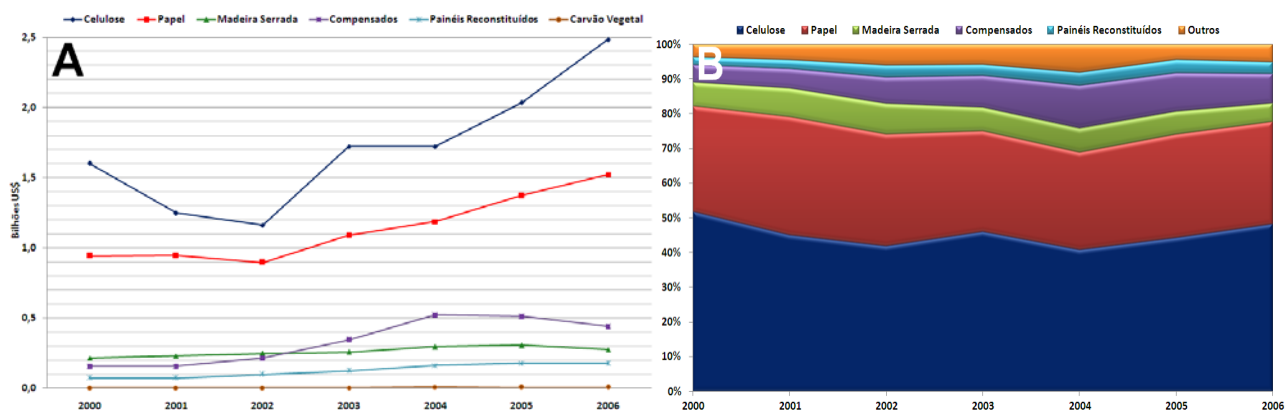


FIGURA 5: Exportações dos principais segmentos de setor florestal em milhões de US\$ (A) e percentual de participação de cada segmento (B) (ABRAF, 2007).

Segundo SBS (2007), o segmento de celulose e papel apresentava uma área de aproximadamente 1,7 milhão de hectares de florestas plantadas, compreendendo espécies como: *Eucalyptus* com 1,3 milhão ha (78,7%); *Pinus*, 343,7 mil ha (20,5%) e outras espécies com 14 mil ha (0,8%). A produção de celulose e pastas alcançou 11,2 milhões de toneladas e a de papel, 8,72 milhões de toneladas, representando um crescimento de 8% e 1,5%, respectivamente, em relação a 2005.

As estimativas sobre o consumo interno de madeira serrada no Brasil revelam que são consumidos anualmente no país 300 milhões de m³ de madeira (TONELLO et al, 2006; LADEIRA, 2002; SBS, 2003), dos quais 110 milhões provêm de florestas plantadas e 190 milhões de florestas nativas. Isso significa que o Brasil consome quase duas vezes mais madeira de florestas nativas do que de florestas plantadas. Na verdade, essa proporção pode ser maior, dado o desconhecido, mas elevado índice de ilegalidade na extração da madeira proveniente da Amazônia, sobre o qual se tem pouco conhecimento e controle (TONELLO et al., 2006; GONÇALVES, 2005).

O Brasil é um dos maiores produtores e consumidores de carvão vegetal do mundo. Em 2006, a produção nacional de carvão vegetal foi de aproximadamente 35,1 milhões mdc (metros de carvão), sendo 17,9 milhões mdc de origem de florestas plantadas e 17,2 milhões mdc de florestas nativas (SBS, 2007).

A localização das indústrias de produtos florestais e seus derivados e a distribuição de plantios florestais podem ser observadas nas Figuras 6.A e 6.B. Em uma análise integrada destas, observa-se que a maior partes das indústrias estão localizadas nas regiões Sul e Sudeste, onde estão concentradas as maiores áreas de florestas plantadas, que como já mencionado são responsáveis pela maior parte das exportações brasileira do segmento.

CONCLUSÕES

Foi observado que o setor florestal brasileiro ocupa uma posição na economia nacional e em menor expressão apresenta-se entre os principais produtores e exportadores de alguns produtos florestais. Entretanto, tendo em vista as condições edafo-climáticas e a grande extensão territorial que favorecem a produção florestal, pode-se concluir que este ainda ocupa uma tímida posição no cenário mundial.

Além disso, existem as grandes áreas de florestas nativas as quais poderiam ser exploradas de forma sustentável, visando sua utilização com o mínimo de impacto possível. Tal atividade agregaria maior valor e importância à floresta e iria de encontro à atual forma de exploração ilegal e predatória que vem sendo praticada nestas florestas, principalmente na floresta Amazônica.

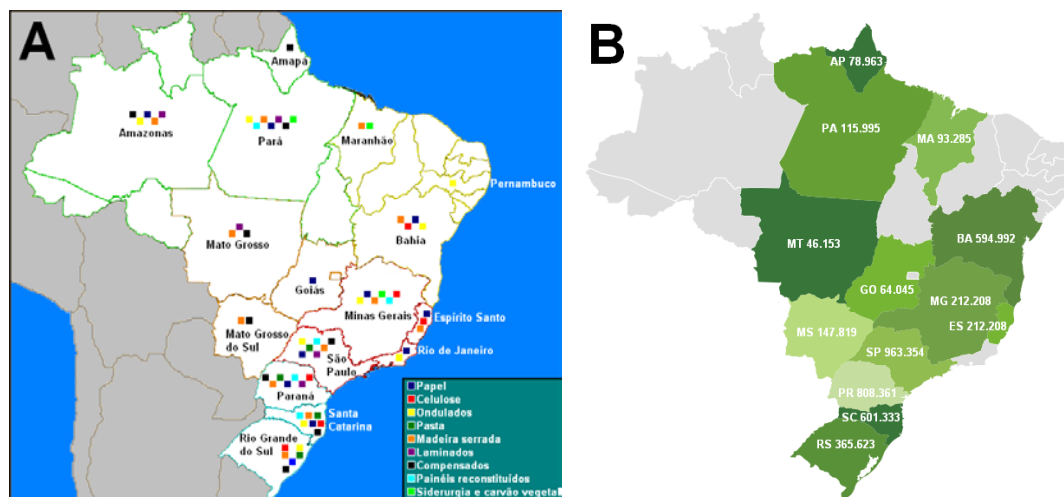


FIGURA 6. Distribuição das indústrias do setor florestal no Brasil (A) e distribuição de florestas plantadas por estado (adaptado de ABRAF, 2007).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS. ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF: ano base 2006**. Brasília, 2007, 80p.

ALVES, M.V.G.; KOEHLER, H.S.; MELO FILHO, B. **Perspectives and Tendencies of the Brazilian Forestry Sector**. In: Segundo Congresso Latinoamericano IUFRO, 2006, La Serena. Resumos do Segundo Congresso Latinoamericano - IUFRO. La Serena: INFOR, 2006. v.1, p.4-4.

COELHO JUNIOR, L.M.; REZENDE, J.L.P.; BORGES, L.A.C.; SOUZA, A.N. O setor florestal no processo de industrialização brasileira. In: 5º Simpósio de Pós-Graduação em Ciências Florestais. Brasília-DF, 2008, 14p.

Food and Agriculture Organization – FAO. **Forest products annual market review 2004-2005**. Geneva: 2005, 144p.

Food and Agriculture Organization Statistical Database – FAOSTAT. Disponível em <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em março de 2008.

GONÇALVES, B.S. **O Compromisso das Empresas com o Meio Ambiente – Agenda Ambiental das Empresas e a Sustentabilidade da Economia Florestal**. São Paulo: Instituto Ethos, 2005. 48p.

LADEIRA, H. **Quatro décadas de Engenharia Floresta no Brasil**. Viçosa: Sociedade de Investigações Florestais, 2002. 207p.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. Levantamento Sistemático de Produção Agrícola. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em abril de 2008.

NONCE, R.; CARVALHO, R.M.M.A.; SILVA, M.L. Desempenho do Brasil nas exportações de madeira serrada. **Revista Árvore**, v.27, n.5, p.695-700, 2003.

SMERALDI, R.; VERÍSSIMO, A. **Acertando o alvo: consumo de madeira no mercado interno brasileiro e promoção da certificação florestal**. Belém: Friends of the Earth –Amazon Programa/Imazon/Imaflora, 199.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **O Setor Florestal Brasileiro: Fatos e Números 2003**. São Paulo, 2003. Disponível em <<http://www.sbs.org.br/estatisticas>>. Acesso em abril de 2008.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA - SBS. **O Setor Florestal Brasileiro: Fatos e Números 2007**. São Paulo, 2007. Disponível em <<http://www.sbs.org.br/estatisticas>>. Acesso em abril de 2008.

TONELLO, K. C. ; COTTA, M. K. ; Alves, R.R. ; RIBEIRO, C. F. A. ; Polli, H.Q. **O Destaque Econômico do Setor Florestal Brasileiro**. In: 3 Seminário Internacional Ciência e Tecnologia na América Latina, 2006, Campinas. 3 Seminário Internacional Ciência e Tecnologia na América. Campinas - SP : UNICAMP, 2006.

TUOTO, M.; HOEFLICH, A. Floresta plantada poupa a mata nativa. **AgroAnalysis**, v.27, n.4, 2007. Disponível em <<http://www.agroanalysis.com.br/>>. Acesso em maio de 2008.

DETERMINAÇÃO DA RESISTÊNCIA AO IMPACTO DA MADEIRA DE *Carya illinoensis* (WANGENH) K. KOCH

DETERMINATION OF THE IMPACT RESISTANCE OF THE WOOD OF *Carya illinoensis* (WANGENH) K. KOCH

Rafael Beltrame¹ Darci Alberto Gatto² Clovis Roberto Haselein³ Rômulo Trevisan⁴
Diego Martins Stangerlin Rafael Rodolfo Melo Karina Soares Modes

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar a resistência ao impacto da madeira de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch (nogueira-pecã) em relação às posições (próxima à medula e próxima à casca), sentidos (tangencial e radial) e regiões fisiográficas de obtenção das amostras (Depressão Central e Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul). Para tanto, foram utilizadas dez árvores, sendo cinco retiradas da Depressão Central e cinco da Encosta Superior do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul. Os corpos-de-prova foram submetidos ao impacto utilizando-se um pêndulo de CHARPY, de acordo com a norma Association Française de Normalisation AFNOR – descrita por Moreschi (2005). Determinou-se a massa específica aparente a 12%, o trabalho absorvido, o coeficiente de resiliência e a cota dinâmica. Com a análise dos resultados, pode-se verificar que não há diferença significativa, ao nível de 5% de probabilidade de erro, entre as variáveis estudadas, mostrando que a noqueira-pecã é espécie com madeira homogênea quando se trata das propriedades de flexão dinâmica. Da mesma forma, a massa específica aparente não influencia os resultados do trabalho absorvido, coeficiente de resiliência e na cota dinâmica.

Palavras-chave: qualidade da madeira, resistência ao impacto, noqueira-pecã.

ABSTRACT

The objective of this research was to determine the resistance to impact of pecan wood (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch) in the two different positions (pith and bark), two different wood direction (tangential and radial) and two physiographic regions where the samples were collected (Depressão Central and Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul). Ten trees of the specie were selected, being five from the region of Depressão Central, and five from Encosta Superior do Nordeste in the state of Rio Grande do Sul. The samples were submitted to shock using a pendulum of Charpy following the rules of Association Française de Normalisation - AFNOR. Then, the wood density at 12%, the absorbed work, the coefficient of resilience and dynamic quota were determined. According to the findings, there isn't significant difference, by 5% of error probability, between the variables studied, showing that the pecan wood is very homogeneous about dynamic bending propriety. In the same way, the density influence impact properties.

Key words: wood quality, impact resistance, pecan.

INTRODUÇÃO

Na atualidade, a madeira é utilizada para os mais diversos fins e, com a possibilidade de escassez dos recursos minerais não renováveis, é provável que esse material, futuramente, seja uma das principais fontes de matéria-prima para a construção civil.

Todavia, a eficiente utilização de um material, principalmente para fins estruturais, está condicionada, entre outras características, ao conhecimento de suas propriedades físico-mecânicas, tanto no que se refere aos aspectos de segurança, quanto aos de economicidade. Desta forma, a madeira merece especial destaque, em função da grande variabilidade que suas propriedades apresentam em comparação com as de outros materiais, da sua adequabilidade a

¹ Alunos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS.

E-mail: browbeltrame@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Curso de Engenharia Industrial Madeireira da Universidade Federal de Pelotas/UFPel – cx. p. 354 – 96.010-900 - Pelotas, RS.

³ Engenheiro Florestal, PhD., Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

⁴ Engenheiro Florestal, MSc. Professor Assistente do Departamento de Ciências Florestais do Curso de Engenharia Florestal - UFSM/CESNORS. trevisanr@smail.ufsm.br, Frederico Westphalen – RS.

inúmeras utilizações e da enorme variedade de espécies existentes (LISBOA et al., 1993). Assim, o conhecimento das propriedades físicas e mecânicas da madeira é importante base tecnológica para a utilização racional desse material.

Por outro lado, a madeira é um material heterogêneo, possuindo diferentes tipos de células, adaptadas ao desempenho de funções específicas e existindo grandes variações entre as espécies. Assim, vários estudos têm sido realizados visando identificar quais os fatores que afetam as propriedades físico-mecânicas da madeira e os que podem ser inerentes ao próprio material ou ao ambientes onde as árvores se desenvolveram (LOBÃO et al., 2004).

Entretanto, apesar dos avanços em pesquisas envolvendo a avaliação da qualidade de diferentes tipos de madeira quanto às suas propriedades físico-mecânicas, estudos sobre flexão dinâmica ainda são escassos no Brasil.

Nesse contexto, este trabalho tem como objetivo determinar a resistência ao impacto da madeira de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch (nogueira-pecã) quanto às posições (próxima à medula e próxima à casca), sentidos (tangencial e radial), em duas regiões fisiográficas do estado do Rio Grande do Sul.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Oliveira (2001), os avanços tecnológicos têm permitido melhorar o aproveitamento da madeira e de seus derivados, criando novos produtos e ampliando sua aplicação. Dependendo do uso futuro de uma determinada peça de madeira, essa deverá ser capaz de suportar algumas condições adversas como uma sobrecarga ou eventual impacto.

A flexão dinâmica de um material é definida como sendo a capacidade de determinada peça resistir ao impacto. Esta propriedade mecânica tem importância na vida prática, especialmente quando utilizamos a madeira como cabos de ferramentas, mastros, na construção de escadas, carrocerias, aeronaves e alguns determinados artigos esportivos. Nos estudos de flexão dinâmica, a madeira se rompe com maior frequência sob influência do impacto por sobrecarga na situação estática. Assim o comportamento contra força de impacto que age por apenas uma pequena fração de tempo, por exemplo, alguns micro-segundos, é denominada “resistência ao impacto” (MORESCHI, 2005).

Dessa forma, resistência ao impacto de um corpo sólido depende diretamente de sua capacidade em absorver energia e dissipá-la por meio de deformações. Alguns fatores podem influenciar na resistência ao impacto, tais como, a forma e as dimensões dos corpos-de-prova, os ângulos das fibras, a massa específica, o teor de umidade, a temperatura e as propriedades anatômicas da madeira (MORESCHI, 2005).

Por sua vez, a madeira de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koch), em estudo, representante da família Juglandaceae, é bastante plantada no estado do Rio Grande do Sul com finalidades de produção de nozes comestíveis. Apresenta um grande porte e tronco retilíneo, atingindo até 50 m de altura e diâmetro de até 150 cm. Estudos realizados com o vergamento dessa madeira demonstram afinidade para a fabricação de móveis vergados (GATTO et al. 2006).

Segundo o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 1999), a madeira densa de noqueira-pecã é muito utilizada para cabos de ferramentas, manivelas de instrumentos e assoalhos, já a menos densa é utilizada para fabricação de pallets. De acordo com o mesmo órgão, os troncos de melhor qualidade são fatiados para fabricação de folheado para mobília e painéis decorativos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para o estudo da resistência ao impacto para a madeira de noqueira-pecã, foram amostradas dez árvores adultas, sendo cinco retiradas da Depressão Central e as outras cinco, da Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul, a fim de contemplar variações de solo e clima do Estado.

De cada árvore foram confeccionados quatro corpos-de-prova, sendo dois próximos à casca, e dois próximos à medula com dimensões de 2,0 x 2,0 x 28 cm, totalizando 40 corpos-de-prova para a realização dos ensaios de resistência ao impacto. Após a confecção, estes foram armazenados em câmara climatizada no Laboratório de Produtos Florestais do Departamento de Ciências Florestais da UFSM nas condições de 20°C de temperatura e 65% de umidade relativa, até atingirem umidade de equilíbrio em torno de 12%.

Após os corpos-de-prova atingirem o equilíbrio, determinou-se a massa específica aparente (MEA) a 12% de umidade.

Para a realização dos testes de resistência ao impacto (flexão dinâmica) foi utilizado o pêndulo de CHARPY (Figura 1B) com capacidade de 100 joules, localizado no Laboratório de Produtos Florestais. Os corpos-de-prova foram testados quanto aos sentidos da resistência ao impacto radial e tangencial (Figura 1A), e posições de retirada (medula - casca) das duas Regiões Fisiográficas.

Para a execução dos ensaios, primeiramente, os corpos-de-prova foram colocados no vão da máquina de 240 mm e atingidos em sua região central pelo pêndulo. Após a queda do pêndulo, de uma altura de 1m, ocorre o impacto com o corpo-de-prova, obtendo-se o trabalho absorvido (W) em joules, constatado na leitura da escala graduada. Para fins de cálculo, transformou-se o trabalho absorvido de joule para kgm, usando a relação 1joule = 0,102 kgm.

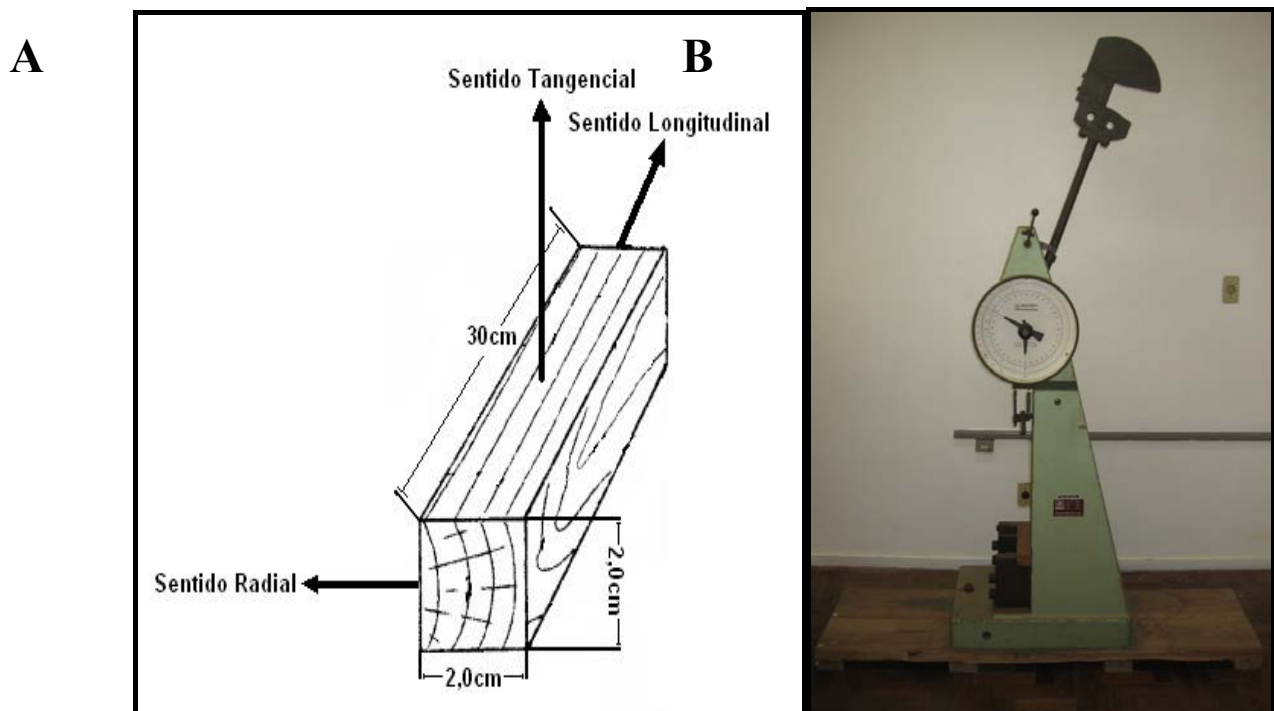


FIGURA 1: Representação dos corpos-de-prova obtidos (A) e o pêndulo de Charpy (B) utilizado no teste.

Com a leitura efetuada na escala, calcula-se o coeficiente de resiliência (Equação 1) para fins práticos segundo a norma da Association Française de Normalisation-AFNOR – descrita por (MORESCHI, 2005).

$$K = \frac{w}{10 \cdot b(h)^6} \quad (1)$$

Em que: K = coeficiente de resiliência (kgm/cm²); W = trabalho absorvido para romper o corpo-de-prova (kgm); b e h = dimensões transversais do corpo-de-prova (cm).

A cota dinâmica (Equação 2) é outro valor a ser calculado, com a finalidade de comparar diferentes madeiras, mas com correção para que a influência causada pela variação em massa específica entre espécies seja eliminada (MORESCHI, 2005).

$$CD = \frac{K}{D^2} \quad (2)$$

Em que: CD = cota dinâmica; K = coeficiente de resiliência (kgm/cm²); D = massa específica aparente a 12 % (g/cm³).

Para avaliar o comportamento da resistência ao impacto da madeira de nogueira-pecã, os dados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, são apresentadas as médias para a massa específica aparente a 12% de umidade (MEA), o trabalho absorvido (W), coeficiente de resiliência (K) e a cota dinâmica (CD) para a madeira de nogueira-pecã em relação às regiões Depressão Central (1) e Encosta Superior do Nordeste do Rio Grande do Sul (2), posições (medula e casca) e sentidos (tangencial e radial). Foi realizada comparação de médias entre os tratamentos: duas Regiões, posição (medula e casca) e sentidos (tangencial e radial).

Os resultados da Tabela 1 mostram que não houve diferença significativa entre os tratamentos estudados, caracterizando a madeira de nogueira-pecã como homogênea quando se avalia as propriedades de flexão dinâmica. Em relação às Regiões, a MEA não apresentou diferenças significativas demonstrando que a espécie nogueira-pecã parece não sofrer grandes influências dos efeitos produzidos pelo clima e solos para as árvores selecionadas para as propriedades em estudo.

Esses resultados se assemelham muito aos encontrados por Stangerlin et al. (2007), ao analisar o sentido de resistência ao choque (tangencial e radial) para as espécies de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis* e *Eucalyptus saligna*, onde não encontrou diferença significativa para as propriedades de flexão dinâmica.

TABELA 1: Valores médios da estimativa do trabalho (W), coeficiente de resiliência (K), cota dinâmica (CD) e massa específica (MEA) para as diferentes Regiões, sentidos e posições da madeira de nogueira-pecã.

Variáveis	MEA (g/cm ³)	W (kgm)	K (kgm/cm ²)	CD
Região (1)	0,8038 a*	2,8235 a	0,4242 a	0,6559 a
Região (2)	0,8145 a	3,1662 a	0,4804 a	0,7296 a
Medula	0,8249 a	2,9682 a	0,4442 a	0,6588 a
Casca	0,7987 a	3,0286 a	0,4608 a	0,7218 a
Tangencial	0,8205 a	2,9197 a	0,4366 a	0,6425 a
Radial	0,8030 a	3,0464 a	0,4626 a	0,7221 a

* Médias seguidas por letras iguais na coluna não diferem significativamente entre si ao nível de 5% de significância.

Estudo realizado com diversas espécies de *Eucalyptus* no Estado do Rio Grande do Sul por Pedroso e Matos (1987), apresenta valores médios para o trabalho absorvido (W) de 1,6 a 7,2 kgm. Com relação ao coeficiente de resiliência (K), os autores apresentam valores de 0,25 a 1,17 kgm/cm². Já, a cota dinâmica (CD) é caracterizada por valores médios de 0,32 a 1,23. Fazendo uma comparação dos resultados apresentados por Pedroso e Matos (1987) com os obtidos nos ensaios (Tabela 1), verifica-se que a madeira da nogueira-pecã apresentou uma resistência ao impacto de média intensidade.

Já os valores médios obtidos para massa específica aparente da madeira de nogueira-pecã (0,81 g/cm³), podem classificar a madeira como pesada quando comparada ao estudo de Mainieri e Chimelo (1989) com *Luehea divaricata*.

Na Tabela 2 são apresentadas às equações de regressão para estimativa do trabalho (W), coeficiente de resiliência (K) e cota dinâmica (CD) em função da massa específica (MEA) para a espécie analisada.

TABELA 2: Modelos de regressão para a estimativa do trabalho (W), coeficiente de resiliência (K)

Espécie	Equação de regressão	R _{aj} . ² (%)	S _{yx} (%)	F
	W = 0,8465 + 2,6596*MEA	0,00	0,9542	0,52 ^{NS}
Nogueira-pecã	K = 0,1446 + 0,3811*MEA	0,00	0,1479	0,44 ^{NS}
	CD = 1,4618 - 0,9467*MEA	0,69	0,2273	1,15 ^{NS}

e cota dinâmica (CD) em função da massa específica (MEA) para a madeira de nogueira-pecã. Em que: R_{aj}.²= coeficiente de determinação ajustado; S_{yx}= erro padrão de estimativa; F= valor de F calculado; *= significativo ao nível de 5% de significância; ^{NS}= não significativo.

Os resultados indicam que nenhuma das equações foi significativa ao nível de 5% de significância. Portanto, a massa específica aparente não influenciou nas variáveis W, K e CD para as equações de regressão testadas.

CONCLUSÕES

A madeira de nogueira-pecã, quando submetida à flexão dinâmica, não apresenta diferença quanto à resistência ao impacto nas posições de retirada de corpos-de-prova (medula e casca) e sentidos do teste (tangencial e radial) nas duas Regiões Fisiográficas do Estado do Rio Grande do Sul. Da mesma forma, a massa específica aparente da madeira de nogueira-pecã não influencia no trabalho absorvido, coeficiente de resiliência e na cota dinâmica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- GATTO, D.A. **Características tecnológicas do vergamento das madeiras de *Luehea divaricata*, *Carya illinoensis* e *Platanus x acerifolia* como subsídio para o manejo florestal.** Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.
- HAMM, L.G.; MELLO, R. R.; STANGERLIN, D. M. et al. Resistência ao impacto da madeira de três espécies de florestais. XVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS, 2008.
- LISBOA, C.D.J.; MATOS, J.L.M.; MELO, J.E. Amostragem e Propriedades Físico-Mecânicas de Madeiras Amazônicas. Ministério do Meio Ambiente e da Amazônia Legal. Brasília: **IBAMA**, 1993.
- LOBÃO, M.S.; LÚCIA, R.M.D.; MOREIRA, M.S.S. et al. Caracterização das propriedades físico-mecânicas da madeira de eucalipto com diferentes densidades. **Revista Árvore**, Viçosa - MG, v.28, n.6, p.889-894, 2004.
- MAINIERI, C.; CHIMELO, J.P. **Fichas de Características das Madeiras Brasileiras.** IPT, São Paulo, 1989.
- MORESCHI, J.C. **Propriedades Tecnológicas da Madeira** - Manual Didático, UFPR,

169p., 2005.

OLIVEIRA, F. G. R.; SALES, A. Propagação de ondas acústicas na madeira. In: ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRAS E ESTRUTURAS DE MADEIRAS, VII, 2000, São Carlos. **Anais...** São Carlos, SP, 2001.

PEDROSO, O.; MATTOS, J. R. **Estudo sobre madeiras do Rio Grande do Sul**. Publicação IPRNR, nº 20. Porto Alegre, 1987.

STANGERLIN, D.M.; MELLO, R, R.; GATTO, D.A.et al. Qualificação das madeiras de *Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus camaldulensis* E *Eucalyptus saligna* através da resistência ao choque. XVI CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 2007, Pelotas. **Anais...** Pelotas, RS, 2008.

USDA, U.S. Departamento f Agriculture. **Wood as a engineering material**. U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Agriculture Handbook n.72, Eashington, DC, 1999.

COMPOSIÇÃO FLORÍSTICA E ANÁLISE ESTRUTURAL DE UM REMANECENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA SOB INFLUÊNCIA DE BAMBUSOEDEAE EM TIMBÓ GRANDE-SC

FLORISTIC COMPOSITION AND STRUCTURAL ANALYSIS OF A REMAINING PORTION OF MIXED FOREST UNDER INFLUENCE OF BAMBUSOEDEAE AT TIMBÓ-SC-BRAZIL

Raul Silvestre¹ Luciano Farinha Watzlawicki² Álvaro Felipe Valério³ Henrique Soares Koehler⁴
Daniel Saueressig⁵ Qohélet José Ianiski Veres⁶

RESUMO

É comum a ocorrência de taquaras na Floresta Ombrófila Mista, principalmente nas áreas que sofreram interferência humana. A presença de taquara interfere diretamente na florística, na estrutura e na dinâmica das espécies florestais, afetando a regeneração, crescimento e sobrevivência. O presente trabalho objetivou avaliar a composição florística e a estrutura de um fragmento de Floresta Ombrófila Mista com a presença de Bambusoedeae, na propriedade da empresa Agrossilvopastoril Novo Horizonte S/A, localizada no município de Timbó Grande - SC. Para tanto foi instalado 30 (trinta) unidades amostrais com tamanho de 10 x 20 m, totalizando 6000 m², nas unidades amostrais todas as árvores com DAP (diâmetro a altura do peito = 1,30 metro) ≥ 10 cm, foram medidas, etiquetadas e identificadas. Após a realização das medições foram calculados os parâmetros fitossociológicos. Na área de estudo foram mensurados 412 indivíduos, pertencente a 39 espécies de 31 gêneros, distribuídas em 24 famílias. As famílias que apresentaram maior número de espécies amostradas foram: Aquifoliaceae (5), Lauraceae e Myrtaceae (4) e Myrsinaceae (3), sendo que as demais famílias apresentam duas ou uma espécie. A densidade total estimada foi de 687 indivíduos.ha⁻¹. A floresta apresentou uma elevada diversidade com o Índice de Shannon estimado em 3,21, indicando uma distribuição uniforme do número de indivíduos em relação ao número de espécies. A análise da estrutura horizontal da floresta possibilitou constatar que as cinco espécies com maior valor de importância foram: *Araucaria angustifolia* (9,72%), *Cinnamomum amoenum* e *Clethra scabra* (6,66%), *Ilex theazans* Mart. (6,45%) e *Ocotea porosa* (5,31%). Os indivíduos mortos ocupam o segundo maior IVI (7,22%), consequência possivelmente associada às espécies pioneiras como a bracinga e os vassorões que permaneciam no dossel, e vão sendo eliminadas ou substituídas na estrutura, indicando um amadurecimento da comunidade, ou, indícios de dificuldade de desenvolvimento e sobrevivência. O fragmento apresenta uma considerável diversidade florística de espécies, apesar das perturbações sofridas no passado com a exploração madeireira. Para que a vegetação deste remanescentes atinja as características florísticas e estruturais próximas às da vegetação original, estão sendo desenvolvidos estudos com técnicas de enriquecimento florestal, com a introdução de espécies características da região e técnicas de controle de taquara.

Palavras-chave: Bambusoedeae, dinâmica, enriquecimento, Floresta Ombrófila Mista.

ABSTRACT

The occurrence of bamboo is very common at the Mixed Forest, mainly in areas that suffered human influence. The presence of bamboo interferes directly in the floristic, structure and dynamics of the forest, affecting regeneration, growth and survival. The main objectives of the current paper was to evaluate the structure and floristic composition of a remaining portion of Mixed Forest with the presence of Bambusoedeae, located at Timbó, Santa Catarina State, Brazil. Thirty samples of 300 m² (10 x 30m) were collected and all trees with dbh ≥ 10cm were identified and measured. Phytosociological indexes were calculated for the measured trees. A total of 412 individuals of 39 species belonging to 31 genus distributed among 24 families were found. The families showing the largest number of individuals were Aquifoliaceae (5), Lauraceae and Myrtaceae (4) and Myrsinaceae (3) with the remaining species showing one or two species. The total density was 687 trees.ha⁻¹. The forest presented a high level of diversity with a

¹ Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Federal do Paraná, Rua Lothário Meissner, N° 3400 – Jardim Botânico, CEP: 80.210-170, Curitiba – PR. E-mail: silvestrefloresta@yahoo.com.br

² Engenheiro Florestal, Prof° Dr. do Departamento de Agronomia da Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Rua Presidente Zacarias, 875 – Bairro Santa Cruz, CEP: 85.010 – 990, Guarapuava – PR. E-mail: farinha@unicentro.br

³ Engenheiro Florestal, Mestrando em Ciências Florestais pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Km 7, N° 153, Bairro Riozinho, CEP: 84.500 – 000, Irati – PR. alvarofvalerio@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Florestal, Prof° Dr. do Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo da Universidade Federal do Paraná, Rua do Funcionários, s/n°, CEP 80035-050, Curitiba, PR. E-mail: koehler@ufpr.br

⁵ Acadêmico de Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Km 7, N° 153, Bairro Riozinho, CEP: 84.500 – 000, Irati – PR. E-mail: danielsaueressig@yahoo.com.br

⁶ Acadêmico de Engenharia Florestal pela Universidade Estadual do Centro-Oeste – UNICENTRO, Km 7, N° 153, Bairro Riozinho, CEP: 84.500 – 000, Irati – PR. E-mail: Q_veres@yahoo.com.br

Shannon Index of 3,21, indicating a uniform distribution of individuals related to the number of species. The horizontal structural analysis showed five species with the largest Importance Value Index: *Araucaria angustifolia* (9,72%), *Cinnamomum amoenum* and *Clethra scabra* (6,66%), *Ilex theazans* Mart. (6,45%) and *Ocotea porosa* (5,31%). The number of dead trees was high, showing the second largest Importance Value Index (7,22%), probably due to the presence of pioneer species that were substituted or eliminated from the structure indicating a maturing community or difficulties of growth and survival. The forest fragment showed a considerable floristic diversity in spite of the influences suffered in the past by the wood exploitation. Aiming the recovery of these remaining areas to their original state, studies are being developed using techniques of forest enriching by the introduction of representative species of the region and by bamboo control.

Key words: Bambusoedae, phytosociology, florist study, mixed forest.

INTRODUÇÃO

Dentre as diferentes regiões fitogeográficas destaca-se a região da Floresta Ombrófila Mista ou floresta com araucária (IBGE,1992), a qual cobria originalmente cerca de 200000 Km² em todo o Brasil, ocorrendo no Estado do Paraná (40% de sua superfície), Santa Catarina (31%) e Rio Grande do Sul (25%), e em manchas esparsas no Estado de São Paulo (3%), adentrando até o sul do Estado de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO,1994).

O início da exploração do pinheiro (*Araucaria angustifolia* Bert. O. Ktze), espécie característica da Floresta Ombrófila Mista, remonta ao século XVIII, quando a coroa portuguesa descobriu o potencial que ofereciam a madeira de boa qualidade e o tronco reto da árvore (SANQUETTA e TETTO, 2000).

A proteção destes remanescentes tornou-se um desafio para a sociedade, requerendo medidas legislativas e fiscalização de extrema rigidez. Porém, o conhecimento científico busca por meio de estudos, comprovar que o aproveitamento racional das florestas naturais é imprescindível para sua sobrevivência, quando está relacionado com a aplicação de técnicas silviculturais adequadas baseadas na ecologia de cada tipologia florestal.

(SCHAAF 2001), (WATZLAWICK, et. al 2005) entre outros pesquisadores, relatam que são poucos os estudos sobre os processos dinâmicos das florestas de araucária, sendo por esta razão, de extrema importância criar uma base científica para que a aplicação de técnicas de manejo florestal sustentável torne-se algo viável.

Conforme (OLIVEIRA FILHO et al. 1994), (GUILHERME 1999), (SANQUETTA 2007), a forte presença competitiva das taquaras no sub-dossel das Florestas de Araucária, principalmente as altamente antropizadas, inibe o processo dinâmico das populações arbóreas, interferindo na comunidade como um todo. A regeneração, o desenvolvimento e a sobrevivência das espécies são prejudicados pela presença da taquara, sendo fundamental o entendimento desse processo interativo, bem como formas de controle que permitam auxiliar no sucesso das atividades silviculturais.

O presente trabalho teve como objetivo conhecer a diversidade florística e analisar a estrutura horizontal de uma Floresta Ombrófila Mista Montana com presença de taquara, localizada no município de Timbó Grande, no Estado de Santa Catarina

MATERIAL E METODOS

Caracterização da área de estudo

O presente trabalho foi realizado no planalto Norte, na microrregião de Canoinhas, a 410 Km de Florianópolis, mais precisamente no município de Timbó Grande, no Estado de Santa Catarina, em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista Montana, situado na fazenda Vaca Branca de propriedade da empresa Agro pastoril Novo Horizonte S/A, conforme pode-se visualizar na Figura 1.

O município situa-se entre o paralelo 25°, 02' e 60" segundos de latitude sul e intersecção com meridiano 25°, 03' e 60" de longitude oeste, com altitude de 925 metros acima do nível do mar.

Segundo Koppen o clima é do tipo *Cfb* (temperado), com geadas frequentes no inverno. Pode ser classificado como mesotérmico úmido, com verão fresco e temperatura média anual de 17^oC e precipitação média anual de 1.473,3mm

Para levantamento empregou-se o método de Amostragem de Área Fixa, utilizando-se 30 unidades amostrais permanentes, de 10 x 20 m (200m²), distribuídas de forma sistemática na área. Posteriormente, todos os indivíduos contemplados no interior das unidades de amostra com DAPs, igual ou superior a 10 cm foram medidos com fita métrica.

O material botânico de cada espécie foi coletado, de acordo com (MARCHIORI 1995), e depositado no Herbário do laboratório de Dendrologia. Sua determinação foi feita por meio de bibliografia especializada e por comparação com exsicatas confirmadas.

Para os cálculos dos descritores estruturais foi utilizado o suplemento para o Microsoft Excel, denominado FlorExel, versão 1.0.4, desenvolvido pelo Prof. Dr. Julio Eduardo Arce do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal do Paraná.

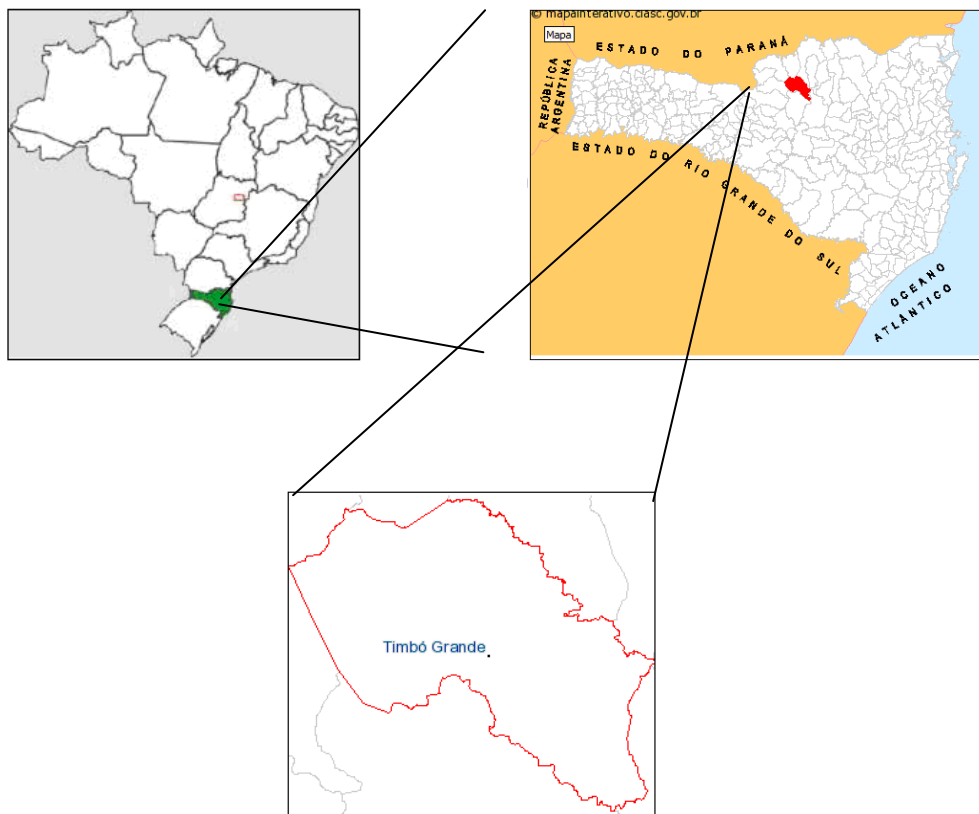


FIGURA 1: Localização da área de estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Na Figura 2, pode-se verificar que as trinta unidades amostrais que correspondem a 6000 m², utilizadas no trabalho foram suficientes para representar a composição florística do estrato arbóreo, considerando os indivíduos com DAP maior ou igual a 10 cm. Observa-se a que a curva espécie/área tende a estabilizar-se em torno de 4500m².

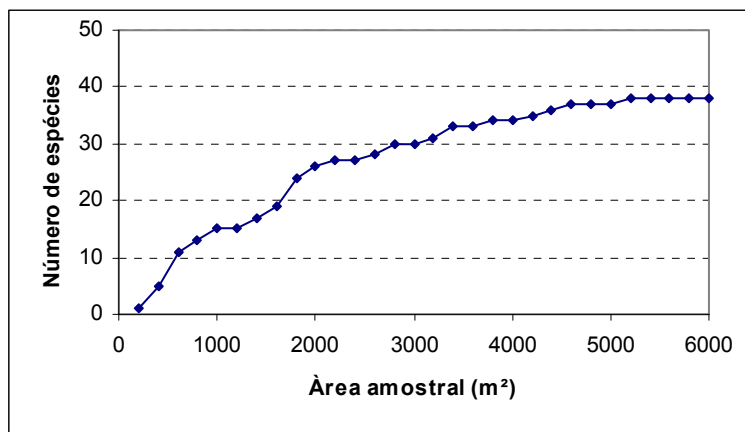


FIGURA 2: Curva Espécie/Área da amostragem utilizada para caracterizar a Floresta Ombrófila Mista estudada em Timbó Grande-SC.

Foram avaliados 6000 m², registrando-se 412 indivíduos, distribuídos em 39 espécies, 24 famílias e 31 gêneros, conforme apresenta de acordo com a Tabela 1.

Num levantamento de 8000 m², realizado por (RONDON NETO.M. R et al 2002b), no Município de Criúva-RS, foram encontrados 673 indivíduos, distribuídos em 37 espécies, 22 famílias e 32 gêneros. De acordo com o mesmo trabalho verificou-se que a curva espécie/área tendeu a estabilizar-se próximo aos 5500 m².

TABELA 1: Relação das espécies amostradas na Floresta Ombrófila Mista, em Timbó Grande-SC

Nº	Nome Científico	Nome vulgar	Família
1	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	pinheiro-do-Paraná	Araucariaceae
2	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (H. B. K.) Berg	Mirtacea	Myrtaceae
3	<i>Calypttranthes concina</i> DC.	guamirim facho	Myrtaceae
4	<i>Capsicodendron dinisii</i> (Schwacke) Occhioni	pimenteira	Canellaceae
5	<i>Cinnamomum amoenum</i> (Nees & Martius) Kostermans	canela alho	Lauraceae
6	<i>Citronella paniculata</i> (Mart.) R.A. Howard	congonha	Cardiopteridaceae
7	<i>Clethra scabra</i> Persoon	carne de vaca	Clethraceae
8	<i>Cyathea corcovadensis</i> (Raddi) Domin.	Xaxim com espinho	Cyatheaceae
9	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	Xaxim sem espinho	Dicksoniaceae
10	<i>Drimys brasiliensis</i> Miers	cataia	Winteraceae
11	<i>Erythroxylum deciduum</i> A. St.-Hil.	marmeleiro	Erythroxylaceae
12	<i>Escallonia bifida</i> Link & Otto	canudo de pito	Escalloniaceae
13	<i>Gomidesia cf schaueriana</i> O. Berg	carrapateiro	Myrtaceae
14	<i>Ilex brevicuspis</i> Reissek	voadeira	Aquifoliaceae
15	<i>Ilex cf brasiliensis</i> (Sprengel) Loes.	orelha de mico/ 02	Aquifoliaceae
16	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	cauninha	Aquifoliaceae
17	<i>Ilex paraguariensis</i> A. St.-Hil.	erva mate	Aquifoliaceae
18	<i>Ilex theazans</i> Mart.	orelha de mico	Aquifoliaceae
19	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	carova	Bignoniaceae
20	<i>Lamanonia speciosa</i> (Cambess.) L.B. Sm.	guarapere	Cunoniaceae
21	<i>Lithraea molleoides</i> (Vell.) Engl.	bugreiro	Anacardiaceae
22	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	cuvatã/ migue	Sapindaceae
23	<i>Mimosa scabrella</i> Benth.	bracatinga	Fabaceae
24	<i>Myrcia guianensis</i> (Aubl.) DC.	guamirim vermelho	Myrtaceae
25	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R. Br. ex Roem. & Schult.	capororopquinha	Myrsinaceae
26	<i>Myrsine laetevirens</i> Mez	capororoca	Myrsinaceae
27	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	capororocão	Myrsinaceae
28	<i>Ocotea porosa</i> (Nees & C. Mart.) Barroso	imbuia	Lauraceae
29	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees et Mart. Ex Nees) Nees	canela lageana	Lauraceae
30	<i>Persea major</i> (Nees) Kopp	pau de andrade	Lauraceae
31	<i>Prunus brasiliensis</i> (Cham. & Schltdl.) Dietrich	pessegueiro bravo	Rosaceae
32	<i>Schinus terebinthifolius</i> Raddi	aroeira vermelha	Anacardiaceae
33	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B. Sm. & Downs	branquinho	Euphorbiaceae
34	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman	palmeira	Arecaceae
35	<i>Symplocos tenuifolia</i> Brand	maria mole	Symplocaceae
36	<i>Symplocos tetrandra</i> Mart.	sete sangria	Symplocaceae
37	<i>Vernonanthura discolor</i> (Spreng.) H. Rob.	vassourão preto	Asteraceae
38	<i>Vernonanthura petiolaris</i> (DC.) H. Rob.	vassourão	Asteraceae
39	<i>Vitex megapotamica</i> (Spreng.) Moldenke	tarumã	Lamiaceae

As famílias que apresentaram maior número de espécies foram: Aquifoliaceae (5), Lauraceae e Myrtaceae (4) e Myrsinaceae (3). Juntas estas famílias correspondem a 30,58% das espécies amostradas. As demais apresentaram duas ou uma espécie. As principais famílias deste estudo fazem parte das encontradas por (RONDON NETO et al. 2002a), em um remanescente no Município de Curitiba, Paraná. Os gêneros mais ricos foram *Ilex* (5 espécies), *Myrsine* (3) e *Ocotea*, *Symplocos* e *Vernonanthura* (2).

Na área de estudo foram encontradas *Araucaria angustifolia* e *Drymis brasiliensis*, espécies que fazem parte de táxons endêmicos da Floresta Ombrófila Mista. Espécies, que segundo Rambo (1951), é um dos elementos austral-antárticos mais característicos da flora regional.

A altitude, influenciando a composição florística da comunidade, pode ser evidenciada pela presença de várias espécies. Inicialmente, devido sua imponente participação na estrutura da floresta, ressalta-se *Araucaria angustifolia*, aparecendo apenas em regiões de altitude acima de 500 m. *Ilex paraguariensis* é componente da floresta clímax do planalto, ocorre geralmente associada à araucária. *Capsidodendron dinisii*, segundo (MARCHIORI 1997), habita restritamente a Floresta Ombrófila Mista. *Ocotea porosa* e *Clethra scabra* são plantas companheiras da araucária e da erva-mate no planalto sul-brasileiro. *Vernonanthura discolor* é elemento característico dos pinheirais sul-brasileiros (BACKES e IRGANG, 2002).

Nota-se também a presença de espécies seletivas higrófilas no remanescente: *Sebastiania commersoniana*, *Escallonia bifida*, *Drymis brasiliensis*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Erythroxylum deciduum* e *Vitex megapotamica*, são exemplos de plantas que vivem preferencialmente em ambiente úmidos. Este fato, está associado a passagem de um curso d'água no interior das unidades amostrais.

A análise da estrutura horizontal possibilitou constatar que as espécies com maior valor de importância conforme pode ser observado na Tabela 2. foram: *Araucaria angustifolia* (29,17), *Cinnamomum vesiculosum* (20,00) e *Clethra scabra* (19,98), *Ilex theazans* (19,37) e *Ocotea porosa* (15,93), ressalta-se as árvores mortas com (21,65), consequência possivelmente associada às espécies pioneiras como a bracatinga e os vassourões que permaneciam no dossel, e vão sendo eliminadas ou substituídas na estrutura, indicando um amadurecimento da comunidade, ou, indícios de dificuldade de desenvolvimento e sobrevivência

A Floresta apresentou elevada diversidade florística, com Índice de Shannon estimado em 3,21, indicando uma distribuição mais uniforme do número de indivíduos em relação ao número de espécies. (WATZLAWICK et al 2005), encontrou Índice de Shannon estimado em 3,26 numa Floresta Ombrófila Mista localizada no Município de General Carneiro-PR.

Foram encontrados 687 indivíduos.ha⁻¹, sendo as espécies mais abundante *Ilex theazans*, com 70 indivíduos.ha⁻¹, seguida pelas árvores mortas, com 63 indivíduos.ha⁻¹, *Araucaria angustifolia*, com 60 indivíduos.ha⁻¹ e *Clethra scabra*, com 50 indivíduos.ha⁻¹, que representaram um número bastante elevado de indivíduos, a *Ocotea pulchella*, com 40,00 indivíduos.ha⁻¹, *Cinnamomum vesiculosum* com 33 indivíduos.ha⁻¹.

Cabe destacar, a grande participação de árvores mortas na estrutura da comunidade. Este elevado número, possivelmente está relacionado a fase de sucessão atual, onde espécies pioneiras que permaneciam no dossel vão sendo eliminadas ou substituídas. A grande taxa de mortalidade na floresta pode ser também uma consequência da interferência no seu desenvolvimento, devido um adensamento muito alto do taquaral. Fenômeno este, que está sendo estudado com a implantação de um experimento permanente no local.

Dentre as 5 espécies mais importantes na estrutura, tanto *Clethra scabra*, que segundo (BACKES e IRGANG 2002), é importante como recuperadora de áreas alteradas, quanto *Ilex theazans*, que para (SAUERESSIG 2006), é uma das mais comuns no estágio médio de regeneração, são exemplos de espécies que tendem a finalizar seu ciclo de vida nesta fase da sucessão.

Ainda, em se tratando das 5 espécies com maior valor de importância já mencionadas, observa-se que o IVI de espécies características de estágios sucessionais avançados, como *Ocotea porosa* e *Cinnamomum amoenum*, estão dentre os 5 mais elevados. De acordo com o que foi observado em campo, a explicação mais lógica destas espécies fazerem parte das cinco espécies com maior valor de importância, é o fato de que durante a fase de exploração madeireira no passado, alguns indivíduos de pequeno porte ou que não atendiam as exigências da serraria, podem ter permanecido na floresta. Com o passar do tempo serviram de porta semente, proporcionando a regeneração e hoje apresentam-se de forma bastante significativa na estrutura da comunidade.

CONCLUSÃO

Com base nas informações obtidas sobre a florística e estrutura da Floresta Ombrófila Mista, é possível concluir que:

- Há elevada taxa de mortalidade na comunidade;
- A diversidade florística, observada no índice de Shannon, mostrou-se bastante acentuada;
- As 5 espécies mais importantes na estrutura da comunidade são: *Araucaria angustifolia*, *Cinnamomum amoenum*, *Clethra scabra*, *Ilex theazans* e *Ocotea porosa*;
- Embora a floresta estudada encontrar-se em estágio de regeneração, espécies características de florestas maduras como *Cinnamomum amoenum* e *Ocotea porosa*, já estão dentre os 5 principais da comunidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BACKES, P. & IRGANG, B. E.. **Árvores do Sul: Guia de Identificação e Interesse Ecológico**. Clube da Árvore, Santa Cruz do Sul, 2002.

CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.

GUILHERME, F. A. G. Efeitos do regime de inundação e de bambus na dinâmica da comunidade arbórea de um fragmento de floresta semidecídua no sul de Minas Gerais. 1999. 73 f. **Dissertação (Mestrado em Manejo Ambiental) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.**

IBGE. **Manual técnico da vegetação brasileira.** Rio de Janeiro: 1992. 92p.

MARCHIORI, J. N. C.. **Elementos da Dendrologia.** Santa Maria: Ed. UFSM, 1995. 163 pg.

MARCHIORI, J. N. C. **Dendrologia das Angiospermas: das Magnoliáceas às Flacourtiáceas.** Santa Maria: Ed. UFSM, 1997. C 271 pg.

OLIVEIRA FILHO, A. T. de; VILELA, E. A.; GALVILANES, M. L.; CARVALHO, D. A. **Effect of flooding regime and understory bamboos on the physiognomy and tree species composition of a tropical semideciduous forest in southeastern Brazil.** Vegetatio, The Hague, v. 113, p. 99-124, 1994.

RONDON NETO, R.M.; KOSERA, C.; ANDRADE, R.R. DE; CECY, A.A.T.; HUMMES, A.P.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M.V.W.; MACIAL, M.N.M. & SOUZA, M.K.F. DE. Caracterização Florística e Estrutural de um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista, em Curitiba, Paraná – Brasil. revista FLORESTA 32 (1), pg. 3 – 16, 2002.(a)

RONDON NETO, R.M.; WATZLAWICK, L.F.; CALDEIRA, M. V. W.; SCHOENINGER, E.R.; **Análise Florística e Estrutural de um Fragmento de Floresta Ombrófila Mista Montana, Situado em Curitiba – Brasil.** Ciência Florestal, Santa Maria, v. 12, n. 1, 2002, p. 29-37 (b)

SANQUETTA, C. R.; TETTO, A. F. **Pinheiro do Paraná: Lendas e Realidades.** Curitiba: Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná, 2000. 112 p.

SANQUETTA, C. R. Controle de taquaras como alternativa para a recuperação da Floresta com Araucária, **Pesq. Flor. bras., Colombo**, n.55, p 45-53, jul./dez. 2007

SAUERESSIG, D. *Descrições de Ilex theazans Mart.* Árvores de Irati, Irati, 2006. Disponível em: <http://www.arvoresdeirati.com> Acesso em: 21/09/2006

SCHAAF, L. B. Florística, estrutura e dinâmica no período 1979-2000 de uma Floresta Ombrófila Mista localizada no Sul do Paraná. Curitiba, 2001. 131 f. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.**

WATZLAWICK, L. F.; SANQUETTA, C. R.; VALERIO, A. F. & SILVESTRE, R. Caracterização da composição florística e estrutura de uma Floresta Ombrófila Mista, no município de General Carneiro (PR). **Revista Ambiente, Pg. 229 – 237, n° 1 (2005).**

TABELA 2. Estimativa dos parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas na Floresta Ombófila Mista em Timbó Grande-SC.

Espécie	N	AB	D	FR Abs	AB	D Rel	FR Rel	I V C	I V I
		Abs	Abs		Rel				
	Indivíduos	Ind / ha	m ² / ha	%	%	%	%	% 0-200	% 0-300
<i>Araucaria angustifolia</i>	36	60,00	3,80	100,00	8,74	15,99	4,44	24,73	29,17
<i>motra</i>	38	63,33	1,90	100,00	9,22	7,98	4,44	17,20	21,65
<i>Cinnamomum</i>									
<i>vesiculosum</i>	20	33,33	2,55	100,00	4,85	10,70	4,44	15,55	20,00
<i>Clethra scabra</i>	30	50,00	1,96	100,00	7,28	8,25	4,44	15,54	19,98
<i>Ilex theazans</i>	42	70,00	1,30	83,33	10,19	5,47	3,70	15,67	19,37
<i>Ocotea porosa</i>	15	25,00	1,87	100,00	3,64	7,85	4,44	11,49	15,93
<i>Ocotea pulchella</i>	24	40,00	1,33	100,00	5,83	5,59	4,44	11,42	15,86
<i>Ilex dumosa</i>	16	26,67	0,88	100,00	3,88	3,68	4,44	7,57	12,01
<i>Gomidesia cf</i>									
<i>schaueriana</i>	20	33,33	0,61	83,33	4,85	2,57	3,70	7,42	11,13
<i>Lithraea molleoides</i>	18	30,00	0,54	100,00	4,37	2,28	4,44	6,65	11,09
<i>Myrsine laetevirens</i>	16	26,67	0,52	100,00	3,88	2,19	4,44	6,08	10,52
<i>Dicksonia sellowiana</i>	15	25,00	0,66	83,33	3,64	2,77	3,70	6,41	10,11
<i>Lamanonia speciosa</i>	11	18,33	0,65	83,33	2,67	2,71	3,70	5,38	9,09
<i>Capsicodendron dinisii</i>	10	16,67	0,38	83,33	2,43	1,59	3,70	4,02	7,72
<i>Prunus brasiliensis</i>	7	11,67	0,50	83,33	1,70	2,11	3,70	3,81	7,52
<i>Myrsine umbellata</i>	12	20,00	0,32	66,67	2,91	1,36	2,96	4,27	7,24
<i>Mimosa scabrella</i>	9	15,00	0,66	50,00	2,18	2,76	2,22	4,95	7,17
<i>Sebastiania</i>									
<i>commersoniana</i>	9	15,00	0,57	33,33	2,18	2,39	1,48	4,57	6,05
<i>Eugenia sp.</i>	8	13,33	0,27	66,67	1,94	1,15	2,96	3,09	6,05
<i>Vernonanthura petiolaris</i>	5	8,33	0,21	83,33	1,21	0,88	3,70	2,09	5,79
<i>Symplocos tetrandra</i>	5	8,33	0,32	50,00	1,21	1,35	2,22	2,56	4,79
<i>Drimys brasiliensis</i>	3	5,00	0,22	50,00	0,73	0,94	2,22	1,67	3,89
<i>Matayba elaeagnoides</i>	3	5,00	0,22	50,00	0,73	0,91	2,22	1,64	3,86
<i>Escallonia bifida</i>	7	11,67	0,19	16,67	1,70	0,78	0,74	2,48	3,22
<i>Vernonanthura discolor</i>	2	3,33	0,24	33,33	0,49	1,01	1,48	1,50	2,98
<i>Symplocos tenuifolia</i>	6	10,00	0,15	16,67	1,46	0,65	0,74	2,10	2,84
<i>Myrsine coriacea</i>	3	5,00	0,13	33,33	0,73	0,53	1,48	1,26	2,74
<i>Ilex paraguariensis</i>	2	3,33	0,16	33,33	0,49	0,68	1,48	1,16	2,64
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	3	5,00	0,07	33,33	0,73	0,29	1,48	1,02	2,50
<i>Cyathea corcovadensis</i>	2	3,33	0,12	33,33	0,49	0,50	1,48	0,98	2,46
<i>Erythroxylum deciduum</i>	2	3,33	0,10	33,33	0,49	0,44	1,48	0,93	2,41
<i>Jacaranda micrantha</i>	4	6,67	0,13	16,67	0,97	0,54	0,74	1,51	2,25
<i>Schinus terebinthifolius</i>	2	3,33	0,07	33,33	0,49	0,28	1,48	0,77	2,25
<i>Ilex brevicuspis</i>	1	1,67	0,06	16,67	0,24	0,23	0,74	0,48	1,22
<i>Persea major</i>	1	1,67	0,03	16,67	0,24	0,14	0,74	0,39	1,13
<i>Citronella paniculata</i>	1	1,67	0,03	16,67	0,24	0,14	0,74	0,38	1,12
<i>Ilex cf brasiliensis</i>	1	1,67	0,03	16,67	0,24	0,11	0,74	0,35	1,09
<i>Myrcia guianensis</i>	1	1,67	0,02	16,67	0,24	0,07	0,74	0,32	1,06
<i>Calyptranthes concina</i>	1	1,67	0,02	16,67	0,24	0,07	0,74	0,32	1,06
<i>Vitex megapotamica</i>	1	1,67	0,01	16,67	0,24	0,06	0,74	0,30	1,04
TOTAL	412	686,67	23,80	2250,00	100,00	100,00	100,00	200,00	300,00

N = número total de indivíduos amostrados; AB Abs = densidade absoluta (ind/ha); D Abs = dominância absoluta (m²/ha; FR Abs = frequência absoluta (%); AB Rel = densidade relativa (%); D Rel = dominância relativa (%); FR Rel = frequência relativa (%); VC = valor de cobertura; VI = valor de importância

PRODUCCIÓN DE MADERA COMERCIAL Y RESIDUOS FORESTALES DEL PRIMER RALEO EN POBLACIONES DE *Pinus elliottii*

PRODUCTION OF COMMERCIAL WOOD AND FOREST DEBRIS OF THE FIRST THINNING IN *Pinus elliottii* STANDS

S. Rebottaro¹ D. Cabrelli² A. Acqualagna³ A. Valente A. Alonso Galland³

RESUMEN

Los residuos de las cosechas forestales representan un componente del sistema que ha comenzado a valorizarse en los últimos años. Desde el punto de vista económico, su cuantificación es importante porque son una expresión de la eficiencia de la cosecha, y porque son potencialmente utilizables. Desde el punto de vista ecológico, importa su función en el sistema forestal como reservorio de carbono y nutrientes, y como sustrato de la actividad biológica del suelo. En este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento en madera comercial y la biomasa de residuos generados como producto del primer raleo en poblaciones de *Pinus elliottii*. El trabajo de campo se llevó a cabo en dos sitios de Argentina: Concordia (31° 22' Lat. S, 58° 07' Long. O.), y Jáuregui (34° 34' Lat. S, 59° 06' Long. O.). Se evaluaron dos poblaciones de 7 años provenientes de regeneración natural (con y sin control inicial de la densidad), y 3 plantaciones (de 7, 9 y 11 años). Antes del raleo las poblaciones tenían entre 93 y 267 m³/ha de madera en pie. La madera comercial obtenida en el raleo varió entre 18 a 55 m³/ha, y los residuos forestales entre 10 y 68 Tn/ha, dependiendo de la densidad, edad e historia de cada población. El valor más bajo fue para la plantación más joven con baja densidad. El valor más alto de residuos lo obtuvo la regeneración natural sin control inicial de la densidad, la cual alcanzó muy poco volumen comercial debido al pequeño tamaño de los tallos. La regeneración natural con control inicial de la densidad presentó alta producción de residuos, y una producción maderera equivalente a las plantaciones de 9 y 11 años.

Palabras claves: *Pinus elliottii*, raleo, madera comercial, residuos forestales.

ABSTRACT

The debris of the forest harvest represent a component of the system that has begun to valorize itself in the last years. From the economic point of view, its quantification is important because they are an expression of the harvest efficiency, and are potentially usable. From the ecological point of view, it concerns its function in the forest system like reservoir of carbon and nutrients, and as substrate of the biological activity of the soil. In this frame, the present work had like objective to evaluate the commercial wood yield and the biomass of debris generated like product of the first thinning in populations of *Pinus elliottii*. The work of field was carried out in two sites of Argentina: Concordia (31° 22' S, 58° 07' W), and Jáuregui (34° 34' S, 59° 06' W). Two populations (with and without initial control of the density) of 7 year-old naturally regenerated, and three plantations (7, 9 and 11 year-old) were evaluated. Before the thinning, the populations had between 93 to 267 m³/ha. The obtained commercial wood in the thinning varied between 18 to 55 m³/ha, and the forest debris between 10 to 68 Tn/ha, depending on density, age and history of each population. The lowest value was for the youngest plantation with low density. The value upper of debris was obtained in natural regeneration without initial control of the density, which contributed very little commercial volume due to the small size of the stems. Natural regeneration with initial control of the density presented high production of debris, and amount of commercial wood equivalent to plantations of 9 and 11 year-old.

Key words : *Pinus elliottii*, thinning, commercial wood, forest debris.

INTRODUCCIÓN

Las nuevas técnicas de producción forestal han incrementado significativamente los rendimientos, y con ello también los volúmenes de residuos, principalmente en el momento de las cosechas y durante el procesamiento industrial. En Argentina, en particular hubo un incremento de la superficie forestada durante los últimos años, con lo cual se prevé un aumento de los residuos en el corto plazo. Por lo tanto, sería deseable valorizar estos residuos, tanto por su potencial económico como por su efecto en la minimización de impactos ambientales negativos. La posibilidad de aprovechar los residuos agrícolas y agroindustriales, aumenta las posibilidades del sector, ya que los establecimientos pueden obtener tanto biocombustible como también materia prima para otros destinos industriales. Los

¹ Profesor Adjunto. Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía, universidad de Buenos Aires, Av. San Martín 4453(1417), Buenos Aires, Argentina. E-mail: rebottaro@agro.uba.ar

² Profesor Asociado

³ Estudiantes de grado.

residuos provenientes de prácticas forestales como el raleo, la poda, la conducción de los rebrotes y las cosechas totales, pueden cubrir parcialmente las demandas locales de biocombustible, y/o pueden jugar un rol como protector físico y mejorador químico del suelo. Los residuos de las prácticas forestales comprenden tallos de pequeño diámetro, ramas, frutos y hojas. Sin embargo, la importancia relativa de cada componente es diferente, tanto en cantidad como en calidad, lo que condiciona el potencial de utilización de las distintas partes de los árboles.

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

En los últimos años se han comenzado a valorizar los residuos o desperdicios forestales (RF) reconociendo su importancia ecológica sobre la diversidad (Harmon et al., 1986; Spies y Franklin, 1988; Angelstam et al., 2003; Heilmann-Clausen y Christensen, 2004), sobre la productividad de los ecosistemas forestales (Janisch y Harmon, 2002; Spears et al., 2003; Laiho y Prescott, 2004), y sobre el flujo de energía y carbono (Cohen et al., 1996; Harmon et al., 2004).

En bosque nativos, la cantidad y calidad de los RF depende de cada tipo de bosque, siendo afectado por factores como la especie, la calidad del sitio, el régimen de disturbios y el estado sucesional (Harmon et al., 1986; Rouvinen y Kuuluvainen, 2001). En condiciones naturales los grandes disturbios como consecuencia de eventos catastróficos, o la generación de pequeños claros como consecuencia de la caída natural de los árboles, producen residuos que generan condiciones para el desarrollo de diferentes procesos, por ejemplo la regeneración natural. Los conceptos y principios ecológicos de funcionamiento de las comunidades nativas pueden ser aplicados al manejo de poblaciones coetáneas, considerando que el raleo y la tala rasa representan los disturbios de origen antrópico más comunes en este tipo de poblaciones. La cantidad de residuos que permanece en el campo depende de varios factores como la especie, la homogeneidad de los árboles, el tipo de equipamiento usado, el límite de tamaño comercial, entre otros (Foelkel, 2007).

En Argentina existen alrededor de 500.000 ha de plantaciones de coníferas, en su mayoría en la región mesopotámica, representadas principalmente por *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* (SAGyP, 1999). Estas especies son originarias del sudeste de Estados Unidos, pero se encuentran ampliamente cultivadas en diferentes regiones del mundo. Ambos pinos se manejan frecuentemente con raleos para obtener madera de calidad, y la valorización tradicional de la productividad de estas poblaciones ha sido fundamentalmente maderera. En este marco, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar el rendimiento en madera comercial y la biomasa de residuos generados durante el primer raleo en poblaciones de *Pinus elliottii*.

MATERIALES Y METODOS

Sítios

El trabajo de campo se llevó a cabo en dos localidades de Argentina:

1) Concordia (31° 22' Lat. S, 58° 07' Long. O, 47 msnm) provincia de Entre Ríos, con un clima templado a subtropical húmedo de llanura, temperatura media anual de 18,5°C y precipitación anual de 1274 mm, distribuida durante todo el año. Suelos de textura superficial franco arenosa a arenosa franca, con baja capacidad de retención hídrica, y baja materia orgánica.

2) Jauregui, Luján (34° 34' Lat. S, 59° 06' Long. O.) provincia de Buenos Aires. Paisaje compuesto por planicies suavemente onduladas. Clima templado subhúmedo con temperatura media anual de 16,6°C y precipitación media anual de 900 mm, concentrada en otoño y primavera. Los suelos son Argiudoles, con horizonte superficial de textura franco-limosa a franco-arcillo-limosa (3,32 % de materia orgánica), y un horizonte B textural con barnices.

Poblaciones evaluadas y mediciones

Todas las poblaciones evaluadas en el presente trabajo forman parte de un experimento mayor sobre tratamientos silvícolas en *Pinus elliottii*. En la localidad de Concordia se trabajó con las siguientes poblaciones: regeneración natural de 7 años sin raleo precomercial (RSR-7); regeneración natural de 7 años con un raleo precomercial a los dos años de establecida dejando 2.500 árboles/ha (RCR-7), y una plantación con distancia inicial de 3,5 x 3,5 m de 7 años (PC-7). Una completa descripción de los tratamientos puede encontrarse en Rebotto y Cabrelli (2007). En Jáuregui se trabajó con una plantación con distancia inicial 3 x 3 m de 9 años de edad (PJ-9), y otra plantación con distancia inicial 3,7 x 2,5 m de 11 años (PJ-11). Todas las poblaciones son inventariadas anualmente en parcelas permanentes. En dichas parcelas los árboles fueron marcados e identificados para seguir la evolución del diámetro y la altura. El diámetro se midió con calibre digital Mitutoyo, y la altura con clinómetro Suunto.

En 2008, las poblaciones se caracterizaron a través de las siguientes variables: diámetro cuadrático (DC), Altura (A), Número de árboles por hectárea (N/ha), y coeficiente de forma (CF). En Concordia, el CF se evaluó mediante un análisis destructivo, mediante cubicación del árbol apeado. En Jáuregui, el CF se evaluó con el árbol en pie mediante el método de la altura de Pressler, usando un relascopio Spiegel. En todas las poblaciones el CF fue determinado sobre 5 árboles con área transversal promedio. A partir de los datos de los inventarios se calculó el área

basal y el volumen por parcela, y se extrapoló a Area Basal (AB/ha) y volumen total por hectárea (V/ha). Como indicador de la densidad se usó el índice de densidad del rodal (IDR) propuesto por Reineke (1933). Tanto el análisis destructivo como el uso del relascopio, permitieron calcular la proporción de volumen del tallo con dimensiones comerciales. El límite comercial del tallo en la región es de 7 cm, de manera que el volumen de madera comercial quedó definido por esa dimensión. El peso del material leñoso comercial se determinó aplicando un peso específico de 0,45 kg/dm³ para la madera de *Pinus elliottii* seca en estufa.

En Concordia, los árboles utilizados para estimar el CF fueron usados para determinar el peso seco de ramas (PR) y de hojas (PH). Para ello, en cada árbol selecto se midió el diámetro de todas las ramas. Luego se obtuvo una submuestra (10%) de las ramas, separando a campo las hojas del material leñoso. En el laboratorio, fue secado en estufa hasta constancia de peso. Estableciendo la relación entre biomasa y área transversal de la rama, se calculó el valor de PR y PH para todo el árbol.

A los fines del presente trabajo, el peso seco de la biomasa no comercial incluyó el PR, el PH, el peso del ápice (PA) del tallo principal de baja dimensión (< 7 cm), y el peso de las cepas o tocones (PT). Se define como tocón al sector de la base del tallo que queda en el terreno luego de la tala. Para el cálculo del PT, después del raleo se realizó un muestreo para estimar el diámetro del tocón (n= 100 tocones por población), se calculó el volumen asumiendo una altura de corte de 10 cm, y se afectó por un peso específico de 0,45 kg/dm³. En Jáuregui, luego del raleo se realizó un muestreo de las escolleras o acordonamiento de residuos, para evaluar el peso seco de los restos leñosos. Primero se estimó el volumen de escolleras por ha, midiendo ancho y alto de la misma en 15 puntos de muestreo, aplicando al perfil de la misma la forma de una semielipse, y luego se evaluó el volumen estéreo de la escollera.

Finalmente, se utilizaron los datos de las plantaciones de Jáuregui para comparar los resultados de la estimación efectuada por la presente metodología, con los datos de volumen de raleo obtenidos por las mediciones a campo realizadas por el contratista.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la Tabla 1 se observan las características de las poblaciones evaluadas antes del raleo. Se observa que en los dos sitios las poblaciones de *Pinus elliottii* tienen un buen crecimiento, aunque existe una mayor oferta ambiental en Concordia, lo que hace que el potencial de la especie sea superior, incluso mucho mejor que en su área de origen, comparando con plantaciones de la misma edad (Dalla Tea y Jokela, 1992). También se observa que la regeneración natural con un raleo precomercial tuvo muy buena productividad.

TABLA 1: Características de las poblaciones de *Pinus elliottii* evaluadas antes del primer raleo comercial.

	RSR-7	RCR-7	PC-7	PJ-9	PJ-11
DC (cm)	7,60	12,75	17,15	18,19	19,02
A (m)	8,48	10,00	9,53	9,61	10,50
N árboles/ha	11.000	2.500	800	1.030	1.033
AB (m ² /ha)	49,90	31,92	18,48	26,77	29,35
CF	0,63	0,56	0,53	0,51	0,50
Vol (m ³ /ha)	267,21	178,62	93,05	131,01	157,95
IDR	1.590	848	440	618	665

En la Tabla 2 se presentan los resultados de las estimaciones de peso seco de las distintas partes de la planta en las poblaciones de Concordia. Se observa que la regeneración natural sin un control temprano de la densidad alcanzó gran cantidad de biomasa, pero el componente de madera con dimensiones comerciales es despreciable. Como consideración general, se observa que al tratarse de poblaciones jóvenes la participación de las hojas y ramas en la biomasa total es mayor comparado con poblaciones de pino adultas (Goya et al., 2003).

TABLA 2: Peso seco (Kg/ha) de la biomasa aérea antes del raleo, en las poblaciones de Concordia.

	RSR-7	RCR-7	PC-7
Hojas	11.920	13.785	17.400
Ramas	11.825	15.625	16.073
Tallo no comercial	114.663	24.913	4.542
Tallo comercial	3.618	54.939	34.509

En la Tabla 3 se presentan las características de las poblaciones luego de efectuado el raleo. El criterio utilizado fue eliminar los árboles en función de su tamaño y forma, a los fines de dejar los mejores para la cosecha final, reduciendo la densidad aproximadamente a la mitad. En el caso de RSR-7 se aplicó una intensidad de raleo mucho mayor ya que debía corregirse la densidad de manera drástica. En la PC-7, con el fin de no generar una subocupación del espacio de crecimiento, la intensidad de raleo fue algo inferior, extrayéndose solo 300 árboles/ha. Se observa que en todos los casos, debido a la extracción de los árboles más pequeños, hubo un aumento del tamaño individual de la población residual (crecimiento ficticio).

TABLA 3: Características de las poblaciones de *Pinus elliottii* después del primer raleo comercial.

	RSR-7	RCR-7	PC-7	PJ-9	PJ-11
DC (cm)	11,50	13,61	18,61	20,78	21,02
A (m)	9,35	10,85	10,00	11,20	12,80
N árboles/ha	2500	1250	500	457	445
AB (m ² /ha)	27,57	18,19	13,60	15,50	15,44
Vol (m ³ /ha)	162,40	110,52	72,08	87,55	100,69
IDR	754	471	311	340	337

Tomando en cuenta las diferencias de volumen antes y después del raleo, la cantidad de madera potencialmente aprovechable estaría en el orden de 20 a 100 m³/ha. Sin embargo, a estos valores debemos descontar la proporción de tallo sin dimensiones comerciales, y los tocones de los árboles cortados. Con dichas restricciones el volumen comercial se reduciría aproximadamente a valores entre 18 y 55 m³/ha.

Luego de realizar una intervención silvícola, la cantidad de RF depende del tipo e intensidad de tratamiento aplicado. En el caso del raleo, los RF que quedan sobre el terreno están representados por la biomasa de todos los componentes no comerciales de los árboles cortados. En el marco del presente escenario de las poblaciones analizadas, la cantidad total de RF generados por el primer raleo comercial varió de 10 a 68 Tn/ha, dependiendo de la densidad, edad e historia de cada población (Tabla 4).

TABLA 4: Biomasa de residuos (kg/ha) sobre el suelo después del primer raleo comercial, discriminado según partes de la planta.

	RSR-7	RCR-7	PC-7	PJ-9	PJ-11
Hojas	8.940	6.892	4.350	----	----
Ramas	8.869	7.812	4.018	10.389	12.356
Tocones	2.740	1.259	663	1.134	1.299
Tallo no comercial	48.275	9.180	903	1.191	1.413
TOTAL	68.824	25.143	9.934	12.714	15.068

Estos resultados coinciden con los reportados por otros autores, donde se encontraron valores de RF entre 17 y 68 Tn/ha, siendo los valores menores para el primer raleo (López, 2001). Es de destacar, que en el caso de RSR la gran cantidad de RF se debe al hecho de no contar volumen comercial debido al escaso tamaño de los tallos. Por lo tanto, se puede considerar como una situación extraordinaria en cuanto a cantidad de residuos generados en una población joven.

El manejo que se haga de los residuos depende del rol que se les asigne a los mismos en el sistema productivo. Si los residuos cumplirán una función ecológica, la biomasa no comercial quedará dentro del lote, ya que de este modo tendrá un efecto de protección física, y la relación entre nutrientes exportados y totales será menor. Algunos estudios sustentan el hecho que el tipo de cosecha y el tratamiento posterior de los residuos condicionarán la productividad en ciclos forestales sucesivos (Wei et al., 2000; Flinn et al., 1980; Fernandez et al., 2000a). En este sentido, debe considerarse que la cantidad de material aportado por las distintas partes del árbol es diferente, como así también la concentración de nutrientes, lo que condicionarán la tasa de degradación de los residuos. En el caso que los RF fueran utilizados como producto secundario del bosque, se deberá tener en cuenta la incidencia del costo de recolección del material, y la relación costos/beneficio dependerá del tamaño del los residuos leñosos.

Finalmente, en PJ-9 y PJ-11 se efectuó el cálculo del volumen comercial estimado (VE) que se obtendría al aplicar el raleo. Para dicho cálculo se efectuó la diferencia en volumen antes y después del raleo, descontando el volumen del ápice no comercial del tallo principal, y los tocones de los árboles extraídos. Estos resultados fueron contrastados con los reportados por el contratista producto de las mediciones en el campo (VM), habiéndose encontrado valores muy similares (Figura 1).

CONCLUSIONES

- 1) La cantidad de madera con destino comercial y los residuos forestales del primer raleo en *Pinus elliottii* variaron con la densidad, edad e historia de cada población.
- 2) La cantidad de madera con tamaño comercial varió entre 18 y 55 m³/ha.
- 3) La cantidad total de residuos forestales varió entre 10 y 68 Tn/ha.
- 4) Los valores más bajos, tanto de madera comercial como de residuos, correspondieron a una plantación de 7 años con baja densidad (800 árboles/ha).

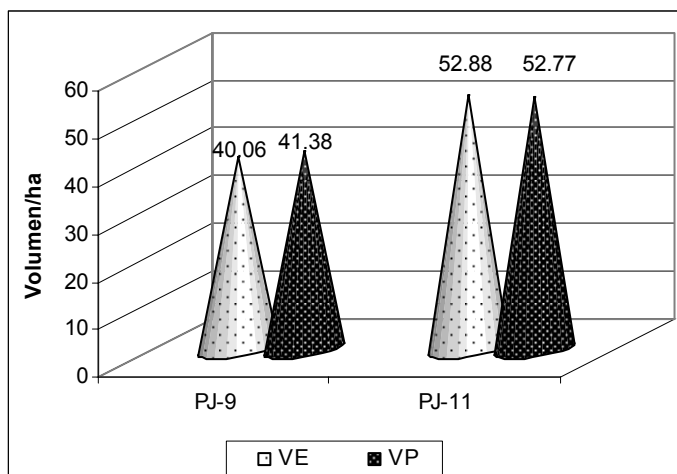


FIGURA 1: Volumen (m^3/ha) de madera comercial extraída en el primer raleo en las plantaciones de Jauregui. El volumen estimado (VE), y volumen medido (VM).

5) El valor más alto de residuos correspondió a una regeneración natural de 7 años, sin un control temprano de la densidad (11.000 árboles/ha). Pero esta población no contó con volumen comercial debido al bajo tamaño de los tallos.

6) La regeneración natural de 7 años con control inicial de la densidad (2.500 árboles/ha) presentó alta producción de residuos, y una producción de madera equivalente a las plantaciones de 9 y 11 años.

7) En general, se observó que las hojas y ramas tuvieron una alta participación en la biomasa total, atribuido al hecho de tratarse de poblaciones jóvenes donde la copa ha sido hasta el momento una prioridad en la localización de fotoasimilados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANGELSTAM, P.K.; BÜTLER, R.; LAZDINIS, M.; MIKUSINSKI, G.; ROBERGE, J.M. Habitat thresholds for focal species at multiple scales and forest biodiversity conservation-dead wood as an example, *Ann. Zool. Fennici* 40 (2003): 473–482
- COHEN, W.B.; HARMON, M.E.; WALLIN D.O.; FIORELLA, M. Two decades of carbon flux from forests of the Pacific Northwest: estimates from a new modelling strategy, *BioScience* 46 (1996): 836–844.
- DALLA TEA, F.; JOKELA, E.J. 1991. Needlefall, canopy light, interception, and productivity of young intensively managed slash and loblolly pine stands. *Forest Science* 37 (1991): 1298-1313.
- FERNANDEZ, R.; LUPI, A.; PAHR, N.; REIS, H.; O'LERY, H. Técnicas de manejo de residuos de cosecha para el establecimiento forestal y su impacto sobre la condición química de los suelos rojos del noreste de Argentina. En: *Avances en Ingeniería Agrícola*. Ed. Facultad de Agronomía, UBA. Buenos Aires. 2000a, p.243-248.
- FLINN, D.W.; SQUIRE, R.O.; FARRELL, P.W. The role of organic matter in the maintenance of productivity on sandy soils. *New Zeal. J. For.* 25 (1980): 229-236.
- FOELKEL, C. Gestão ecoeficientes dos resíduos florestais lenhosos da eucaliptocultura. 2007 Available from: www.eucalyptus.com.br/capitulos/PT07_residuoslenhosos.pdf
- GOYA, J.F.; PEREZ, C.; FRANGI, J.L.; FERNANDEZ, R. Impacto de la cosecha y destino de los residuos sobre la estabilidad del capital de nutrientes en plantaciones de *Pinus taeda* L. *Ecol. Austral* 13 (2003): 139-150.
- HARMON, M.E.; FRANKLIN, J.F.; SWANSON, E.J.; SOLLINS, P.; GREGORY, S.V.; LATTIN, J.D.; ANDERSON, N.H.; CLINE, S.P.; AUMEN, N.G.; SEDELL, J.R.; LIENKAEMPER, G.W.; CROMACK JR., K.; CUMMINS, K.W. Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems, *Adv. Ecol. Res.* 15 (1986): 133–302.
- HARMON, M.E.; BIBLE, K.; RYAN, M.G.; SHAW, D.C.; CHEN, H.; KLOPATEK, J.; LI, X. Production, respiration, and overall carbon balance in an old-growth *Pseudotsuga-Tsuga* forest ecosystem, *Ecosystems* 7 (2004): 498–512
- HEILMANN-CLAUSEN, J.; CHRISTENSEN, M. Does size matter? On the importance of various dead wood fractions for fungal diversity in Danish beech forests, *For. Ecol. Manage.* 201 (2004): 105–117.
- JANISCH, J.E.; HARMON, M.E. Successional changes in live and dead wood carbon stores: implications for net ecosystem productivity, *Tree Physiol.* 22 (2002): 77–89.

LAIHO, R.; PRESCOTT, C.E. Decay and nutrient dynamics of coarse woody debris in northern coniferous forests: a synthesis, *Can. J. For. Res.* 34 (2004): 763–777.

LÓPEZ, G. Biomasa en Iberoamérica: una estrategia de aprovechamiento sustentable. Colección Triángulo, Editorial elaleph; Buenos Aires, ISBN 987-1070-10-1; nov. 2001.

REBOTTARO, S.; CABRELLI, D. Crecimiento y rendimiento comercial de *Pinus elliottii* en plantación y en regeneración natural manejada con raleos en Entre Ríos, Argentina. *Bosque*, 28 (2007): 152-161.

REINEKE, L.H. 1933. Perfecting a stand-density index for even-aged forests. *J. Agric. Res.* 46 (1933): 627-638.

ROUVINEN, S.; KUULUVAINEN, T. Amount and spatial distribution of standing and downed dead trees in two areas of different fire history in a boreal Scots pine forest, *Ecol. Bull.* 49 (2001): 115–128.

SAGyP. (Secretaría de Agricultura, Ganadería y Pesca, AR) 1999. Argentina: oportunidades de inversión en bosques cultivados. Buenos Aires, Argentina. 208 p.

SPEARS, J.D.H.; HOLUB, S.M.; HARMON, M.E.; LAJTHA, K. The influence of decomposing logs on soil biology and nutrient cycling in an old-growth mixed coniferous forest in Oregon, U.S.A., *Can. J. For. Res.* 33 (2003): 2193–2201

SPIES, T.A.; FRANKLIN, J.F. Coarse woody debris in Douglas-fir forest of Western Oregon and Washington, *Ecology* 69 (1988): 1689–1702.

WEI, X. ; LIU, W.; WATERHOUSE, J.; ARMLEDER, M. Simulations on impacts of different management strategies on long-term productivity in lodgepole pine forest of the central interior of British Columbia. *For. Ecol. Manage.* 133 (2000): 217-229.

ESTRUTURA E PRODUÇÃO DE UM REMANESCENTE DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA NA FLONA DE SÃO FRANCISCO DE PAULA – RS

STRUCTURE AND YIELD OF A MIXED OMBROPHYLOUS FOREST REMNANT AT SÃO FRANCISCO DE PAULA'S FLONA – RS

Régis Villanova Longhi¹ Solon Jonas Longhi² Paulo Renato Schneider² Débora Bortoli Sartori¹ Marcelo Krug³

RESUMO

O presente estudo teve como objetivo analisar a composição florística e as estruturas horizontal, interna e diamétrica de uma Floresta Ombrófila Mista. Foi utilizado um conglomerado de 1 hectare onde foram identificados e medidos todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito) maior ou igual a 10,0 cm. Foram levantados 883 indivíduos distribuídos em 51 espécies, pertencentes a 40 gêneros e 24 famílias botânicas. O índice de diversidade de Shannon foi de 2,79, indicando média diversidade florística. As famílias com maior riqueza foram Myrtaceae, Lauraceae e Salicaceae. A *Araucaria angustifolia* foi a espécie mais característica, apresentando um IVI de 43,86%. A distribuição do número de árvores por hectare por classe de diâmetro seguiu a tendência exponencial negativa, sendo o Quociente de Liocourt (q) igual a 1,7234. A floresta apresentou um volume comercial com casca de 462,14 m³.ha⁻¹, sendo 86,86% representado pela *Araucaria angustifolia*. Esta espécie possui 99,4% do volume comercial com casca com fustes de ótima qualidade, mostrando o altíssimo valor comercial da floresta.

Palavras-chave: Floresta ombrófila mista, estrutura, manejo florestal.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the floristic composition and the horizontal, internal and diametric structure of a Mixed Ombrophylous Forest. A conglomerate of 1 hectare was used where were identified and measured all the individuals with DBH (diameter at breast height) above 10 cm. They were found 883 individuals distributed in 51 species belonging to 40 genus and 24 botanical families. The Shannon diversity index was 2,79, indicating medium floristic diversity. The families with larger expression were Myrtaceae, Lauraceae and Salicaceae. The *Araucaria angustifolia* was the species more characteristic, presenting a IVI of 43,86%. The diameter distribution shows a tendency of a “J” inverse model. The forest presented a commercial volume with bark of 462,14 m³.ha⁻¹, being 86,86% represented by the *Araucaria angustifolia*. This species presented 99,4% of the commercial volume with bark with logs of great quality, showing the high commercial value of the forest.

Key words: Mixed ombrophylous forest, structure, forest management

INTRODUÇÃO

Até meados da década de 1980 não existiam grandes restrições à exploração indiscriminada das florestas de araucária, sendo que era permitida, através dos chamados “Planos de Exploração Florestal”, a supressão de praticamente todos os indivíduos com diâmetros acima de 40 cm. A partir de então, mudanças ocorreram com a substituição dos “Planos de Exploração” pelos “Planos de Manejo Florestal em Regime de Rendimento Sustentado”.

Para Souza *et al.* (2006), o conhecimento da composição florística e da estrutura da floresta permite o planejamento e estabelecimento de sistemas de manejo com produção sustentável, condução da floresta a uma estrutura balanceada, bem como práticas silviculturais adequadas.

Diante do exposto, este trabalho tem por objetivo fornecer subsídios para práticas de manejo em uma área de Floresta Ombrófila Mista na Floresta Nacional de São Francisco de Paula – RS, através da caracterização da florística e da estrutura horizontal, interna e diamétrica da floresta, bem como a determinação da constante regulativa q, para a situação atual da floresta.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A intensa exploração no passado da Floresta Ombrófila Mista devido à abundância de matérias-primas, à necessidade de abertura de áreas para as atividades econômicas e, também, pela falta de consciência ambiental, reduziu

¹. Acadêmico (a) do curso de Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 9719-900, Santa Maria (RS).

². Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 9719-900, Santa Maria (RS).

³. Engenheiro Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, CEP 9719-900, Santa Maria (RS).

drasticamente a área ocupada por este bioma, sendo que, dos 25% de cobertura original do estado do Rio Grande do Sul (Carvalho, 1994), restam apenas 3,25% (SEMA-RS/UFSM, 2001) compondo um mosaico de formações em distintas fases sucessionais e com grandes variações florísticas e estruturais, fatores estes, de extrema importância para qualquer intervenção que venha a ser feita na floresta, sob o risco de exaurimento total de seus recursos madeireiros.

Estudos sobre a composição e a estrutura dos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista fornecem informações básicas para tomadas de decisões na aplicação de técnicas de manejo florestal e a sua conservação. Para Souza (2003), a análise da estrutura das florestas nativas deve se iniciar com uma abordagem da composição florística e das estruturas horizontal, vertical, interna e paramétrica, contemplando as estimativas de distribuição de diâmetros, área basal e volume.

A estrutura interna da floresta caracteriza a qualidade e sanidade do fuste das árvores, especialmente as comercializáveis (CHICHORRO, 2000). Já a distribuição diamétrica permite analisar o estado em que se encontra a floresta, assim como fazer inferências sobre a descontinuidade das classes diamétricas; as características ecofisiológicas das espécies e propor alternativas de manejo (SOUZA & JESUS, 1994).

As formações florestais apresentam a distribuição diamétrica dos indivíduos na forma de exponencial negativa, ou seja, a distribuição dos indivíduos se assemelha a um “J” invertido, sendo que a maior frequência de indivíduos se encontra nas classes de diâmetros menores (MEYER, 1952).

Segundo Loetsch *et al.* (1973), a partir da distribuição de Meyer e do "Quociente de Lioucourt" (q), que é a razão entre as frequências das sucessivas classes diamétricas ($N1/N2 = N2/N3 = N3/N4 = \dots = q$, sendo: $N1$ até Nn = número de árvores das classes de diâmetro sucessivas de 1 até n .), é possível manejar a floresta natural de forma balanceada.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado na Floresta Nacional (FLONA) de São Francisco de Paula, localizada no município de São Francisco de Paula – RS, entre as coordenadas 29°23' e 29°27'S e 50°23' e 50°25'W, na Serra Gaúcha, a uma altitude máxima de 930 metros. A área total da FLONA de 1.606,69 hectares está situada na zona de transição entre Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) e Floresta Ombrófila Mista, dos quais 56% são constituídos de floresta nativa. O solo é do tipo Cambissolo Húmico Alumínico típico (STRECK *et al.*, 2002). Os valores médios anuais de temperatura e precipitação são, respectivamente, inferiores a 18,5°C e 2468 mm (MORENO, 1961).

Amostragem e análise dos dados

Utilizou-se a estrutura amostral do Projeto Ecológico de Longa Duração – PELD/CNPq – “Conservação e Manejo Sustentável de Ecossistemas Florestais”, a qual é composta por 10 conglomerados permanentes instalados no ano de 2000 e que vem sendo remeidos anualmente para estudos de dinâmica de floresta. Cada conglomerado é um quadrilátero de 100 m x 100 m (10.000 m²) dividido em 100 subunidades (parcelas) de 10 m x 10 m (100 m²).

Para este estudo foi selecionado um conglomerado que representasse a floresta em questão em sua forma natural, ou seja, com mínima ação antrópica.

As informações utilizadas foram coletadas no final de 2007. No conglomerado escolhido foram medidos todos os indivíduos com DAP (diâmetro à altura do peito) maior ou igual a 10,0 cm (31,4 cm de CAP). Além da identificação das espécies foram obtidos os dados de altura comercial, altura total e avaliadas segundo critérios de qualidade do fuste para cada indivíduo. Esse mesmo critério foi utilizado pelo Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul, conforme Tabela 1.

TABELA 1: Critérios de avaliação de qualidade do fuste (SEMA-RS/UFSM, 2001).

Qual. Fuste	Cód.	Descrição
Ótima	QT 1	Fuste reto, cilíndrico, sem defeitos internos aparentes, livre de nós e galhos.
Boa	QT 2	Fuste reto a levemente tortuoso, cilíndrico ou pequena excentricidade, sem defeitos aparentes, presença de pequenos galhos.
Regular	QT 3	Fuste com tortuosidade acentuada, excêntrico ou não, com sinais de defeitos internos e externos, presença de galhos de porte regular.
Ruim	QT 4	Fuste inaproveitável, podre, oco.

Para a compilação dos dados e representação gráfica dos resultados, empregou-se o software Microsoft Excel 2003. Os parâmetros fitossociológicos foram calculados pelo software “Mata Nativa 2” (CIENITEC, 2006). Também calculou-se os volumes comerciais com casca individuais das árvores através da inserção no mesmo de equações volumétricas. A equação utilizada foi a de Schumacher-Hall ($\log V = b0 + b1 \log dap + b2 \log hc$), onde V = volume sem casca por árvore, em m³; dap = diâmetro à altura do peito com casca, em cm; e Hc = altura comercial, em m. Os

coeficientes (b_0 , b_1 e b_2) foram definidos para espécies folhosas e para *Araucaria angustifolia* no Rio Grande do Sul (BRASIL, 1983), como segue:

- a) Para espécies folhosas: $b_0 = -3,95275$; $b_1 = 2,04354$ e $b_2 = 0,61461$
 b) Para *Araucaria angustifolia*: $b_0 = -4,29736$; $b_1 = 2,18411$ e $b_2 = 0,68504$

O ajuste do número de indivíduos arbóreos presentes no hectare amostrado por centro de classe de diâmetro, foi realizado por meio do modelo $Y_j = e^{b_0 + b_1 D_j}$ (MEYER, 1952), sendo Y_j o estimador do número de árvores por hectare na j -ésima classe de dap ; b_0 e b_1 , os coeficientes da equação; D_j , o diâmetro correspondente ao centro da j -ésima classe de dap ; e e , a constante dos logaritmos neperianos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diversidade florística e estrutura do dossel da floresta

A relação de espécies arbóreas com $DAP \geq 10,0$ cm amostradas no hectare da floresta em estudo pode ser observada na Tabela 2. Foram levantados 883 indivíduos distribuídos em 51 espécies, pertencentes a 40 gêneros e 24 famílias botânicas, além de indivíduos mortos e cipós. O índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') encontrado foi de 2,79, valor considerado mediano para essa tipologia florestal. Resultados semelhantes foram encontrados por Nascimento *et al.* (2001), em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista, situado no município de Nova Prata - RS, onde verificaram a presença de 848 indivíduos/ha com $DAP \geq 9,6$ cm, pertencentes a 54 espécies arbóreas, distribuídas em 23 famílias botânicas.

As famílias que apresentaram maior riqueza de espécies foram: Myrtaceae com 9 espécies, Lauraceae e Salicaceae, ambas com 5 espécies. Cabe destaque também as famílias Aquifoliaceae, Euphorbiaceae, Fabaceae, Myrsinaceae e Sapindaceae, cada uma com 3 espécies, e Celastraceae, com 2 espécies. Aproximadamente 62,5% das famílias (15) estão representadas na floresta por uma única espécie.

Pode-se verificar na Tabela 2 que a *Araucaria angustifolia* é a espécie mais característica da área, por apresentar os maiores valores de densidade, frequência e dominância e, por consequência, maior importância na floresta em estudo, apresentando um IVI de 43,86%. Cabe destaque também as espécies: *Casearia decandra*, *Blepharocalyx salicifolius*, *Luehea divaricata* e *Ilex brevicauspis*, juntas somando 18,58% do IVI total. É importante destacar que as árvores mortas (3,57% do IVI) aparecem em sexto lugar na ordem de importância das espécies. A participação das árvores mortas é significativa na composição das comunidades e constitui um fenômeno natural de substituição dos indivíduos na dinâmica da floresta (SEMA-RS/UFSM, 2001).

TABELA 2: Parâmetros fitossociológicos para as espécies arbóreas com $DAP \geq 10,0$ cm amostradas em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista. FLONA de São Francisco de Paula, 2007.

FAMÍLIA	ESPÉCIE	N	DR (%)	FR (%)	DoR (%)	IVI (%)
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schldtl.	2	0,23	0,39	0,04	0,22
Aquifoliaceae	<i>Ilex brevicauspis</i> Reissek	33	3,74	4,88	2,50	3,71
	<i>Ilex dumosa</i> Reissek	13	1,47	1,56	0,49	1,17
	<i>Ilex paraguariensis</i> A.St.-Hil.	24	2,72	4,10	1,15	2,66
Araliaceae	<i>Oreopanax fulvum</i> Marchal	1	0,11	0,20	0,02	0,11
Araucariaceae	<i>Araucaria angustifolia</i> (Bertol.) Kuntze	323	36,58	18,75	76,25	43,86
Asteraceae	<i>Dasyphyllum spinescens</i> (Less.) Cabrera	3	0,34	0,59	0,12	0,35
Celastraceae	<i>Maytenus aquifolia</i> Mart.	14	1,59	1,95	0,63	1,39
	<i>Maytenus evonymoides</i> Reissek	11	1,25	1,76	0,25	1,08
Cunoniaceae	<i>Lamanonia ternata</i> Vell.	6	0,68	0,98	0,18	0,61
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	4	0,45	0,78	0,76	0,67
Euphorbiaceae	<i>Sapium glandulosum</i> (L.) Morong	5	0,57	0,98	0,17	0,57
	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	36	4,08	4,49	0,70	3,09
	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L.B.Sm...	3	0,34	0,59	0,08	0,34
Fabaceae	<i>Inga vera</i> Willd.	3	0,34	0,59	0,15	0,36
	<i>Lonchocarpus campestris</i> Mart. ex Benth.	4	0,45	0,20	0,21	0,28
	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	10	1,13	0,98	0,39	0,83

TABELA 2: Continuação

Lauraceae	<i>Cryptocarya aschersoniana</i> Mez	4	0,45	0,78	0,67	0,64
	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	5	0,57	0,98	0,16	0,57
	<i>Ocotea indecora</i> (Schott) Mez	1	0,11	0,20	0,02	0,11
	<i>Ocotea puberula</i> (Rich.) Nees	4	0,45	0,59	1,17	0,74
	<i>Ocotea pulchella</i> (Nees) Mez	10	1,13	1,56	0,64	1,11
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.	45	5,1	5,08	2,59	4,26
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	3	0,34	0,59	0,14	0,35
Myrsinaceae	<i>Myrsine coriacea</i> (Sw.) R.Br.	1	0,11	0,20	0,03	0,11
	<i>Myrsine laetevirens</i> (Mez) Arechav.	1	0,11	0,20	0,02	0,11
	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	9	1,02	1,56	0,30	0,96
Myrtaceae	<i>Acca sellowiana</i> (O.Berg) Burret	8	0,91	0,59	0,16	0,55
	<i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth) O. Berg	48	5,44	6,64	1,52	4,53
	<i>Campomanesia rhombea</i> O.Berg	8	0,91	1,56	0,18	0,88
	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O.Berg	28	3,17	3,32	1,03	2,51
	<i>Eugenia involucrata</i> DC.	10	1,13	1,76	0,31	1,07
	<i>Myrceugenia cucullata</i> D.Legrand	13	1,47	2,54	0,29	1,43
	<i>Myrcia oligantha</i> O.Berg	3	0,34	0,59	0,05	0,33
	<i>Myrcianthes gigantea</i> (D.Legrand) D.Legrand	3	0,34	0,59	0,09	0,34
	<i>Myrrhinium atropurpureum</i> Schott	2	0,23	0,39	0,04	0,22
Podocarpaceae	<i>Podocarpus lamberti</i> Klotzsch ex Endl.	8	0,91	1,37	0,36	0,88
Proteaceae	<i>Roupala brasiliensis</i> Klotzsch	1	0,11	0,20	0,05	0,12
Rhamnaceae	<i>Scutia buxifolia</i> Reissek	15	1,7	1,37	0,56	1,21
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	4	0,45	0,78	0,15	0,46
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> Lam.	11	1,25	1,76	0,34	1,12
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	1	0,11	0,20	0,02	0,11
	<i>Casearia decandra</i> Jacq.	69	7,81	8,59	1,82	6,08
	<i>Casearia obliqua</i> Spreng.	4	0,45	0,78	0,11	0,45
	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer	11	1,25	1,95	0,28	1,16
	<i>Xylosma tweedianum</i> (Clos) Eichler	2	0,23	0,20	0,08	0,17
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. et al.) Radlk.	2	0,23	0,39	0,04	0,22
	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	4	0,45	0,78	0,08	0,44
	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.	9	1,02	1,56	0,55	1,04
Simaroubaceae	<i>Picramnia parvifolia</i> Engl.	1	0,11	0,20	0,02	0,11
Solanaceae	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	4	0,45	0,78	0,07	0,44
	Cipós	3	0,34	0,59	0,09	0,34
	Morta	33	3,74	5,08	1,91	3,57
TOTAL		883	100	100	100	100

Em que: DR = densidade relativa; FR = frequência relativa; DoR = dominância relativa; IVI = Índice de valor de importância.

Distribuição de frequência balanceada

A distribuição do número de árvores por hectare por classe de diâmetro, com amplitude de 10,0 cm, seguiu a distribuição em “J-invertido” (Figura 1), que é típica das florestas naturais inequidâneas, onde a maior frequência de indivíduos se encontra nas classes de diâmetros menores, uma vez que, aproximadamente 76,8% dos indivíduos estão concentrados nas duas primeiras classes de diâmetro ($10 \geq 20$ e $20 \geq 30$). Para Longhi (1980), esse tipo de distribuição garante que o processo dinâmico da floresta se perpetue, pois a súbita ausência de indivíduos dominantes dará lugar para as chamadas “árvores de reposição”.

Na Figura 1 também está sendo representada a frequência estimada por classe de diâmetro obtida através da equação de Meyer, expressa por: $\ln N_i = 6,53508 - 0,05443 \cdot d_i$, confirmando a tendência exponencial negativa. Essa equação apresentou um bom ajuste com um coeficiente de determinação igual a 0,86.

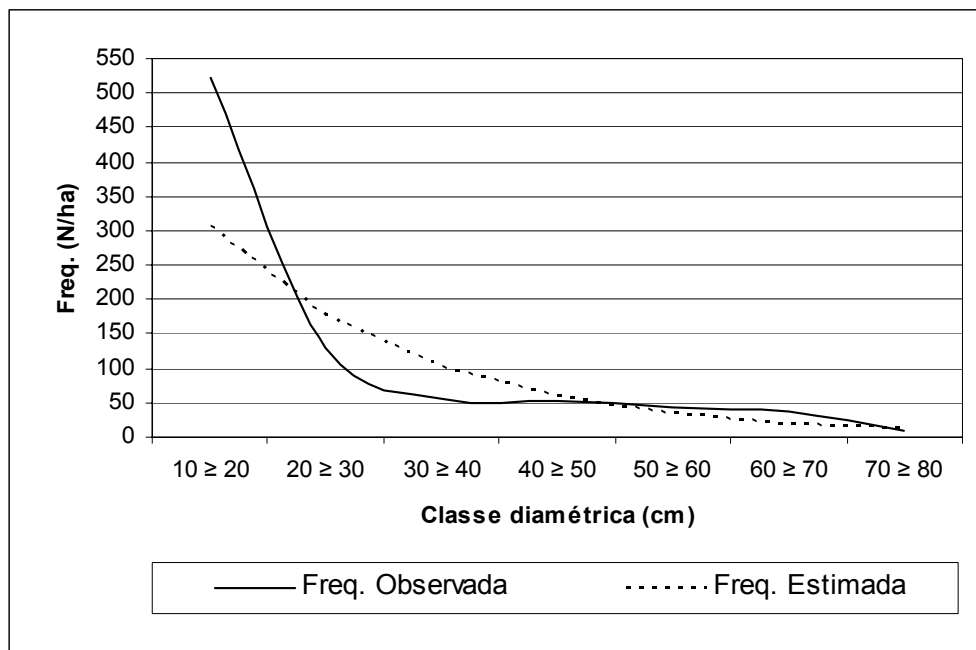


FIGURA 1: Distribuição de frequência por classe diamétrica observada e estimada para as árvores com DAP \geq 10,0cm. FLONA de São Francisco de Paula, 2007.

O valor do Quociente de Liocourt (q), calculado pela divisão do número de indivíduos de uma classe diamétrica pelo número de indivíduos da classe anterior, foi de 1,7234, valor este considerado normal para esta tipologia florestal. Este valor aproxima-se ao valor de 1,88 encontrado para a Floresta Nacional de Passo Fundo – RS, por Schneider & Finger (2000).

Volume comercial com casca

A floresta apresentou um volume comercial com casca de 462,14 m³.ha⁻¹, correspondente a uma área basal de 53,89 m².ha⁻¹. Desse total, a *Araucaria angustifolia* contribui com 77,73% da área basal e com 86,86% do volume comercial com casca da floresta, pois além de apresentar maior porte que as demais espécies, também é bastante abundante. Analisando apenas as espécies folhosas verificou-se uma área basal de 12,0 m².ha⁻¹ e um volume de 60,72 m³.ha⁻¹, sendo que mais de 54% desse volume é constituído apenas por seis espécies: *Ilex brevicuspis*; *Luehea divaricata*; *Casearia decandra*; *Ocotea puberula*; *Blepharocalyx salicifolius* e *Ilex paraguariensis*.

Pode-se observar na Figura 2 que as espécies folhosas e a conífera *Araucaria angustifolia* apresentam comportamentos opostos na distribuição volumétrica por classe de diâmetro, sendo que, enquanto as folhosas diminuem seu volume com o aumento da classe diamétrica, a *Araucaria* aumenta gradativamente seu volume. Verifica-se também que os maiores volumes estão concentrados nas classes médias e superiores de diâmetro (40 \geq 50; 50 \geq 60 e 60 \geq 70), representando 73,33% do volume comercial com casca por hectare. Este fato é devido a presença de *Araucarias* de grande porte nestas classes, uma vez que a última classe diamétrica (70 \geq 80), com apenas 8 indivíduos, apresentou um volume de 37,4 m³.ha⁻¹, contrastando com a terceira classe (30 \geq 40), que com 43 indivíduos, contribuiu com um volume de 36,6 m³.ha⁻¹.

Em relação à análise estatística dos dados obtidos no inventário da floresta em estudo, foi possível verificar uma estimativa do volume comercial médio com casca de 434,29 m³.ha⁻¹ e um erro de amostragem, com 95% de confiança, de 10,9%, considerado aceitável em se tratando de uma floresta nativa.

Qualidade da madeira

Na Figura 3, constata-se que a grande maioria do volume comercial com casca encontrado na floresta pertence a fustes de ótima qualidade, sendo que 80,9% enquadram-se nessa classe. Esse fato ressalta a alta importância comercial que a floresta em estudo apresenta. Os fustes de média qualidade ocupam 14,9%, os fustes de qualidade regular possuem 3,9% e os fustes inaproveitáveis ocupam apenas 0,3% do volume comercial com casca da floresta. Em um exemplo didático de manejo em floresta inequívoca heterogênea, na Floresta Nacional de Passo Fundo - RS, Schneider & Finger (2000) classificaram as árvores por classe de qualidade do fuste em boa, média e má qualidade, encontrando

79,37% do volume comercial com casca sendo considerado com fustes de boa qualidade, 11,70% com fustes de média qualidade e 8,93% de má qualidade.

A *Araucaria angustifolia* mostrou ser a espécie de maior valor comercial, possuindo 99,4% do volume comercial de ótima qualidade (371,86 m³.ha⁻¹). Esta espécie, em termos de densidade, possui 38,0% do total do número de árvores.

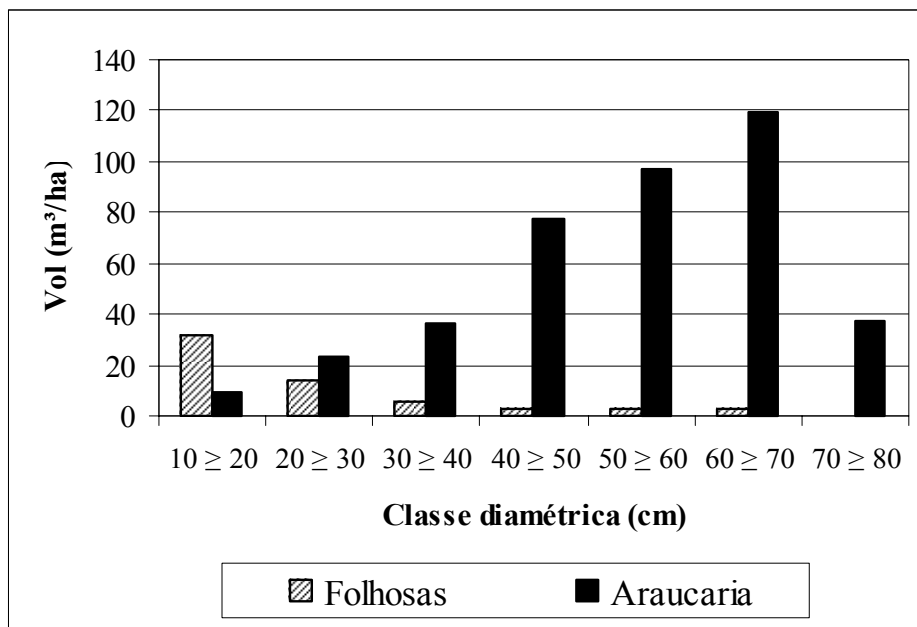


FIGURA 2: Distribuição do volume comercial com casca/ha por classe de diâmetro para as espécies folhosas e para a *Araucaria angustifolia*. FLONA de São Francisco de Paula, 2007.

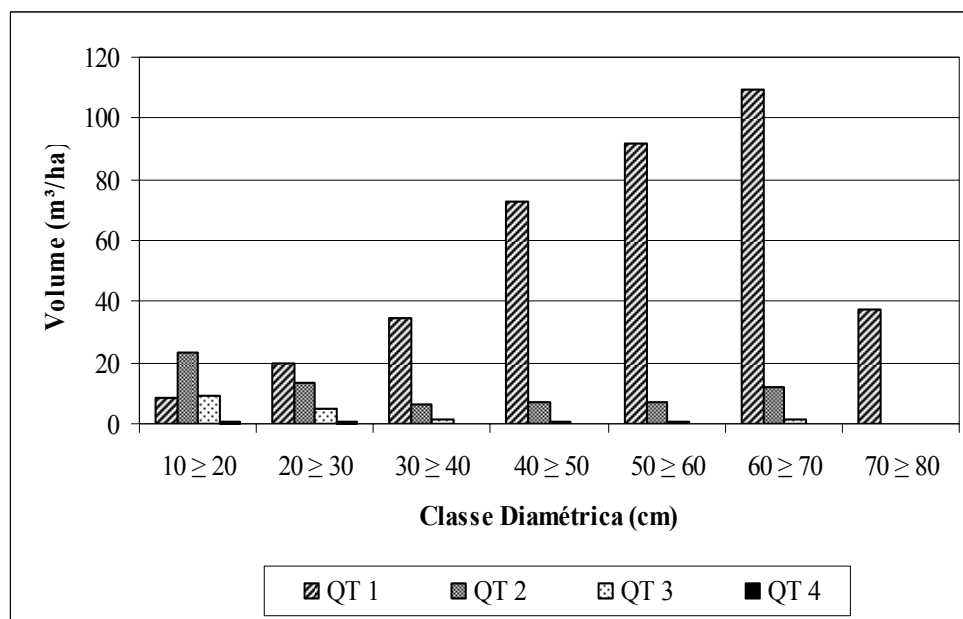


FIGURA 3: Distribuição do volume comercial com casca/ha por classe de diâmetro em relação a qualidade do fuste. FLONA de São Francisco de Paula, 2007.

CONCLUSÕES

Foram encontrados no remanescente de Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula 883 indivíduos/ha, distribuídos em 51 espécies, pertencentes a 40 gêneros e 24 famílias botânicas. As famílias que apresentaram maior riqueza foram Myrtaceae, Lauraceae e Salicaceae. A *Araucaria angustifolia* foi a espécie mais importante no hectare levantado, apresentando um IVI de 43,86%.

O ajuste da frequência através da Função de Meyer apresentou uma constante regulativa (q) de 1,7234,

considerado normal para o tipo florestal.

O volume comercial com casca foi estimado em 462,14 m³.ha⁻¹, correspondente a uma área basal de 53,89 m².ha⁻¹. Desse total, uma única espécie, a conífera *Araucaria angustifolia* contribuiu com 86,86% do volume comercial com casca da floresta. As demais espécies folhosas obtiveram uma área basal de 12,0 m².ha⁻¹ e um volume de 60,72 m³.ha⁻¹.

A floresta em estudo apresenta alta importância comercial, pois 80,9% do volume comercial com casca enquadram-se na qualidade de fuste ótima, ou seja, fustes retos, cilíndricos, sem defeitos internos aparentes. A *Araucaria angustifolia* possui 99,4% do volume comercial de ótima qualidade (371,86 m³.ha⁻¹), mostrando o altíssimo valor comercial da floresta, uma vez que a madeira dessa espécie possui valor nobre.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Inventário Florestal Nacional: Florestas Nativas do Rio Grande do Sul**. Brasília: Edit. Gráfica Brasileira Ltda., FATEC. 1983. 345p.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. Colombo: EMBRAPA-CNPQ; Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
- CHICHORRO, J. F. **Análise estrutural e econômica de multiprodutos de madeira em florestas naturais**. 2000. 241 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2000.
- CIENTEC. **Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas**. Viçosa - MG: Cientec, 2006.
- LOETSCH, F.; ZOHRER, F.; HALLER, K. E. **Forest Inventory**. Bonn: [s.n.], 1973. 469p.
- LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil**. Curitiba: UFPR, 1980. 198p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal). Universidade Federal do Paraná, 1980.
- MEYER, H. A. Structure, growth, and drain in balanced uneven-aged forests. **Journal of Forestry**, v.50, p.85-92, 1952.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42p.
- NASCIMENTO, A. R. T.; LONGHI, S. J.; BRENA, D. A. Estrutura e padrões de distribuição espacial de espécies arbóreas em uma amostra de floresta ombrófila mista em Nova Prata,RS. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.1, p.105-119, 2001.
- SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G. **Manejo sustentado de florestas inequidâneas heterogêneas**. Santa Maria: UFSM, 2000. 195 p.
- SEMA/UFSM-RS. Governo do Estado. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Relatório Final do Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, 2001. 706p. v.1, 2.
- SOUZA, D. R. **Sustentabilidade ambiental e econômica do manejo em floresta ombrófila densa de terra firme, Amazônia Oriental**. Viçosa: UFV, 2003. 123 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, 2003.
- SOUZA, A. L.; JESUS, R. M. **Distribuição diamétrica de espécies arbóreas da Floresta Atlântica: análise de agrupamento**. Viçosa, SIF, 1994. 30 p.
- SOUZA, D. R. *et al.* Análise estrutural em floresta ombrófila densa de terra firme não explorada, Amazônia Oriental. **Revista Árvore**, Viçosa, v.30, n.1, p.75-87, 2006.
- STRECK, E. V. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS, UFRGS, 2002. 107p.

**EFEITO DA DECOMPOSIÇÃO DE PARÂMETROS NA RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA
Toona ciliata var. *australis* F.Muell.**

**EFFECT OF PARAMETERS DECOMPOSITION IN THE HIPSOMETRIC RELATIONSHIP FOR
Toona ciliata var. *australis* F.Muell.**

Samuel de Pádua Chaves e Carvalho¹ Mariana Peres de Lima² Natalino Calegario³
Nory Daniel de Carvalho Erazo⁴ Romulo Barbosa Veloso⁵

RESUMO

Este trabalho tem como objetivo avaliar modelos lineares e não lineares na estimativa da altura de *Toona ciliata* var. *australis* e avaliar o efeito da inserção de covariantes nos mesmos. Foram utilizados os modelos linear simples, parabólico, logístico e o assintótico, todos na sua forma original e modificada com decomposição de parâmetros. Os modelos foram avaliados através do erro padrão da estimativa (S_{yx}), Bias (B), Critério de Informação de Akaike (AIC), análise gráfica dos resíduos e dos ajustes na base de dados. Com base nestas avaliações, pode-se concluir que o modelo logístico modificado é o que melhor se ajusta aos dados, seguido do assintótico modificado e, por último, o linear simples. Concluindo também que há uma tendência de não linearidade na relação diâmetro altura.

Palavras-chave: Decomposição de parâmetros, Relação Hipsométrica, *Toona ciliata*

ABSTRACT

This work aimed to evaluate non-linear and linear models in estimating the height of *Toona ciliata* var. *australis* and evaluate the inclusion of covariates in the model. It was used the simple linear model, the parabolic model, the logistical and asymptotic, all of them in original form, and modified with parameter decomposition. The models were evaluated using standard error of estimate, Bias, Akaike information criterion, residual analysis and adjust in the database. Conclude that the modified logistic model was the best in fitting the database, followed by the asymptotic modified. We conclude that there is non-linear tendency in the relationship diameter-height.

Key words: Parameters Decomposition, Hipsometric Relationship, *Toona ciliate*

INTRODUÇÃO

Existe uma relação direta entre o diâmetro e altura das árvores, sendo esta relação definida como relação hipsométrica. Para um florestal esta relação é de grande interesse, pois altura é uma variável de difícil obtenção. A maneira mais comum de obtenção desta variável, quando se trata de plantios florestais, é de forma indireta, com uso de aparelhos, como hipsômetro por exemplo, dificultando ainda mais sua obtenção.

Em inventário florestal é comum medir os diâmetros a 1,30m do solo (DAP) de todas as árvores da unidade amostral e a altura de algumas delas. Estes pares de diâmetro e altura formam a base de dados para se proceder o ajuste de modelos. O conjunto desses dados é utilizado para se ajustar um modelo estocástico de altura em função do diâmetro, o qual será usado para estimar as alturas das demais árvores da parcela. Esta modelagem torna os trabalhos de inventários mais práticos e econômicos.

Com o avanço da informática e visto que a variável altura pode ser estimada é necessário que se faça escolha de um bom modelo que represente bem a realidade dos dados, pois se trata de estimativas que poderão afetar diretamente outras variáveis de interesse, como o volume.

Diante deste contexto o presente trabalho tem como objetivo avaliar modelos lineares e não lineares na sua forma original e modificada, com decomposição de parâmetros na relação hipsométrica de *Toona ciliata* (cedro australiano).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Espécie *Toona ciliata*

1. Mestrando em Engenharia Florestal, UFLA, Campus Universitário Caixa postal 3037, Lavras-MG.

2. Mestranda em Engenharia Florestal, UFLA, Campus Universitário Caixa postal 3037, Lavras-MG.

3. Prof. do Depto de Ciências Florestais, UFLA, Campus Universitário Caixa postal 3037, Lavras-MG.

4. Mestrando em Engenharia Florestal, UFLA, Campus Universitário Caixa postal 3037, Lavras-MG.

5. Doutorando em Engenharia Florestal, UFLA, Campus Universitário Caixa postal 3037, Lavras-MG.

Pertencente a família Meliaceae, a espécie *Toona ciliata* tem uma distribuição muito ampla de suas variedades. Especificamente a var. *australis* tem uma distribuição natural no leste da Austrália, desde Ulladulla, ao sul de Sydney (GRIJMA & RAMALHO, 1969). O mesmo autor diz que na introdução de Meliaceae exóticas em países tropicais de diferentes continentes nota-se que algumas das espécies tendem a serem menos atacadas por *Hypsipyla* nativas, sendo esta uma importante praga da família das meliáceas.

Em relação a informações silviculturais, LETOURNEUX, citado por GRIJMA & RAMALHO (1969), recomenda um espaçamento de 2,0 x 2,0 m, mas estes mesmo autores em Turrialba recomendam um espaçamento mais amplo, por exemplo 2,5 x 2,5, devido a alta competição inicial. Ao avaliar crescimento na Ásia tropical, estes mesmos autores concluem que aos 22 anos a espécie teria uma altura e diâmetro médio de 19 m e 55 cm de circunferência respectivamente. No Hawaii esta espécie é tida como prometedora, podendo alcançar de 30-36 m de altura e diâmetros de até 55 cm aos 22 anos.

No Brasil, avaliações ainda estão sendo feitas pois se tratar de plantios muitos recentes, mas o que se tem observado é que se conduzida de forma adequada, torna-se uma espécie prometedora devido ao seu rápido crescimento e também por se tratar de uma espécie resistente à sua principal praga, a *Hypsipyla*.

Modelos Lineares

Modelos lineares são definidos como modelos que se encontram na forma aditiva dos parâmetros. Os modelos lineares podem assumir as seguintes formas: modelos lineares simples e modelos lineares múltiplos.

a) Simples

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon_i$$

b) Múltiplos

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \varepsilon_i$$

Em que: Y_i = variável dependente; x_i = variável independente; $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ = parâmetros da regressão; ε_i = erro da estimativa.

Segundo Pires (2004), para um modelo de regressão linear, as estimativas dos parâmetros não são tendenciosas, são normalmente distribuídas e têm uma possível variância mínima dentro de uma classe de estimadores conhecidos como estimadores regulares. Esta possível variância mínima é também chamada de limite mínimo da variância. Estas propriedades são geralmente aceitas para maioria das características desejáveis dos estimadores que, apesar de não serem tendenciosos, têm baixa “eficiência” devido as suas variâncias excederem aqueles dos estimadores dos mínimos quadrados (RATKOWSKY, 1989).

Caldeira, *et al.* (2002), ao avaliarem 19 modelos na relação hipsométrica para *Acacia mearnsii*, com diferentes idades, entre eles um modelo não linear de Chapman-Richards, concluíram que o modelo que melhor se ajusta para tal situação foi o logaritimizado $\log H = \beta_0 + \beta_1 \frac{1}{D} + \beta_2 \frac{1}{I} + \beta_3 \frac{1}{D} I$ com base nas estatísticas de coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa, coeficiente de variação, índice de Furnival e teste de “F”.

Modelos não lineares

Draper e Smith (1981) classificam modelos não lineares como aqueles que possuem seus parâmetros na forma não linear. Estes podem ser classificados como linearizáveis e não linearizáveis.

Linearizável:

$$Y_i = \beta_0 * x_i^{\beta_2} + \varepsilon_i$$

Sendo sua forma linearizada expressa como:

$$\ln Y_i = \ln \beta_0 + \beta_2 \ln x_i + \ln \varepsilon_i$$

Não linearizável:

$$Y_i = \frac{\beta_1}{1 + \exp\left(\frac{\beta_2 - x_i}{\beta_3}\right)} + \varepsilon_i$$

Ratkowsky (1989) ressalta que os modelos de regressão não lineares diferem dos modelos lineares devido aos estimadores do quadrado médio de seus parâmetros não serem tendenciosos, não apresentarem distribuição normal e a variância mínima. Os estimadores alcançam estas propriedades somente assintoticamente, com uma amostra de tamanho próximo ao infinito. Alguns modelos de regressão não-lineares têm estimadores que são “pessimamente” tendenciosos, com altíssima assimetria, distribuição não normal de “calda longa” e com uma variância que excede grandemente o limite mínimo.

Horle *et al.*(2003), ao avaliarem acurácia de modelos linear e não linear na estimativa do perfil de *Pinus oocarpa*, verificaram que o modelo não linear logístico é o mais acurado com base nas estatísticas de critério de informação de Akaike (AIC), critério de informação Bayesiano (BIC), teste da razão da máxima verossimilhança (TRMV), erro padrão da estimativa e gráfico de resíduos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da Área

Á área de estudo pertence à Fazenda Bela Vista Florestal, localizada no município de Campo Belo – MG. A área está dividida em 4 talhões experimentais, com diferentes idades. O clima da região é classificado como CWa, no sistema Köppen, com inverno seco e médias anuais de precipitação e temperatura de 1530 mm e 22 °C, respectivamente.

Coleta e análise dos dados

Foram amostradas 5 parcelas distribuídas nos 4 talhões, mensurando-se diâmetro a 1,30m do solo (DAP) de todas as plantas e altura total de forma alternada nas linhas de plantio. As parcelas possuem áreas e espaçamentos diferentes. As análises dos dados foram feitas através do software estatístico R, com auxílio do pacote nlme.

TABELA 1: Caracterização dos dados coletados

Talhão	Área Talhão (ha)	Parcela	Idade	Espaçamento	n	N
1	1,07	1	3,34	3x2	74	1667
2	4,38	2	3,34	3x3,5	96	952
2	4,38	3	3,34	3x3,5	100	952
3	0,46	4	4,40	3x3,5	26	952
4	0,57	5	2,41	3x2,5	51	1333

Modelos avaliados

Lineares

$$H_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \varepsilon_i$$

$$H_i = (\beta_0 I_{2.41} + \beta_{01} I_{3.34} + \beta_{02} I_{4.4}) + \beta_1 DAP_i + \varepsilon_i$$

$$H_i = \beta_0 + \beta_1 DAP_i + \beta_2 DAP_i^2 + \varepsilon_i$$

$$H_i = (\beta_0 I_{2.41} + \beta_{01} I_{3.34} + \beta_{02} I_{4.4}) + \beta_1 DAP_i + \beta_2 DAP_i^2 + \varepsilon_i$$

Sendo: H_i = altura da i-ésima árvore medida, em m; β_{is} = parâmetros a serem estimados; $I_{2.41}, I_{3.34}, I_{4.4}$ = idades a 2,41, 3,34 e 4,4 anos respectivamente; DAP_i = diâmetro a 1,30m do solo em cm; ε_i = erro aleatório.

Não Lineares

- Logístico

$$H_i = \frac{\beta_1}{1 + \exp\left(\frac{\beta_2 - DAP_i}{\beta_3}\right)} + \varepsilon_i$$

- Logístico modificado

$$H_i = \frac{\beta_{10} I_{2.41} + \beta_{11} I_{3.34} + \beta_{12} I_{4.4}}{1 + \exp\left(\frac{\beta_2 - DAP_i}{\beta_3}\right)} + \varepsilon_i$$

- Assintótico

$$H_i = \beta_1 + (\beta_2 - \beta_1)\exp(-\exp(\beta_2)DAP_i) + \varepsilon_i$$

- Assintótico modificado

$$H_i = (\beta_{10}I_{2,41} + \beta_{11}I_{3,34} + \beta_{12}I_{4,4}) + (\beta_2 - (\beta_{10}I_{2,41} + \beta_{11}I_{3,34} + \beta_{12}I_{4,4}))\exp(-\exp(\beta_2)DAP_i) + \varepsilon_i$$

Precisão dos modelos

Erro padrão da estimativa em porcentagem

$$S_{yx} = \frac{\left(\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n-p}} \right)}{\bar{Y}} * 100$$

Em que: S_{yx} = erro padrão da estimativa (%); Y = altura observada (m); \hat{Y} = altura estimada pelo modelo (m); n = número de observações; p = número de parâmetros.

Bias (B)

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n Y_i - \sum_{i=1}^n \hat{Y}_i}{n}$$

Critério de informação de Akaike (AIC)

$$AIC = -2 * \ln(mv) + 2p$$

Em que: \ln = logaritmo neperiano; mv = máxima verossimilhança; p = número de parâmetros do modelo

Quanto menor o valor de AIC melhor o modelo avaliado.

Também foi feita análise gráfica dos resíduos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se as estimativa dos parâmetros para os diferentes modelos ajustados e os valores de t de student (tc).

Analisando os resultados da tabela 2, verifica-se que apenas o parâmetro β_{02} dos modelos 2 e 4 foram não significativos, podendo assumir para estes 2 modelos valores iguais para β_0 e β_{02} . Para os outros modelos todos os parâmetros apresentaram significância, sendo imprescindível sua utilização no modelo.

Análise gráfica dos resíduos

Verifica-se que os modelos não lineares apresentaram uma melhor distribuição gráfica dos resíduos. Há uma maior tendência de sub estimativas, principalmente para valores menores de DAP. Observa-se também que quando inserida covariantes nos modelos os resíduos ficam melhor distribuídos, reduzindo, portanto, os erros de sub ou super estimativas.

TABELA 2: Estimativa dos parâmetros para os diferentes modelos ajustados e os valores de *t* de student (*tc*).

Modelo	Descrição	Estimativa dos Parâmetros				
		β_0	β_{01}	β_{02}	β_1	β_2
1	Estimativa	2,86583	---	---	0,51756	---
	tc	7,951*	---	---	17,178*	---
2	Estimativa	1,63424	1,49445	0,22824	0,52579	
	tc	4,312*	5,496*	0,542 ^{ns}	16,250*	
3	Estimativa	-2,057704	---	---	1,388193	-0,03557
	tc	-2,391*	---	---	9,709*	-6,208*
4	Estimativa	-1,869684	1,314727	0,597757	1,180966	-0,027531
	tc	-2,259*	5,003*	1,456 ^{ns}	8,288*	-4,710*
5	Estimativa	11,7299	---	---	7,0741	3,3481
	tc	28,362*	---	---	25,069*	8,314*
6	Estimativa	10,248725	2,109912	1,306104	6,995038	3,820585
	tc	16,770338*	5,248247*	2,626163*	18,303501*	7,349841*
7	Estimativa	13,131	---	---	-4,9484	-2,0222
	tc	14,817*	---	---	-2,178*	-10,114*
8	Estimativa	12,3288	2,288162	1,18252	-2,328643	-2,278347
	tc	9,515714*	4,17158*	2,126734*	-1,303536*	-8,66956*

Onde: 1-Linear Simples; 2-Linear modificado; 3-Parabólico; 4-Parabólico modificado; 5-Logístico; 6-Logístico modificado; 7-Assintótico; 8-Assintótico modificado; *valores significativos a 95% de confiança

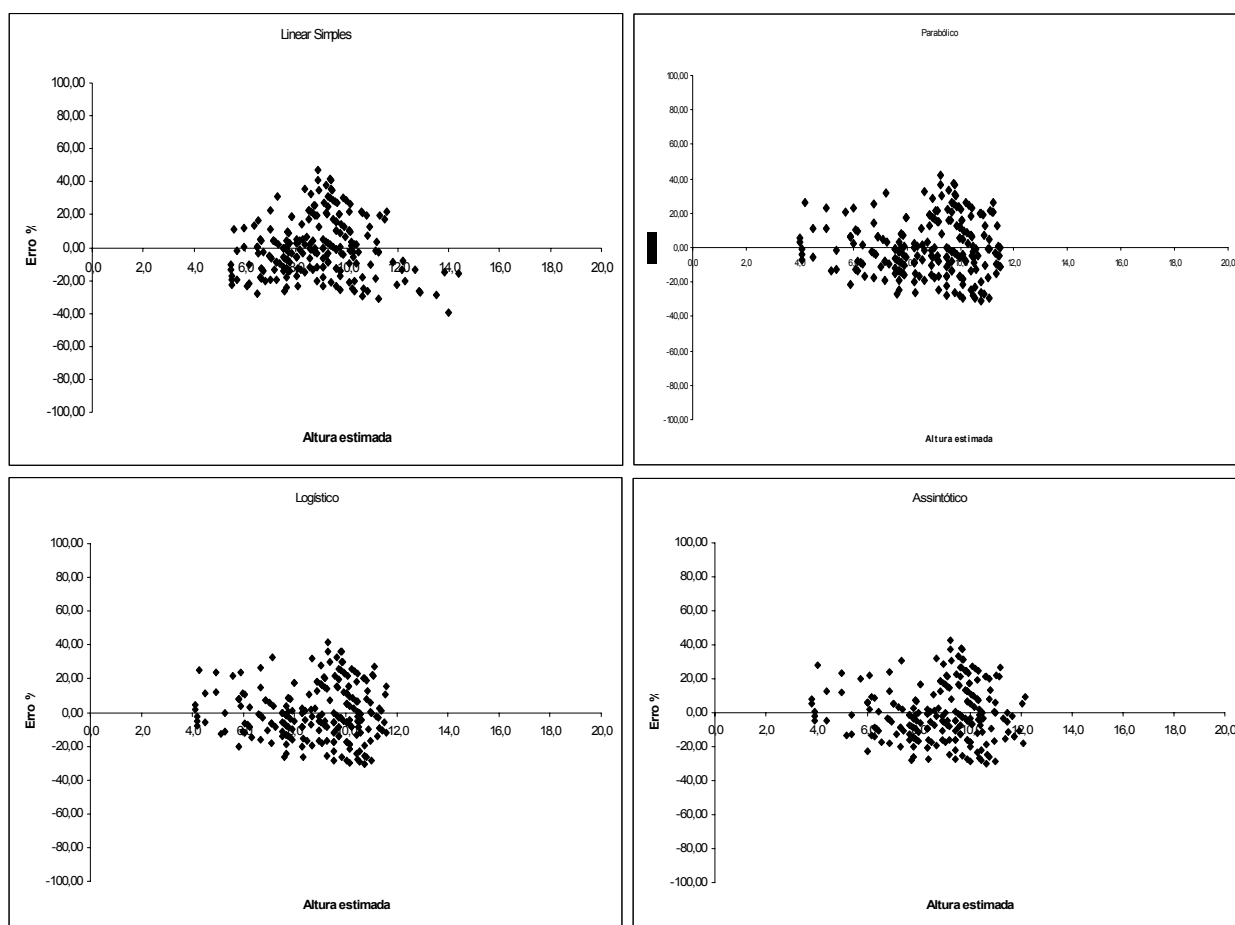


FIGURA 1: Análise gráfica de resíduos dos 8 modelos ajustados

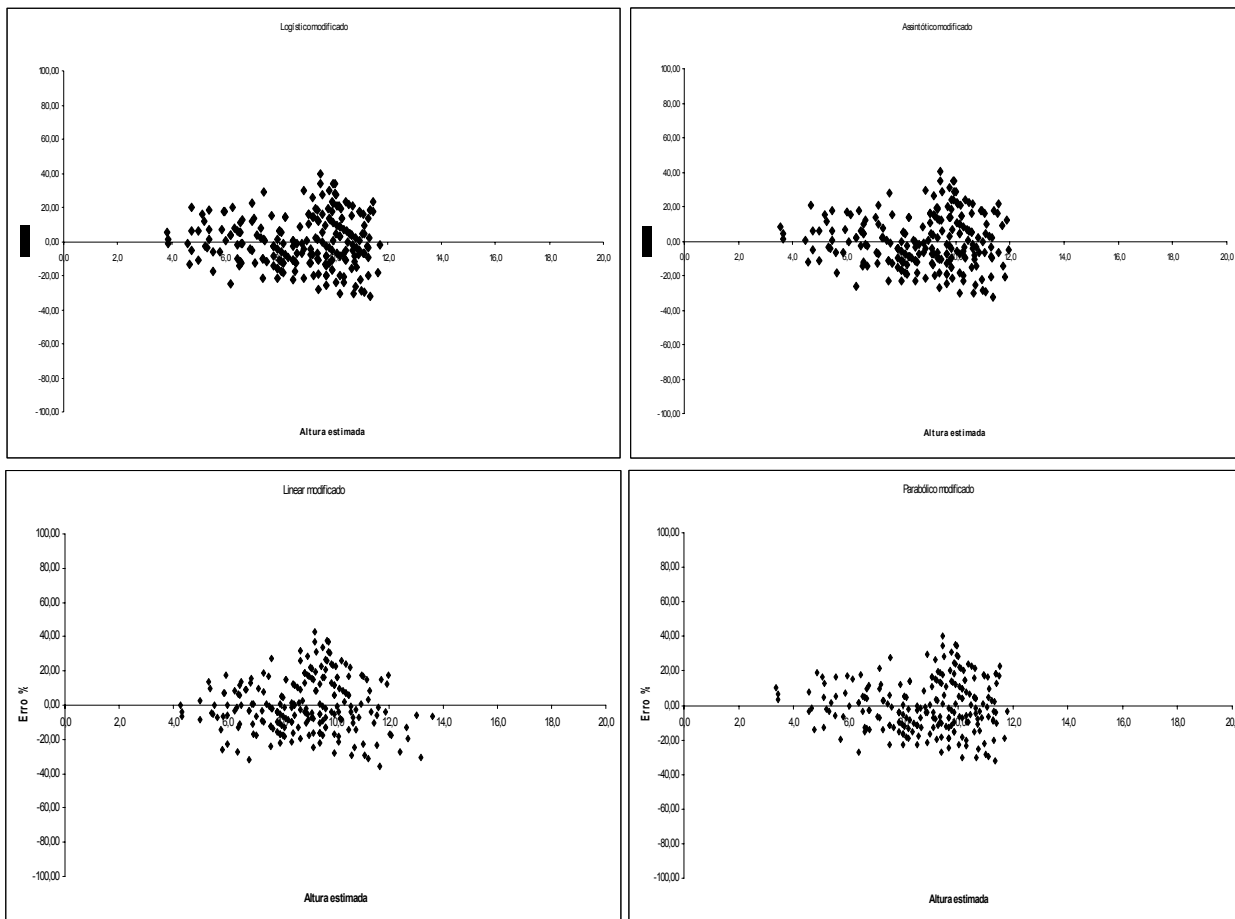


FIGURA 1: Continuação

Estatísticas obtidas

Na Tabela 3 encontram-se as estatísticas dos modelos ajustados.

TABELA 3: Estatísticas dos ajustes dos modelos

Modelo	Syx(%)	B	AIC
Linear simples	17,08	0,0058	844,0292
Linear modificado	15,65	-0,0042	806,0896
Parabólico	15,82	-0,0043	809,9579
Parabólico modificado	14,96	-0,0043	786,4615
Logístico	15,73	-0,0014	807,0570
Logístico modificado	14,78	-0,0019	780,5045
Assintótico	15,93	-0,0043	813,0309
Assintótico modificado	14,89	-0,0042	784,1945

Fazendo um “ranking” dos resultados obtidos pelas estatísticas Syx e AIC, verifica que o melhor modelo ajustado é o logístico modificado, seguido do assintótico modificado e, por fim, o linear simples. Tal interpretação já pode ser observada na análise dos gráficos de resíduos. Em relação ao viés, o modelo logístico é o que apresenta menos viés nas estimativas.

Estes gráficos (Figura 2) têm como objetivo demonstrar o efeito da adição de co-variantes nos modelos, fazendo com que as curvas se desloquem na base de dados conforme a idade, pois espera-se que em idades menores as plantas tenham menores valores de DAP’s e alturas, reduzindo, portanto, o erro nos ajustes.

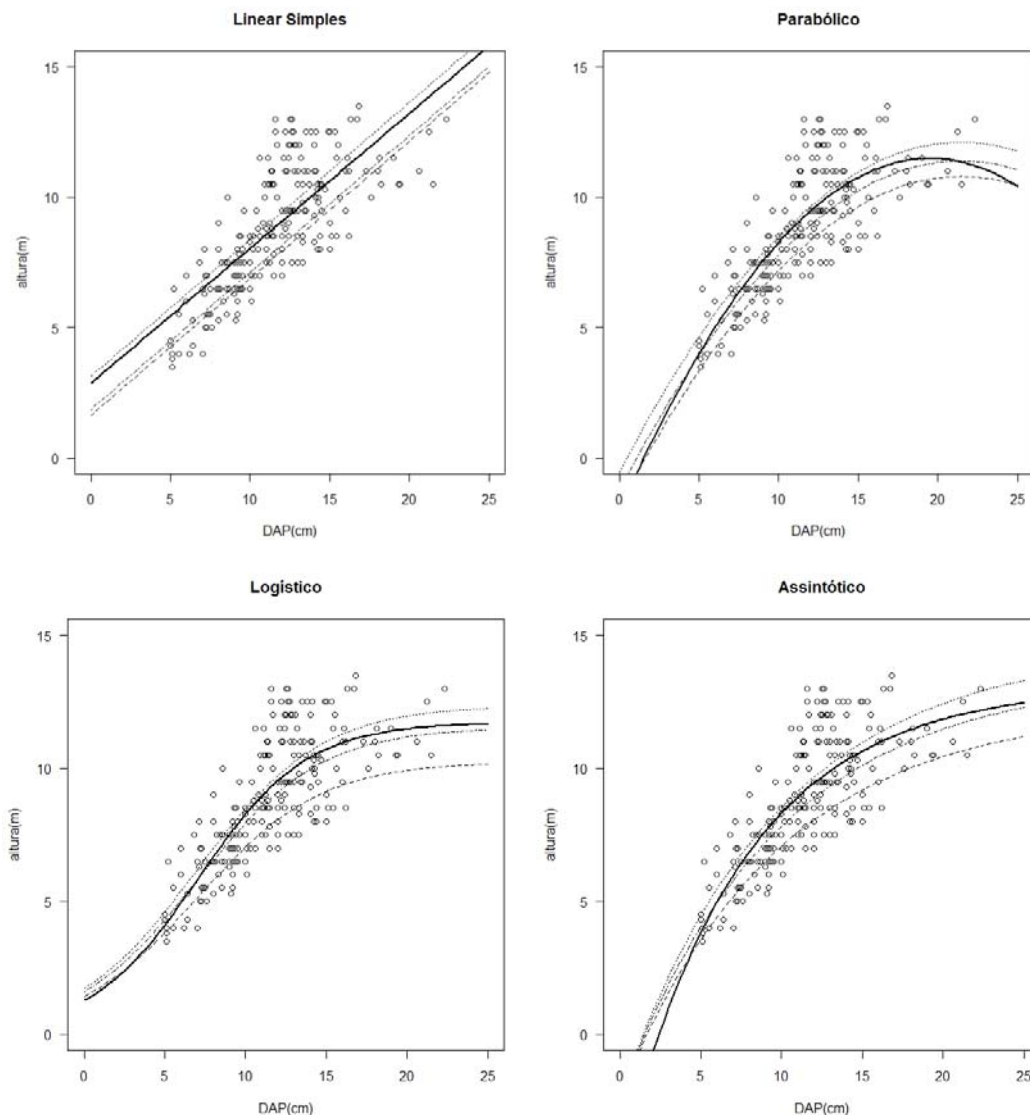


FIGURA 2: Análise dos modelos nos dados na sua forma original e modificada

CONCLUSÕES

Verifica-se uma tendência não linear na relação diâmetro-altura, fato este explicado pelas melhores estatísticas nos ajustes dos modelos não lineares.

A adição de covariantes nos modelos fez com que o erro no ajuste fosse reduzido. A idade como covariante é apenas uma variável capaz de controlar as variações ocorridas, pois espera-se que em idades menores as plantas tenham, em média, menores valores de altura e diâmetro e a adição das covariantes torna as curvas capazes de deslocar na base de dados.

A espécie cedro australiano é uma espécie prometedora desde que bem manejada, mas seus estudos no Brasil estão em fase inicial.

AGRADECIMENTOS

A Fazenda Bela Vista Florestal, localizada no município de Campo Belo – MG, pela colaboração na obtenção dos dados e realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; SCHEEREN, L. W. *et al.* Relação Hipsométrica para *Acacia mearnsii* com diferentes idades. In: Boletim de Pesquisa Florestal, 45., 2002, Colombo: EMBRAPA, 2002, p.57-68.

DRAPER, N. R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. New York. John Wiley. 1981, 2º ed.; 701p.

GRIJPM, P.; RAMALHO, R. *Toona* spp., posibles alternativas para El problema Del barrenador *Hypsipyla grandella* de las Meliaceae en América Latina. **Turrialba**, Turrialba, vol. 19, n. 4, p. 531-547, 1969.

HORLE, D.C. **Avaliação de modelo linear e não linear na estimativa do perfil de *Pinus oocarpa***. Lavras: UFLA, 2003. 34p. Monografia (Graduação em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 2003.

PIRES, L. M.; **Ajuste e diagnostico de modelos estocásticos lineares e não lineares para descrição do perfil longitudinal de árvores**; Lavras: UFLA, 2004; 127p. (Dissertação- Mestrado Eng. Florestal).

RATKOWSKY, D. A. **Handbook of nonlinear regression models**. New York and Basel: Marcel Dekker, 1989. 241p.

R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

FATORES E QUOCIENTES DE FORMA PARA BRACATINGA (*Mimosa scabrella* BENTHAM)

FORM FACTORS AND FORM QUOTIENTS FOR *Mimosa scabrella* BENTHAM

Sebastião do Amaral Machado¹ Saulo Jorge Téo² Edison Urbano³ Marco Aurélio Figura⁴
Luís César Rodrigues da Silva⁵ Lorena Stolle⁶

RESUMO

O objetivo deste estudo foi determinar e comparar diferentes fatores e quocientes de forma sob diferentes classes diamétricas, classes de altura do fuste e classes de idade para bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) na Região Metropolitana de Curitiba. Foram calculados os fatores de forma natural e artificial, ambos com e sem casca; e os quocientes de forma de Schiffel, Johnson, Girard, Zimmerle, Pollanschütz e os quocientes de forma naturais K0,3, K0,5, K0,7 e K0,9. De acordo com os resultados, os fatores de forma não apresentaram diferenças significativas quando calculados com e sem casca. Os fatores de forma e os quocientes de forma naturais não foram influenciados significativamente pelos diâmetros à altura do peito, exceto o K0,5. Os quocientes de forma artificiais apresentaram valores significativamente diferentes entre as classes de diâmetro. A altura do fuste afetou significativamente todos os fatores e quocientes de forma, exceto o quociente de forma K0,3. De maneira geral, a forma dos fustes de bracatinga piorou com o aumento das suas alturas. O fator e os quocientes de forma artificiais foram influenciados significativamente pela idade, porém isso não aconteceu com o fator e os quocientes de forma naturais. A influência das alturas do fuste sobre os fatores e quocientes de forma foi muito maior do que o DAP ou a idade.

Palavras-chave: Forma do fuste, Bracatingais nativos, Classes diamétricas.

ABSTRACT

The aim of this research was to determine and to compare several form factors and form quotients under different DBH, stem height and age classes for *Mimosa scabrella* Bentham in the Curitiba metropolitan region. Artificial and Hohenadl's form factors were calculated both, over and under bark; and form quotients developed by Schiffel, Johnson, Girard, Zimmerle, Pollanschütz and Hohenadl (K0,3, K0,5, K0,7 e K0,9). The form factors over and under bark didn't present significant differences. The form factors and the Hohenadl's form quotients weren't significantly influenced by DBH classes, except the K0,5. The artificial form quotients presented significant differences between DBH classes. The stem height classes influenced significantly all form factors and form quotients, except the K0,3. In a general way, with the increasing stem height the *Mimosa scabrella*'s stem form became worst. The artificial form factor and form quotients were significantly influenced by the age classes, but this didn't happen with the Hohenadl's form factor and form quotients. The form factors and form quotients were more influenced by stem height than by DBH or age classes.

Key words: Stem form, *Mimosa scabrella* stands, DBH classes.

INTRODUÇÃO

O sistema de manejo da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham) possui características especiais que a tornam uma espécie ideal para ser cultivada em pequenas propriedades rurais da Região Metropolitana de Curitiba. Como algumas dessas características, pode-se citar o rápido crescimento, a possibilidade de associação com espécies agrícolas, a proximidade de centros consumidores de lenha, e de modo geral não demandar tecnologias sofisticadas. Essas características fazem com que a bracatinga possa ser inserida no contexto produtivo da pequena propriedade rural. Esse fato pode ser comprovado pelo cultivo tradicional da bracatinga na região, o qual data desde o início do século XX.

Os bracatingais, como qualquer outra floresta, necessitam de informações acerca de seu estoque e dinâmica, seja para a realização de estudos, ou para a tomada de decisões corretas em tratamentos silviculturais e transações comerciais. Dentre as técnicas utilizadas para estimar o volume individual e descrever a forma dos fustes das árvores, os fatores e quocientes de forma estão entre as mais simples, antigas e eficientes.

¹. Professor Sênior do Curso de Engenharia Florestal da UFPR / Pesquisador 1A do CNPq - Rua Lothário Meissner, 632, CEP: 80210-170, Jardim Botânico – Curitiba – Paraná.

². Mestrando em Engenharia Florestal da UFPR.

³. Mestre em Engenharia Florestal pela UFPR / Engenheiro Florestal da Jari Celulose.

⁴. Mestrando em Engenharia Florestal da UFPR / Engenheiro Florestal da Klabin – Paraná.

⁵. Engenheiro Florestal da STCP Engenharia de Projetos Ltda.

⁶. Mestre em Engenharia Florestal pela UFPR.

Os objetivos deste estudo foram determinar e comparar diferentes fatores e quocientes de forma sob diferentes classes diamétricas, classes de altura do fuste e diferentes classes de idade para bracinga (*Mimosa scabrella* Benth) na Região Metropolitana de Curitiba, contribuindo assim para o estudo da forma e para o desenvolvimento de um método simples e eficiente para obter estimativas do volume dos fustes de árvores dessa espécie.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Scolforo (1994), dentre as alternativas existentes para quantificar ou expressar a forma do fuste de árvores, pode-se considerar: o quociente de forma, o fator de forma, as funções de afilamento, as funções Spline e as curvas de forma de Preussner. O fator de forma é o fator de redução pelo qual o produto da área transversal e altura da árvore (volume do cilindro de referência) tem que ser multiplicado para obter-se o volume da árvore (LOETSCH et al. 1973).

Enquanto o fator de forma não é diretamente mensurável, o quociente de forma, a relação entre dois diâmetros medidos em diferentes alturas, pode ser obtido diretamente. É uma medida menos precisa que o fator de forma, porém mais fácil de ser obtida, já que não é necessário fazer o abate de árvores. (LOETSCH et al. 1973; SCOLFORO & FIGUEIREDO FILHO, 1993).

Dentre os fatores que afetam a forma da árvore estão: a espécie, idade, desbaste, posição sociológica, espaçamento, podas, herdabilidade e qualidade de sítio. Muitos autores relacionam vários dos fatores que afetam a forma das árvores com o comprimento da copa. O crescimento em diâmetro na base da copa, na altura em que se encontram os primeiros galhos vivos, é maior do que na altura do peito ou na base da árvore. Tal característica faz com que quanto menor o comprimento da copa, mais a árvore se aproxime de um cilindro (LARSON, 1963).

Várias pesquisas foram desenvolvidas ao longo do tempo, visando determinar fatores e quocientes de forma médios para várias espécies. Tanto com finalidade de estimar o volume individual de árvores, como para estudar a forma dos fustes das árvores. Além de relacionar os fatores e quocientes de forma com a idade, diâmetro à altura do peito, altura e espaçamento.

Campos et al. (1993), Peichl (1985) e Souza & Jesus (1991) estudaram a influência de diferentes espécies e de diferentes clones sobre o fator de forma artificial. Todos os três encontraram diferenças significativas entre diferentes espécies, e entre diferentes clones.

Peichl (1985), Machado et al. (1991), Scolforo et al. (1994), Ferreira (1999) e Drescher et al. (2001) estudaram a influência do diâmetro sobre o fator de forma artificial. Todos esses autores encontraram tendência decrescente do fator de forma com relação ao aumento do diâmetro à altura do peito. No entanto, Campos et al. (1993) e Yared et al. (1993) observaram que os fatores de forma artificiais seguiram tendência crescente em relação ao aumento do diâmetro.

Segundo Ferreira (1999), tanto o fator de forma artificial, como o natural, apresentaram tendência crescente com o aumento da idade das árvores de eucalipto. No entanto, Conceição (2004) reportou que o fator de forma artificial não apresentou tendência definida com o aumento da idade.

Friedl (1989) estudou o comportamento do fator de forma natural do tronco de árvores de *Araucaria angustifolia* segundo a idade, o sítio e a posição sociológica. De acordo com os resultados, a idade foi o fator que mais provocou variação na forma da árvore.

Scolforo et al. (1994) e Conceição (2004) não encontraram diferenças significativas entre os volumes estimados usando fator de forma artificial, ou natural médio com relação ao volume real obtido por cubagem rigorosa, nem entre outras técnicas de estimativa do volume, como equações de volume ou funções de afilamento. Souza & Jesus (1991) e Moura (1994) relataram que o fator de forma artificial médio por classe de diâmetro apresentou os resultados mais próximos ao volume real quando comparado a outras técnicas de estimativa do volume. No entanto, os fatores de forma médios quando calculados sem considerar as classes diamétricas induzem a estimativas com menor exatidão.

MATERIAL E MÉTODOS

A região metropolitana de Curitiba foi a área de estudo, compreendendo os municípios de Almirante Tamandaré, Bocaiúva do Sul, Campina Grande do Sul, Campo Magro, Colombo, Rio Branco do Sul e Tunas do Paraná. A altitude da área de estudo varia de 900 a 1000 m acima do nível do mar, e o clima da região é o Cfb da classificação do Köppen.

Os dados provieram de 445 árvores com idades variando entre 4 e 19 anos. As variáveis, diâmetro à altura do peito (DAP), altura do fuste e volume do fuste, que caracterizam o conjunto de dados, são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1: Diâmetro à altura do peito (cm), altura do fuste (m) e volume do fuste com casca (m³) para o conjunto de dados.

Variável	Máximo	Mínimo	Média	Desvio	CV %
DAP	35,0	4,3	12,9	6,3	48,82
Altura do Fuste	18,88	2,56	8,85	2,57	28,99
Volume do Fuste	0,54069	0,00337	0,11428	0,11669	102,11

Para a determinação dos volumes com e sem casca dos fustes das árvores foi utilizado o método de Hohenadl com 10 seções relativas à altura do fuste das árvores. De posse dos diâmetros ao longo do fuste e do volume do fuste com e sem casca, foi possível determinar os diversos fatores e quocientes de forma para todas as árvores do banco de dados.

Foram calculados os fatores de forma artificiais, com e sem casca (F1,3 c/c e F1,3 s/c), onde o volume do cilindro de referência foi determinado tendo como base a altura do fuste e o DAP c/c e DAP s/c, respectivamente. Os fatores de forma naturais, com e sem casca (F0,1 c/c e F0,1 s/c), foram calculados tendo como referência os diâmetros a 10% da altura do fuste da árvore, com e sem casca.

Foram calculados os quocientes de forma de Schiffel (Ks), Johnson (Kj), Girard (Kg), Zimmerle (Kz), Pollanschütz (Kp) e os quocientes de forma naturais de Hohenadl (K0,3; K0,5; K0,7; K0,9) conforme descrito por (PRODAN et al., 1997).

Depois de calculados os diversos fatores e quocientes de forma para todas as árvores do banco de dados, procedeu-se a análise estatística para verificar os efeitos da casca sobre os fatores de forma; e dos diâmetros, alturas do fuste e das idades sobre os quocientes e fatores de forma.

Primeiramente, foi utilizado delineamento inteiramente casualizado para verificar a possibilidade de utilizar-se somente um fator de forma tanto com casca, como sem casca. Dessa forma, os tratamentos foram os fatores de forma calculados com e sem casca e as repetições, as árvores do banco de dados.

Para verificar os efeitos dos diâmetros, alturas do fuste e das idades aos fatores e quocientes de forma, foram realizados delineamentos inteiramente casualizados. As diferentes classes de diâmetro, altura do fuste e idades constituíram os diferentes tratamentos, enquanto que as árvores dentro de cada classe constituíram as repetições.

De acordo com o teste de “F” (1% de significância) da análise de variância, foi verificado se o efeito dos tratamentos sobre os fatores e quocientes de forma foi estatisticamente significativo. Então, posteriormente foram feitos testes de comparação de médias (DMS 5%) para conhecer a extensão das diferenças e a possibilidade de agrupar diferentes classes de diâmetro, altura do fuste e idade com fatores ou quocientes de forma iguais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da análise estatística, não houve diferença estatística significativa entre os fatores de forma (F1,3 e F0,1) quando calculados com e sem casca. Sendo assim, é possível utilizar um mesmo fator para estimar o volume do fuste tanto com, como sem casca.

Quanto ao efeito das classes diamétricas sobre os fatores e quocientes de forma, foi possível identificar que os fatores de forma (F1,3 e F0,1) e os quocientes de forma naturais K0,3, K0,7 e K0,9 não apresentaram diferenças significativas nas diferentes classes de DAP. Por outro lado, os quocientes de forma de Schiffel, Johnson, Girard, Zimmerle, Pollanschütz e K0,5 apresentaram diferenças significativas.

Todos os fatores e quocientes de forma apresentaram diferenças estatísticas significativas quando calculados para diferentes classes de altura do fuste, exceto o quociente de forma K0,3.

A partir dos testes de comparação de médias, foi possível recomendar fatores e quocientes de forma médios para cada classe diamétrica e classe de altura do fuste. As classes de diâmetro e altura do fuste que não apresentaram diferenças estatísticas significativas foram agrupadas apresentando um único valor de fator ou quociente de forma (Tabelas 2, 3 e 4).

TABELA 2: Fatores de forma médios por classe de altura e para todas as classe de diâmetro.

Classes Diamétricas	Classes de altura do Fuste	F1,3	F0,1
Todas as Classes diamétricas	< 6,50	0,8623	0,7585
	6,50 - 10,49	0,7494	0,7030
	≥ 10,50	0,6863	0,6768

O fato dos diâmetros à altura do peito não terem influenciado significativamente os fatores de forma natural e artificial é contrário a maioria das pesquisas citadas anteriormente, como Campos et al. (1993), Yared et al. (1993) e Ferreira (1999), que também utilizaram a análise de variância para verificar os efeitos dos diâmetros sobre os fatores de forma. Peichl (1985) ainda afirmou que a influência do DAP sobre o fator de forma artificial foi muito maior que o da altura.

Tanto F1,3 como F0,1 apresentam tendência decrescente com relação ao aumento das alturas do fuste. Machado et al. (1991) encontrou o mesmo comportamento para o F1,3 para *Pinus taeda* com relação à altura, porém o F0,1 apresentou tendência crescente com o aumento da altura. Baseado nos resultados do F0,1 é possível afirmar que a forma dos fustes de bracing melhora com a diminuição das alturas do fuste.

TABELA 3: Quocientes de forma de Schiffel, Johnson, Girard, Zimmerle e Pollanschütz médios por classe de altura, para cada classe de diâmetro.

Classes Diamétricas	Classes de altura do Fuste	Ks	Kj	Kg	Kz	Kp
< 14,00	< 6,50	0,9091	0,7180	0,6545	0,6631	0,9732
	6,50 - 10,49	0,8561	0,7724	0,7795	0,7945	0,9330
	≥ 10,50	0,8241	0,7911	0,8500	0,8615	0,9044
14,00 - 23,99	< 6,50	0,9091	0,7895	0,7736	0,7872	0,9680
	6,50 - 10,49	0,8561		0,7950	0,8079	0,9338
	≥ 10,50	0,8241		0,8616	0,8692	0,8955
≥ 24,00	< 6,50	0,8230	0,7180	0,6545	0,6631	0,9680
	6,50 - 10,49		0,7724	0,7795	0,7945	0,9338
	≥ 10,50		0,7911	0,8500	0,8615	0,8955

TABELA 5: Quocientes de forma naturais médios por classe de altura, para cada classe de diâmetro.

Classes Diamétricas	Classes de altura do Fuste	K0,3	K0,5	K0,7	K0,9
< 14,00	< 6,50	0,9018	0,8529	0,7981	0,7510
	6,50 - 10,49		0,8301	0,7468	0,6648
	≥ 10,50		0,8186	0,7266	0,6106
14,00 - 23,99	< 6,50	0,9018	0,8529	0,7981	0,7510
	6,50 - 10,49		0,8301	0,7468	0,6648
	≥ 10,50		0,8186	0,7266	0,6106
≥ 24,00	< 6,50	0,9018	0,7966	0,7981	0,7510
	6,50 - 10,49			0,7468	0,6648
	≥ 10,50			0,7266	0,6106

Os quocientes de forma de Johnson, Girard e Zimmerle, apresentaram tendências muito parecidas entre si e diferentes quando comparados com os demais quocientes de forma. Todos os três apresentaram tendência crescente com relação à altura do fuste. No entanto, convém salientar que esses quocientes de forma não são ideais para comparar o afilamento de árvores de alturas diferentes, pois ambas as medidas dos diâmetros tomados ao longo do fuste são fixas e localizam-se em posições morfológicamente diferentes em árvores de diferentes alturas.

Da mesma maneira que na análise dos fatores e quocientes de forma sob diferentes classes diamétricas, o teste de comparação de médias tornou possível estabelecer diferenças ou igualdades entre as classes de idades. A partir dos agrupamentos definidos pelos testes de comparação de médias, foi possível recomendar fatores e quocientes de forma médios, por classes de idades (Tabelas 6, 7 e 8).

TABELA 6: Fatores de forma médios por classe de idade.

Classes de Idade	F1,3	F0,1
4, 5, 6 e 7 anos	0,7783	0,7071
8, 9, 10 e 11 anos	0,7542	
12, 13, 14 e 15 anos	0,7542	
16, 17, 18 e 19 anos	0,7098	

TABELA 7: Quocientes de forma de Schiffel, Johnson, Girard, Zimmerle e Pollanschütz médios por classe de idade.

Classes de Idade	Ks	Kj	Kg	Kz	Kp
4, 5, 6 e 7 anos	0,8713	0,7532	0,7597	0,7694	0,9461
8, 9, 10 e 11 anos	0,8536	0,7757	0,8098	0,8197	0,9299
12, 13, 14 e 15 anos	0,8536	0,7860	0,8098	0,8197	0,9299
16, 17, 18 e 19 anos	0,8188	0,7860	0,8098	0,8197	0,9028

TABELA 8: Quocientes de forma relativos médios por classe de idade.

Classes de Idade	K0,3	K0,5	K0,7	K0,9
Todas as Classes de Idade	0,9018	0,8292	0,7516	0,6678

O fator de forma artificial (F1,3) e os quocientes de forma artificiais apresentaram diferenças estatísticas significativas, quando calculados para as diferentes classes de idade. Por outro lado, o fator de forma natural (F0,1) e os quocientes de forma naturais não apresentaram diferenças significativas.

Segundo Friedl (1989) dentre a idade, o sítio e a posição sociológica, a idade foi o fator que mais provocou variação na forma da árvore. No entanto, os resultados desta pesquisa mostraram que apenas o fator de forma artificial foi influenciado significativamente pelas diferentes classes de idade.

Os resultados do fator de forma artificial calculados para as diferentes classes de idade desta pesquisa se assemelham aos resultados encontrados por Conceição (2004) para *Eucalyptus grandis*.

Os resultados encontrados para o fator de forma natural nas diferentes classes de idade são diferentes dos resultados encontrados por Friedl (1989) e Conceição (2004), os quais encontraram tendência crescente do fator de forma natural com o aumento da idade, para araucária e para *Eucalyptus grandis*, respectivamente.

Embora a idade e o diâmetro à altura do peito apresentarem correlação entre si, algumas variáveis analisadas mostraram diferentes comportamentos com relação aos diâmetros e às idades. O fator de forma artificial foi influenciado significativamente pelas idades, mas não pelos diâmetros; e o oposto pode ser observado para o quociente de forma de Hohenadl K0,5. Os quocientes de forma de Johnson, Girard e Zimmerle foram mais significativamente influenciados pelas diferentes classes de diâmetro do que pelas idades. Os quocientes de forma de Schiffel e Pollanschütz apresentaram tendências decrescentes tanto com relação à idade, como com relação aos diâmetros. De maneira geral é possível afirmar que os fatores de forma foram mais influenciados pela idade e os quocientes de forma pelo diâmetro à altura do peito.

CONCLUSÕES

- A casca não afetou significativamente a forma dos fustes de bracatinga. Sendo assim, é possível utilizar o mesmo fator de forma para estimar o volume do fuste de bracatinga tanto com, como sem casca.
- Os fatores de forma artificial e natural não foram influenciados significativamente pelos diâmetros à altura do peito. Pode-se utilizar os mesmos valores independentemente da classe diamétrica para estimar o volume dos fustes de bracatinga.
- Os quocientes de forma naturais não foram influenciados significativamente pelos diâmetros à altura do peito, exceto o quociente de forma K0,5, o qual apresentou tendência decrescente com o aumento dos diâmetros.
- Os quocientes de forma artificiais apresentaram valores significativamente diferentes entre as classes de diâmetro.
- As classes de altura do fuste afetaram significativamente todos os fatores e quocientes de forma, exceto o quociente de forma K0,3 e os quocientes K0,5, Schiffel e Johnson em algumas classes de diâmetro.
- De maneira geral a forma dos fustes de bracatinga piora com o aumento das suas alturas.
- A influência das alturas do fuste é muito maior sobre os fatores e quocientes de forma do que o DAP ou a idade.
- O fator de forma artificial foi influenciado significativamente pela idade, apresentando maiores valores quanto menor a idade. O mesmo não aconteceu para o fator de forma natural.
- Os quocientes de forma naturais não foram influenciados pelas idades. Já os quocientes de forma artificiais foram influenciados significativamente pelas idades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G.; OLIVEIRA, I. A. Variação da forma do tronco de clones de eucaliptos, em duas regiões. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1. / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1993, Curitiba. Anais... Curitiba: SBS-SBEF, 1993. v.1, p. 559-565.
- CONCEIÇÃO, M. B. Comparação de métodos de estimativa de volume em diferentes idades em plantações de *Eucalyptus grandis* Hill Ex-Maiden. Curitiba: UFPR, 2003. 150p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 2003.
- DRESCHER, R.; SCHNEIDER, P. R.; FINGER, C. A. G.; QUEIROZ, F. L. C. Fator de forma artificial de *Pinus elliottii* Engelm para a região da serra do sudeste do estado do Rio Grande do Sul. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 1, p. 37-42, 2001.

- FERREIRA, S. O. Estudo da forma do fuste de *Eucalyptus grandis* e *E. cloeziana*. Curitiba: UFLA, 1999. 132 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, 1999.
- FRIEDL, R.A. Dinâmica e prognose da forma dos fustes em povoamentos plantados de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. Curitiba: UFPR, 1989. 167p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 1989.
- LOETSCH, E.; ZÖHRER, F. HALLER, K. E. Forest inventory. vol. 2. München:BLV Verlagsgellschaft,1973.469 p.
- LARSON, P. R. Stem form development of forest trees. Forest Science, Bethesda, Monograph 5, 1963. 42 p.
- MACHADO, S.A.; BEVILACQUA JUNIOR, V.G.; GANTZEL, O. L. Contribuição ao estudo do comportamento do fator de forma em plantações de *Pinus taeda* no estado do Paraná. In: CONGRESSO FLORESTAL E DO MEIO AMBIENTE DO PARANÁ, 3., 1991, Curitiba. Anais... Curitiba: APEF, 1991. v.1, p. 125-139.
- MOURA, J.B. de. Estudo da forma do fuste e comparação de métodos de estimativa volumétrica de espécies florestais da amazônia brasileira. Curitiba: UFPR, 1994. 114 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, 1994.
- PEICHL, B. O Fator de forma (F1,3) em algumas equações de volume para araucária, *Pinus* Spp e *Eucalyptus* Spp no Sul do Brasil. Paraná Florestal, v. 2, n. 6, p. 15-20, 1985.
- PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F.; REAL, P. Mensura forestal. San José: Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura - IICA, 1997. 586 p.
- SCOLFORO, J.R.S.; FIGUEIREDO FILHO, A. Mensuração florestal 2: Volumetria. Lavras: ESAL/FAEPE, 1993. 126 p.
- SCOLFORO, J. R.; MELLO, J. M.; LIMA, C. S. de A. Obtenção de relações quantitativas para estimativa de volume do fuste em Floresta Estacional Semidecídua Montana. Revista Cerne, Lavras, v. 1, n. 1, p. 123-134, 1994.
- SOUZA, A. L. de; JESUS, R. M. de. Equação de volume comercial e fator de forma para espécies da Mata Atlântica ocorrentes na reserva florestal da companhia Vale do Rio Doce, Linhares, ES. Revista Árvore, Viçosa, v. 15, n. 3, p. 257-273, 1991.
- YARED, J.A.G.; LEITE, H.G.; SILVA, R.R.F. da. Volumetria e fator de forma de morototó (*Didymopanax morototonii* Aubl. Decne. Et Planch.) sob diferentes espaçamentos. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1. / CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., 1993, Curitiba. Anais... Curitiba: SBS-SBEF, 1993. v.1, p. 559-565.

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE N-P-K NO CRESCIMENTO DE MUDAS DE
Cedrela fissilis Vell. (CEDRO)

INFLUENCE OF DIFFERENT DOSES OF N-P-K IN THE GROWTH OF SEEDLINGS OF THE
Cedrela fissilis Vell. (CEDRO)

Suelen Carpenedo Aimi¹ Clair Walker² Caren Daiana Perius³ Angela Luciana de Avila⁴
Maristela Machado Araújo⁵ Suzane Bevilacqua Marcuzzo⁶

RESUMO

A utilização de mudas de espécies florestais com adequado estado nutricional determina o sucesso do povoamento. Objetivando avaliar a resposta de diferentes doses de N-P-K, foi conduzido um experimento no Viveiro Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM com a espécie *Cedrela fissilis* (cedro). As sementes foram fornecidas pelo programa Bolsa de Sementes. A produção de mudas foi realizada em tubetes de 280 cm³, utilizando-se o substrato Turfa Fértil® produção de eucalipto e vermiculita média, na proporção de 3:1. O delineamento experimental foi em 4 blocos ao acaso com 6 tratamentos. Os tratamentos consistiram de diferentes doses de N-P-K. Aos 180 dias foram avaliados os seguintes parâmetros morfológicos: altura; diâmetro do colo; massa verde da raiz, parte aérea e total; massa seca da raiz, parte aérea e total; relação da altura e diâmetro e o índice de qualidade de Dickson. O melhor desenvolvimento das mudas foi observado para as doses de 80 g/m³ de N, 300 g/m³ de P e 100 g/m³ de K. A opção por essas doses deve ser recomendada pelos ganhos econômicos resultantes da menor quantidade de adubo a ser aplicada. Considerando o uso de substrato Turfa Fértil® produção de eucalipto e vermiculita média (3:1), sugere-se sua complementação com a adubação mencionada para o melhor desenvolvimento das mudas em viveiro e a campo.

Palavras-chave: adubação, produção de mudas, parâmetros morfológicos.

ABSTRACT

The use of seedlings of forest species with adequate nutritional status determines the success of the population. To evaluate the response of different doses of NPK, an experiment was conducted in forest nursery of the UFSM's Forestry Sciences Department with the specie *Cedrela fissilis* (cedro). The seeds were provided by the program Bolsa de Sementes. The production of seedlings was accomplished in tubes of 280 cm³, using the substrate Turfa Fértil® production of eucalyptus and vermiculite, at a ratio of 3:1. The experimental layout was randomized into 4 blocks with 6 treatments. The treatments consisted of different doses of NPK. After 180 days, the following morphological parameters were evaluated: height of the aerial part, stem diameter; shoot and total; dry weight of root, shoot and total; height and diameter relation and the quality index of Dickson. The best plant growth was observed on doses of 80 g/m³ of N, 300 g/m³ of P and 100 g/m³ of K. The choice of these doses should be recommended by economic gains resulting from the smaller amount of fertilizer to be applied. Considering the using of Turfa Fértil® production of eucalypt and vermiculite (3:1), we suggested its complementation with the fertilization mentioned for a better development of seedlings in nurseries and field.

Key words: fertilization, production of seedlings, morphological parameters.

INTRODUÇÃO

O cedro (*Cedrela fissilis*) Vell. pertence à família Meliaceae e apresenta distribuição em todo território brasileiro. No Estado do Rio Grande do Sul é mais freqüente e abundante nas matas subtropicais do Alto Uruguai e seus afluentes. No passado, foi uma das árvores importantes sob o ponto de vista econômico. Nas florestas da Depressão Central, nos subosques dos pinhais e no Escudo Rio-grandense também foi muito encontrada (REITZ *et al.*, 1988).

O cedro é empregado em reflorestamentos heterogêneos de áreas degradadas e paisagismo. A madeira é utilizada em compensados, esculturas, molduras, esquadrias, móveis em geral, marcenaria, na construção civil, na confecção de pequenas caixas, lápis e instrumentos musicais (LORENZI, 2002).

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: suaimi@gmail.com

² Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: clairwalker@gmail.com.

³ Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: carenperius@yahoo.com.br.

⁴ Mestranda do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal. UFSM, Santa Maria, RS.
E-mail: angeladeavila@gmail.com.

⁵ Professora Dra. Departamento de Ciências Florestais. UFSM. Santa Maria, RS.
E-mail:araujo.maristela@gmail.com.

⁶ Eng^a.Florestal, Msc. Biologia. Porto Alegre, RS. E-mail: smarcuzzo@gmail.com.

Segundo Gonçalves *et al.* (2005), a espécie é classificada como secundária tardia, apresentando crescimento inferior, se comparada à espécies dos estágios iniciais da sucessão, pioneiras e secundárias iniciais. Conforme José (2003) é necessário conhecer o grupo ecológico e o ciclo de produção de mudas para a determinação do padrão de qualidade para cada espécie.

A grande demanda de espécies nativas para reflorestamentos e recuperação de áreas degradadas requer mudas de qualidade e, conseqüentemente, capazes de se adaptarem às condições adversas no campo. A falta de informações sobre as exigências nutricionais dessas espécies conduz a necessidade de realização de estudos para a produção dessas mudas.

Entre as principais características que o substrato ideal deve apresentar em sua composição para a produção de mudas, podem-se citar a boa capacidade de absorção e retenção de água, fornecimento dos nutrientes necessários às plantas, boa aeração e drenagem. Além disso, o substrato deve ser economicamente viável. (WENDLING e GATTO, 2002).

O adequado desenvolvimento em altura, diâmetro e produção de biomassa das mudas está relacionado com o substrato equilibrado nutricionalmente, ou seja, que os nutrientes necessários para as mudas estejam disponíveis (CECONI *et al.*, 2006). Dessa forma, a utilização de uma adubação de base no substrato é indispensável para a produção de mudas de qualidade.

As fertilizações de base em doses altas podem causar falhas na germinação, distúrbios nutricionais e retardamento do crescimento inicial devido à concentração salina do substrato (GONÇALVES *et al.*, 2005), desta forma, o excesso de nutrientes pode ser prejudicial às mudas.

Neste contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a melhor dose de N-P-K para a produção de mudas de *Cedrela fissilis*, além de determinar a eficiência da adubação atualmente utilizada no viveiro.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O estabelecimento de povoamentos florestais requer a utilização de mudas com qualidade e a adequada nutrição e, utilização de substratos apropriados são fatores determinantes na produção. Conforme Gonçalves *et al.* (2005), é necessária uma adequada definição da recomendação de adubação para cada espécie.

Os macronutrientes nitrogênio, fósforo e potássio são requeridos em maior quantidade pelas plantas, considerando que sua importância está relacionada com o equilíbrio nutricional. A falta ou excesso desses elementos poderá promover a redução no crescimento das mudas, além de aumentar a susceptibilidade às pragas e doenças (WENDLING e GATTO, 2002).

Dentre os parâmetros morfológicos que podem ser utilizados para a avaliação da qualidade das mudas, podem ser citados os seguintes: altura, diâmetro do colo, maturação da parte aérea e desenvolvimento do sistema radicular (CARNEIRO, 1995). O índice de qualidade de Dickson (IQD) é outro parâmetro utilizado, avaliando grande quantidade de atributos. A determinação de padrões de qualidade de mudas é importante para fazer uma seleção antes de serem levadas a campo (JOSÉ, 2003).

MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado e conduzido entre os meses de setembro de 2007 e abril de 2008 no Viveiro Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria, RS.

As sementes de cedro foram fornecidas pelo programa Bolsa de Sementes (Convênio UFSM/AFUBRA), provenientes do município de São Miguel do Oeste - SC e coletadas em agosto de 2007.

A semeadura foi realizada em tubetes de 280 cm³, com 8 estrias internas, preenchidos com o substrato Turfa Fértil® produção de eucalipto e vermiculita média, na proporção de 3:1. Os tratamentos foram constituídos de diferentes doses de N-P-K e utilizados na adubação de base do substrato, além da testemunha (Tabela 1).

TABELA 1: Tratamentos utilizados em experimento de adubação de base em mudas de *Cedrela fissilis* no Laboratório de Silvicultura, UFSM.

Tratamento	Quantidade (g/m ³)					
	N	Uréia	P	SFS ¹	K	CP ²
T1	0	0	0	0	0	0
T2	40	90	150	830	50	80
T3	80	180	300	1670	100	170
T4	120	270	450	2500	150	250
T5	160	360	600	3330	200	330
T6	200	440	750	4170	250	420

¹SFS – Superfosfato Simples; ²CP – Cloreto de potássio.

O delineamento experimental foi em 4 blocos ao acaso com 6 tratamentos, sendo a parcela composta por 24 mudas, 8 centrais, além da bordadura.

A semeadura foi realizada em casa de vegetação, utilizando-se três sementes por tubete, sendo realizado o raleio das plântulas com características inferiores, deixando-se uma plântula por recipiente. As mudas permaneceram na casa de vegetação por três meses e, após esse período foram transferidas para a área de crescimento com tela de sombreamento de 50%. Nesse período, do terceiro ao sexto mês, foram realizadas medições mensais da altura de parte aérea e diâmetro do colo de 8 mudas.

Na última avaliação foram utilizadas 4 mudas para a obtenção das seguintes variáveis: massa verde da raiz, parte aérea e total; massa seca da raiz, parte aérea e total, obtendo-se finalmente o índice de qualidade de Dickson (Eq. 1).

$$IQD = \frac{MST(g)}{[(HPA(cm)/DC(mm)) + (MSPA(g)/MSR(g))]} \quad (\text{Eq. 1})$$

Os dados foram avaliados através da Análise de Variância e a diferença entre as médias foi obtida pelo teste de Tukey, com 5 % de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da análise dos resultados, observou-se que para todas as variáveis medidas, com exceção da relação entre a altura e o diâmetro (H/D), as doses de N-P-K influenciaram significativamente os parâmetros avaliados.

A altura das mudas de cedro nos tratamentos 3 e 4 apresentaram as melhores médias (25,9 e 24,1 cm, respectivamente) não diferindo estatisticamente entre si (Figura 1A). Entretanto o tratamento 3 necessita de menor quantidade de adubo, representando economia na produção.

Na avaliação da qualidade das mudas o parâmetro altura não deve ser analisado isoladamente, pois a seleção de mudas mais altas não significa que as mesmas apresentam maior vigor (FONSECA *et al.*, 2002).

O diâmetro do colo (Figura 1B) apresentou maiores médias para os tratamentos 3, 4 e 6 (9,0; 8,9 e 8,3 mm, respectivamente), não diferindo estatisticamente entre si. Assim, observa-se que ambos os tratamentos (3 e 4) também apresentaram bons resultados para o diâmetro do colo.

Mctague e Tiius (1996), citado por José (2003), relataram que o diâmetro do colo é um bom indicativo correlacionado com as taxas de sobrevivência das mudas no campo.

Na relação entre a altura e o diâmetro do colo (H/D), as combinações de N-P-K não promoveram diferenças significativas em nenhum tratamento. De acordo com Gomes *et al.* (2002) a qualidade das mudas pode ser avaliada somente através da relação da altura e do diâmetro, pois são dados fáceis e viáveis de serem obtidos sem a destruição das mudas.

Os melhores resultados do peso de massa seca da parte aérea foram obtidos com os tratamentos 4 e 3, respectivamente com 9,4 e 9,3 gramas, sendo que não diferiram estatisticamente entre si (Figura 1 C). Com relação aos resultados da massa seca do sistema radicular (Figura 1 D) e o peso de massa seca total (Figura 1 E), o melhor tratamento foi o 3.

Schmidt-Vogt (1966+), citado por Carneiro (1995) estudando a espécie *Picea abies* considerou o peso da matéria seca da parte aérea e do sistema radicular bons indicadores de resistência das mudas a campo, parâmetros estes que devem ser analisados conjuntamente com a altura das mudas.

Analisando-se o índice de qualidade de Dickson (IQD) para os 6 tratamentos, verifica-se que as melhores médias foram obtidas nos tratamentos 3, 4 e 6 (4,8; 4,7 e 3,8) que não diferiram estatisticamente entre si (Figura 1 F).

Segundo Fonseca *et al.* (2002), o índice de qualidade de Dickson utiliza vários parâmetros importantes para a avaliação da qualidade de mudas. Os mesmos autores estudando padrões de qualidade de mudas da espécie *Trema micrantha* (caroba), produzidas em tubetes de 50 cm³, encontraram um valor de 0,20 aos 120 dias após a emergência. José *et al.* (2005) estudando a espécie *Schinus terebinthifolius* (aroeira-vermelha), produzidas em tubetes de 50 e 150 ml detectaram efeito do tamanho do tubete para esse índice, obtendo valores maiores quando as mudas foram produzidas em tubetes com maior capacidade.

Para a espécie *Cedrela fissilis* a maior média encontrada foi 4,8 para o índice de qualidade de Dickson (Figura 1F). De acordo com José (2003), recomenda-se um valor mínimo de 0,20, observando-se que valores maiores desse índice são devidos ao maior peso de matéria seca. Além disso, deve-se observar a grande variação entre as espécies.

Analisando-se conjuntamente os parâmetros, considerando características qualitativas e benefício econômico, observou-se que o tratamento 3 proporcionou melhor desenvolvimento das mudas no viveiro, sendo sugerido como adubação de base complementar ao substrato Turfa Fértil® produção de eucalipto e vermiculita média (3:1). As mudas de cedro produzidas com esta adubação, provavelmente apresentarão melhores índices de sobrevivência e desenvolvimento em campo.

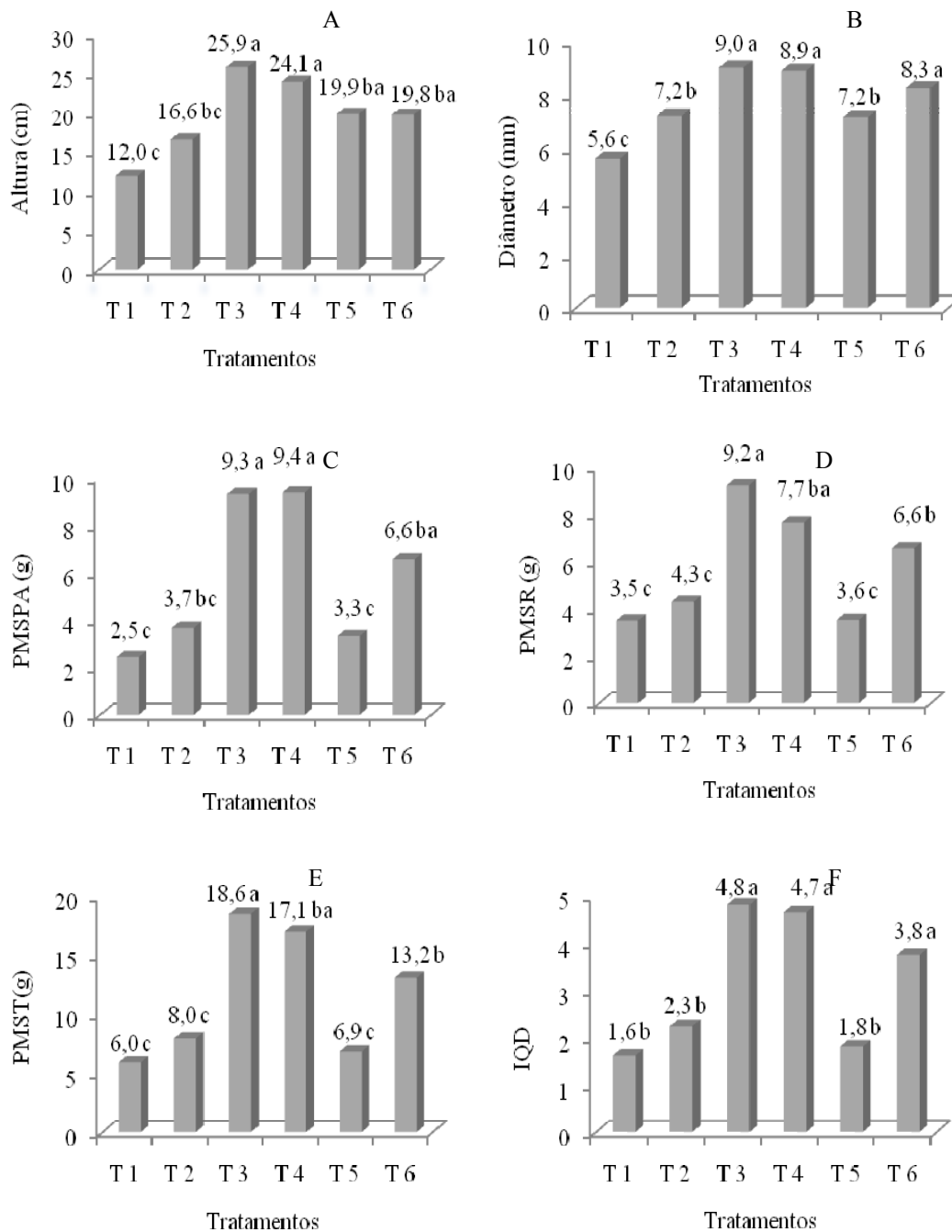


FIGURA 1: Parâmetros morfológicos avaliados em mudas de cedro submetidas a diferentes doses de adubação de base, 180 dias após a semeadura. As médias das barras não seguidas de mesma letra diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Na Figura 2 pode ser observado o desenvolvimento das mudas no tempo com a utilização da adubação de base de 80 g/m³ de N, 300 g/m³ de P e 100 g/m³ de K (Tratamento 3). Verifica-se que, aos 150 dias as mudas atingiram uma média de altura de 26,0 cm, permanecendo esse valor constante até 180 dias.

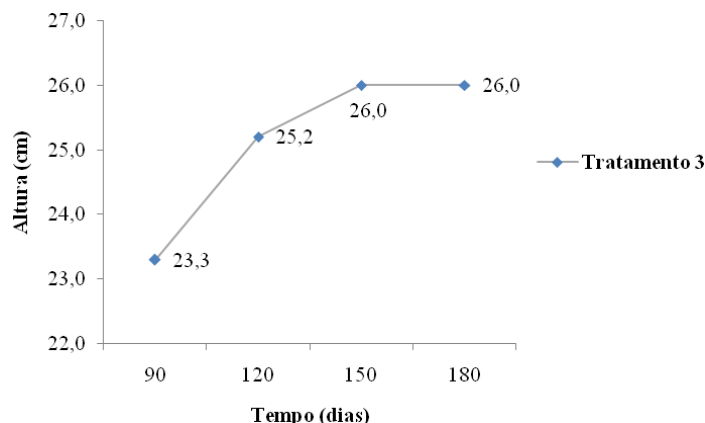


FIGURA 2: Crescimento em altura de parte aérea para as mudas de *Cedrela fissilis*, submetidas adubação de base de 80 g/m³ de N, 300 g/m³ de P e 100 g/m³ de K (Tratamento 3).

Observando-se que a estabilização do crescimento ocorreu aos 150 dias, as mudas de cedro estariam prontas para serem levadas a campo neste período. Dessa maneira, a permanência no viveiro após esse período elevaria os custos de produção.

CONCLUSÃO

O melhor desenvolvimento das mudas de *Cedrela fissilis*, avaliado através dos parâmetros morfológicos e suas relações, foi observado nas médias do tratamento 3. De forma complementar ao substrato Turfa Fértil® produção de eucalipto e vermiculita média (3:1), sugere-se a adubação com 80 g/m³ de N, 300 g/m³ de P e 100 g/m³ de K.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, J.G.A. **Produção e Controle de Qualidade de Mudanças Florestais**. Curitiba: UFPR / FUPEF, 1995. 451 p.
- CECONI, D. E.; POLETTI, I.; BRUN, E. J. *et al.* **Crescimento de mudas de açoita-cavalo (*Luehea divaricata* Mart.) sob influência da adubação fosfatada**. Cerne, Lavras, v.12, n.3, p. 292-299, 2006.
- FONSECA, E.P.F.; VALÉRI, S.V.; MIGLIORANZA, E.; FONSECA, N.A.N. *et al.* **Padrão de qualidade de mudas de *Trema micrantha* (L.) Blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, n. 4, p. 512-523, 2002.
- GOMES, J.M.; COUTO, L.; LEITE, H.G. *et al.* **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis***. SIF. Rev. Árvore, Viçosa-MG, v. 26, n.6, p. 655-664, 2002.
- GONÇALVES, J.L.M.; SANTARELLI, E.G.; NETO, S.P.M. *et al.* **Produção de mudas de espécies nativas: substrato, nutrição, sombreamento e fertilização**; In: GONÇALVES, J.L.M.; BENEDETTI, V. **Nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: IPEF, 2005. 427p.
- JOSÉ, A.C. **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de áreas degradadas**. Lavras: UFL, 2003. 101 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2003.
- JOSÉ, A.C.; DAVIDE, A.C.; OLIVEIRA, S.L. **Produção de mudas de aroeira (*Schinus terebinthifolius* Raddi) para recuperação de áreas degradadas de mineração de bauxita**. Cerne, Lavras, v. 11, n.2, p. 187-196, 2005.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. v. 1, 368 p.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1988. 525 p.
- WENDLING, I., GATTO, A. **Substratos, Adubação e irrigação na produção de mudas**. Série: Produção de mudas ornamentais. Volume 2. Viçosa: Editora Aprenda Fácil, 2002. 145p.

PRODUTIVIDADE DE FORRAGEM EM SISTEMA AGROSSILVIPASTORIL NA REGIÃO SEMI-ÁRIDA DE PERNAMBUCO: PRIMEIRA AVALIAÇÃO

FORAGE PRODUCTIVITY IN AGROSILVIPASTORAL SYSTEM IN THE SEMIARID ZONE OF PERNAMBUCO: FIRST EVALUATION

Thainá Castillo Salin¹ Sônia Formiga de Albuquerque²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo determinar a produtividade em matéria seca de cinco sistemas forrageiros, em duas diferentes condições de espaçamento, no primeiro ano de implementação. O estudo³, que está sendo desenvolvido no município de Serra Talhada, região semi-árida do Estado de Pernambuco, visa à seleção de arranjos espaciais de espécies forrageiras para um modelo de sistema agrossilvipastoril voltado à intensificação sustentável da atividade pecuária no semi-árido nordestino. Encontram-se sendo testados diferentes consórcios da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*) com a algaroba (*Prosopis juliflora*) e gliricídia (*Gliricídia sepium*), como espécies sombreadoras, além da leucena (*Leucaena leucocephala*), feijão bravo (*Capparis flexuosa*) e gliricídia, sob manejo de corte. Foram instalados dois experimentos, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições, onde os experimentos se diferenciam pelo espaçamento (10 x 10 m e 5 x 5 m) entre as plantas sombreadoras. Um ano após o estabelecimento das plantas, apenas a leucena e gliricídia, sob manejo de corte, contribuíram para a produção de forragem dos sistemas. A leucena apresentou maior produtividade em matéria seca do que a gliricídia nas duas condições de espaçamento. Os espaçamentos não exerceram influência significativa sobre a produtividade das espécies.

Palavras-chave: sistemas agroflorestais, matéria seca, leucena, gliricídia

ABSTRACT

This paper aimed at evaluating the dry matter productivity of five forage systems, in the first year of implementation. The study, which is carried out in Serra Talhada, semiarid Zone of Pernambuco State, has as purpose the selection of spacing arrangements of forage plants for an agrosilvipastoral system, which aims at sustainable intensification of cattle breeding in the semiarid Zone of Northeast Brazil. Different arrangements of prickly pear cacti (*Nopalea cochenillifera*) with the following plants are in test: mesquite tree (*Prosopis juliflora*) and gliricidia (*Gliricidia sepium*), as shade trees, also leucaena (*Leucaena leucocephala*), feijão bravo (*Capparis flexuosa*) and gliricidia, under cutting management. Two experiments were set up in a randomized block design, with five treatments and three replications. The experiments differ in the plant spacing among shade trees (10 x 10 m e 5 x 5 m). One year after establishment of the plants, only leucaena and gliricidia, under cutting management, contributed to the systems forage production. Leucaena showed higher dry matter productivity than gliricidia, in both plant spacings. Plant spacings had no influence on species productivity.

Key words: agroforestry systems, dry-matter, leucaena, gliricidia

INTRODUÇÃO

A região semi-árida do Nordeste brasileiro é caracterizada pela baixa pluviosidade, entre 250 e 800 mm/ano, a ocorrência de longas estiagens (“secas”) e pelo bioma da Caatinga, formado por uma vegetação xerófila, constituída em sua maioria de plantas caducifólias (MAIA, 2004).

A pecuária extensiva representa a atividade preponderante na região e uma das mais importantes para os agricultores familiares, em função de sua maior resistência à seca quando comparada às explorações agrícolas (LIMA, 2006). Porém, em função da baixa capacidade de suporte animal da Caatinga e a limitada área dos estabelecimentos rurais, a rentabilidade da atividade pecuária é extremamente baixa, principalmente devido à redução da disponibilidade de alimentos no período seco. Além das implicações econômicas devem também ser considerados os danos ambientais provocados por essas atividades, que por sua vez têm repercussões sócio-econômicas. O superpastoreio vem

¹ Eng. Florestal, Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE). R. Dom Manuel de Medeiros, s/n, Dois Irmão, 52171-900, Recife/PE. Email: thainasalin@gmail.com

² Eng. Florestal, Dra., Pesquisadora do Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA). Av. Gal. San Martin, 1371, Bloco 6, Bongi, 50761-000, Recife/PE. Email: sformiga@ipa.br

³ Projeto desenvolvido em Estação Experimental do IPA – Instituto Agrônomo de Pernambuco e financiado pelo CNPq e FACEPE

provocando ao longo dos anos a redução da biodiversidade e da capacidade de regeneração da Caatinga, com conseqüente degradação do solo e dos corpos hídricos.

Diante dessa realidade sócio-ambiental, torna-se necessária a pesquisa científica acerca de sistemas múltiplos de produção que possam contribuir para a intensificação do uso da terra no Semi-Árido, especialmente da pecuária, de forma socialmente justa e ambientalmente compatível.

Nesse contexto, os sistemas agrossilvipastoris surgem como uma alternativa viável do ponto de vista ambiental e sócio-econômico, pois buscam aumentar os efeitos benéficos das interações entre espécies lenhosas, culturas agrícolas e animais, baseando-se nos ecossistemas naturais como modelo.

O presente trabalho teve como objetivo determinar a produtividade em matéria seca de espécies forrageiras, no primeiro ano de estabelecimento de sistemas de forrageiros, componentes de um modelo de sistema agrossilvipastoril proposto por ALBUQUERQUE (2003) para o Semi-Árido nordestino.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo ARAÚJO FILHO (1992), a pecuária, atividade econômica preponderante na região semi-árida do Nordeste brasileiro, tem como base a Caatinga, vegetação nativa, predominantemente caducifólia, com uma capacidade de suporte extremamente baixa (10-12 ha/bovino e 1,3-1,5 ha/caprino ou ovino), provocando elevada mortalidade de animais durante os períodos de seca, e, dificultando a implementação desta atividade na pequena propriedade. Conforme ANDRADE *et al.* (2005), a criação de caprinos e ovinos é uma atividade que exerce grande pressão na cobertura vegetal, por exceder à capacidade de suporte animal, comprometendo a conservação da biodiversidade do bioma da Caatinga.

Nesse sentido, ARAÚJO FILHO E CARVALHO (2001) destacam que a busca por uma agricultura sustentável, fundamentada em tecnologias não agressivas ao meio ambiente, tem apontado o desenvolvimento de sistemas de produção agroflorestais, em particular os sistemas agrossilvipastoris, como a alternativa mais adequada de uso da terra para o Semi-Árido brasileiro, combinando, segundo ALTIERI (1989), árvores com culturas agrícolas e a criação animal, em um conceito de imitação dos ecossistemas naturais. Para ALMEIDA *et al.* (1995), eles oferecem uma alternativa quanto aos problemas da baixa produtividade, da escassez de alimentos e da degradação ambiental generalizada, além de serem, segundo ALTIERI (1989), particularmente adaptados às condições do pequeno produtor rural. MAIA *et al.* (2006), enfatiza que a transição dos sistemas de produção agropecuários convencionais para a adoção de técnicas agrossilvipastoris ou silvipastoris podem contribuir de forma eficaz para o estabelecimento de modelos produtivos mais estáveis e que amenizem as adversidades encontradas pelas atividades rurais nas regiões semi-áridas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo encontra-se sendo conduzido na Estação Experimental Dr. Lauro Bezerra, pertencente ao IPA - Instituto Agrônomo de Pernambuco, no município de Serra Talhada, região semi-árida do Estado de Pernambuco.

De acordo com a classificação climática de THORNTHWAITE (1948), Serra Talhada possui clima do tipo Dda'a', semi-árido megatérmico, com pequeno ou nenhum excesso de água. A precipitação média anual do município é de 895,8 mm¹, dos quais 65 % estão concentrados no período de janeiro a abril. As temperaturas médias mensais oscilam entre 23,6 e 27,7 °C e as mínimas entre 18,4 e 21,6 °C. A umidade relativa do ar varia entre 78 e 39 % durante o ano, com valores superiores a 65 % no período da manhã. A Estação Experimental do IPA encontra-se a 500 m de altitude (IPA, 2006).

Os experimentos foram instalados em terreno anteriormente ocupado por uma vegetação de capoeira extremamente degradada, desenvolvida em nove anos de pousio, após haver sido cultivado com tomate e cebola. A vegetação circunjacente à área foi identificada como Caatinga hipo/hiperxerófila.

A área experimental tem um relevo plano, apresentando variações da classe de solos LUVISSOLO CRÔMICO eutrófico, de textura franco-arenosa, profundo a pouco profundo.

O modelo de sistema agrossilvipastoril (ALBUQUERQUE, 2003) adotado neste trabalho, obedece a uma distribuição espacial das espécies, segundo seus usos econômicos, em três diferentes áreas de produção (Figura 1): Área I - produção de forragem ou frutos, madeira ou lenha; Área II - produção de forragem ou cultivo agrícola de subsistência; Área III - prioritariamente para a produção sustentável de lenha ou madeira de espécies nativas, plantadas ou remanescentes, servindo também como área de pastagem natural, assim como para outros usos, tais como: apicultura, extração de matérias primas industriais e medicamentos naturais, abrigo para inimigos naturais de pragas e preservação da mata nativa. Objetivando a produção intensiva de forragem, deverão ser utilizadas nas áreas de produção I e II, preferencialmente plantas forrageiras sempre verdes, de rápido crescimento, garantindo a produção de forragem *in loco* e contínua (apesar da ocorrência de secas), objetivando principalmente a implementação de uma pecuária

¹ A precipitação no ano de condução deste estudo foi de 671,1 mm, distribuída entre os meses de janeiro a agosto e umidade relativa do ar (média) entre 55 – 63 % (IPA, 2006).

intensiva com baixa utilização de insumos externos. Essas áreas devem ser também preferencialmente implantadas em áreas já utilizadas para a agricultura ou em áreas degradadas.

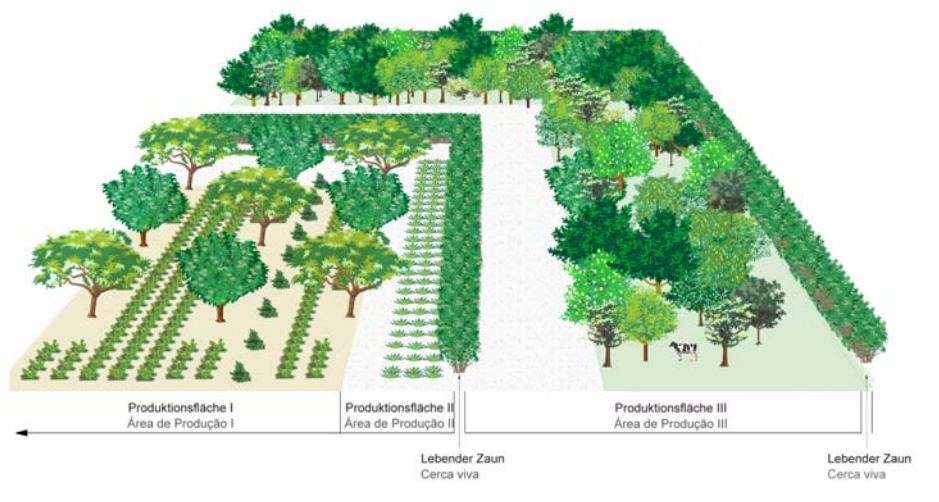


FIGURA 1: Disposição da vegetação no sistema agrossilvipastoril (ALBUQUERQUE, 2003)

Foram instalados dois experimentos (correspondentes à Área I), com cinco sistemas forrageiros, utilizando-se o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições de cinco tratamentos: T1 = ALGARROBA (*Prosopis juliflora*) + Leucena (*Leucaena leucocephala*) + Palma forrageira (*Nopalea cochenillifera*); T2 = ALGARROBA + Feijão bravo (*Capparis flexuosa*) + Palma forrageira; T3 = ALGARROBA + Gliricídia (*Gliricidia sepium*) + Palma forrageira; T4 = GLIRICÍDIA + Leucena + Palma forrageira; T5 = GLIRICÍDIA + Feijão bravo + Palma forrageira. Os experimentos diferem entre si pelo espaçamento (10 x 10 m e 5 x 5 m) entre os componentes sombreadores do sistema (algaroba nos tratamentos 1, 2 e 3 e gliricídia nos tratamentos 4 e 5). As parcelas foram instaladas intercalando-se entre as plantas sombreadoras fileiras contínuas de palma forrageira com 1,0 m na entrelinha e distanciadas das sombreadoras por 1,5 m. Entre as fileiras de palma foi introduzida uma fileira de leucena/feijão bravo/gliricídia, segundo o tratamento, obedecendo a um espaçamento de 1,0 m na linha e distando 1,5 m da fileira de palma.

Diferentes formas de manejo foram previstas para as diferentes espécies: Coleta de vagens para a algaroba, manejo de poda para a gliricídia, quando componente sombreador, manejo de corte para a leucena, feijão bravo e gliricídia, quando plantada nas entrelinhas, e coleta de raquetes para a palma forrageira.

No primeiro ano apenas a leucena e gliricídia mostraram condições de produção de forragem, ocorrendo o primeiro corte aos seis meses após o plantio, quando as plantas alcançaram 1,5 m de altura. Os cortes foram feitos à altura de 50 cm da superfície do solo, incluindo 11 plantas por área útil da parcela (0,01 ha). Foram realizadas três coletas, entre os meses de março a outubro¹, em intervalos de aproximadamente três meses, sendo aproveitados todos os galhos com espessura de até 1,0 cm de diâmetro, folhas, flores e frutos, considerando-se também o material remanescente abaixo da altura de corte.

Da produtividade em matéria verde (MV) alcançada foi obtida a produtividade em matéria seca (MS) com base no teor médio de MS determinado por amostragem nas parcelas. Os valores de produtividade em MS dos tratamentos por parcela foram posteriormente extrapolados para hectare.

Para avaliar o efeito dos tratamentos (sistemas) foram realizadas as análises de variância e teste de média (análises individuais). Visando avaliar o efeito de espaçamento, realizou-se uma análise conjunta dos dois experimentos. Os dados foram submetidos à análise de variância utilizando-se o programa SAS e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No primeiro ano após a implantação dos sistemas forrageiros, apenas a leucena e gliricídia apresentaram condições para coleta de forragem, no caso, sob manejo de corte. O feijão bravo, a ser manejado da mesma forma, apresentou crescimento extremamente lento, não oferecendo porte suficiente para esse fim. A algaroba não havia iniciado a produção de vagens e a gliricídia, enquanto espécie sombreadora, não apresentou porte para poda.

¹ O experimento foi instalado no mês de outubro do ano anterior, com mudas de 193 dias, as quais receberam uma irrigação de salvação até o início do período chuvoso (janeiro).

O rápido desenvolvimento da leucena e gliricídia permitiu no período de um ano, a partir do sexto mês após o plantio, três cortes, entre os meses de março a outubro, apresentando boa capacidade de rebrota mesmo no período seco.

Como demonstrado na Tabela 1, a leucena apresentou superioridade de produtividade à gliricídia no espaçamento 10 x 10 m (S1 e S4 > S3), não diferindo significativamente entre si quando plantada com a algaroba ou gliricídia, enquanto sombreadora (S1 = S4). No entanto, no espaçamento 5 x 5 m, apesar de estatisticamente não apresentar diferença significativa entre os consórcios (S1 = S4), a leucena apresentou uma produtividade consideravelmente mais baixa quando consorciada com a algaroba (S1), 410 kg a menos em relação a sua produção quando consorciada com a gliricídia. Sucendo, então, que nesse espaçamento, a espécie apresentou superioridade com relação à gliricídia somente quando plantada com a gliricídia, como espécie sombreadora (S4 > S3); quando em consórcio com a algaroba, a leucena não diferiu estatisticamente da gliricídia (S1 = S3).

Em solos de tabuleiros em Sergipe, BARRETO E FERNANDES (2001), encontraram melhores resultados para gliricídia do que para a leucena, com relação à produtividade em matéria seca. De modo semelhante, em solos de tabuleiro do sul da Bahia, SILVA E MENDONÇA (1995) verificaram um melhor desempenho da espécie em relação ao da leucena. Isso demonstra a diferença de comportamento das espécies segundo as diferentes condições edafo-climáticas.

A produtividade apresentada pela leucena e gliricídia nas diferentes condições de consórcio do presente estudo não permitem, como no caso anterior, a comparação com resultados de produtividade obtidos para essas espécies em condições de monocultivo ou de condições edafo-climáticas distintas.

Observou-se através da análise conjunta dos experimentos, que no período inicial de implantação dos sistemas forrageiros, não houve diferença significativa entre as produtividades da leucena e gliricídia alcançadas nos espaçamentos 10 x 10 m e 5 x 5 m (Tabela 1), sugerindo a não ocorrência, ainda, de influência das plantas sombreadoras sobre o desempenho produtivo das espécies manejadas em corte baixo (Figura 2). No entanto, pode-se observar que a gliricídia foi a espécie menos sensível às condições de consórcio, apresentando uma redução de produtividade no espaçamento 5 x 5 m de apenas 130 kg. A leucena, por sua vez, já demonstrou uma certa sensibilidade ao consórcio principalmente quando com a algaroba, apresentando no espaçamento de 5 x 5 m uma redução na produtividade de 370 kg.

COSTA *et al.* mencionam que a leucena prefere insolação direta, perdendo suas folhas quando sombreada, o que poderá conseqüentemente acarretar uma redução da produtividade da espécie nos próximos anos no espaçamento 5 m x 5 m.

TABELA1: Produtividade em matéria seca (kg/ha) de cinco sistemas forrageiros em duas diferentes condições de espaçamento (10 x 10 m e 5 x 5 m) no primeiro ano de implementação.

EXPERIMENTOS (espaçamento)	Produtividade em MS (kg/ha) Sistemas					CONJUNTA (espaçamento)
	S1 (L+A)	S2 (F+A)	S3 (G+A)	S4 (L+G)	S5 (F+G)	
(10 m x 10 m)	1.770a	0c	1.170b	1.920a	0c	970A
(5 m x 5 m)	1.340ab	0c	1.040b	1.750a	0c	830A
CONJUNTA (sistemas)	1.560A	0C	1.110B	1.830A	0C	

Onde: S1 = algaroba + leucena + palma forrageira; S2 = algaroba + feijão bravo + palma forrageira; S3 = algaroba + gliricídia + palma forrageira; S4 = gliricídia + leucena + palma forrageira; S5 = gliricídia + feijão bravo + palma forrageira; L = leucena; A = algaroba; F = feijão bravo; G = gliricídia. * Médias seguidas pela mesma letra minúscula nas linhas, pela mesma letra maiúscula na linha e pela mesma letra maiúscula na coluna não diferiram estatisticamente pelo teste de tukey com $\alpha = 5\%$

CONCLUSÕES

1. No primeiro ano de implementação dos sistemas forrageiros apenas a leucena e gliricídia, sob manejo de corte tiveram condições de aportar forragem aos sistemas.

2. A leucena e gliricídia apresentaram porte (1,5 m de altura) para manejo de corte aos seis meses após o plantio, quando foram utilizadas mudas de 193 dias.

3. A leucena e gliricídia permitiram três cortes (março a outubro), em intervalos de aproximadamente três meses, em condições edafo-climáticas de LUVISSOLO CRÔMICO eutrófico, profundo a pouco profundo, com um volume total de chuvas de 671,1 mm, distribuído entre os meses de janeiro a agosto.

4. A leucena apresentou maior produtividade em forragem do que a gliricídia.

5. Os espaçamentos (10 x 10 e 5 x 5 m) entre as plantas sombreadoras, não tiveram influência significativa sobre a produtividade da leucena e da gliricídia.

6. As maiores produtividades ocorreram nos sistemas forrageiros que incluem a leucena. Porém, ainda não é possível no primeiro ano de implantação, indicar o arranjo espacial (sistema x espaçamento) mais produtivo, já que o demais componentes dos sistemas não iniciaram sua produção de forragem.

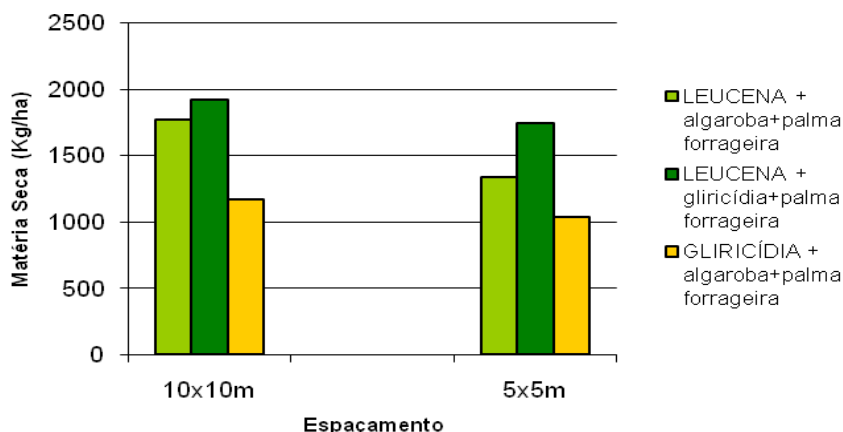


FIGURA 2: Produtividade em MS de leucena e gliricídia em diferentes condições de consórcio, nos espaçamentos 10 x 10 m e 5 x 5 m, no primeiro ano após o plantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, S. F. de. **Ein Agroforstkonzept für den semiariden Nordosten Brasiliens: Gewässerschutz und Entwicklung der kleinbäuerlichen Wirtschaft**. Berlin: Diss., TU, Univ.-Bibliothek, Abt. Publ., 2003. 172 p. (Berliner Beiträge zu Umwelt und Entwicklung, Bd. 21).
- ALMEIDA, M. V. C.; SOUZA, V. F.; COSTA, R. S. C. *et al.* **Sistemas agroflorestais como alternativa auto-sustentável para o Estado de Rondônia**. Porto Velho: PLANAFLORO; PNUD, 1995. 59p.
- ALTIERI, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA/FASE, 1989. 240 p.
- ANDRADE, L.A.; PEREIRA, I. M.; LEITE, U. T. *et al.* Análise da cobertura de duas fisionomias de caatinga, com diferentes históricos de uso, no município de São João do Cariri, Estado da Paraíba. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 3, p. 253-262, 2005.
- ARAÚJO FILHO, J. A. de. **Manipulação da vegetação lenhosa da caatinga para fins pastoris**. Sobral: EMBRAPA-CNPC, 1992. 18 p. (Circular Técnica, 11).
- ARAÚJO FILHO, J. A. de, CARVALHO, F. C. de. **Sistemas de produção agrossilvipastoril para o Semi-Árido Nordestino**. In: CARVALHO, M. M., ALVIM, M. J., CARNEIRO, J. C., **Sistemas Agroflorestais pecuários: opções de sustentabilidade para áreas tropicais e subtropicais**. Embrapa Gado de Leite. – Juiz de Fora, MG; Brasília: FAO, 2001. p.101-110.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Cultivo de *Gliricidia sepium* e *Leucaena leucocephala* em alamedas visando a melhoria dos solos dos tabuleiros costeiros. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 10, p. 1287-1293, 2001.
- IPA. **Dados Climatológicos da Estação Experimental de Serra Talhada**. Recife: IPA, 2006.
- LIMA, G. F. da C. **Reservas estratégicas de forragem: Uma alternativa para melhorar a convivência dos rebanhos familiares com a seca**. Natal: EMPARN, 2006. (Série Circuito de Tecnologias adaptadas para a agricultura familiar).
- MAIA, G. N. **Caatinga: Árvores e arbustos e suas utilidades**. São Paulo: D & Z Computação Gráfica e Editora, 2004.
- MAIA, S. M. F. et al. Impactos de sistemas agroflorestais e convencionais sobre a qualidade do solo no semi-árido cearense. **Revista Árvore**, Viçosa-MG, v. 30, n. 5, p. 837-848, 2006.
- SILVA, L. F. da; MENDONÇA, J. R. **Comportamento da gliricídia (*G. sepium*) em solos de tabuleiro do Sul da Bahia**. Ilhéus: Ceplac/Centro de Pesquisa do Cacau, 1995. 15 p.
- THORNTHWAITE, C. W. **An approach toward a rational classification of climate**. *Geographical Review*, v. 38, n. 1, p. 54-94, 1948.

SELECCIÓN DEL FACTOR DE AREA BASAL DEL RELASCOPIO DE BITTERLICH PARA EL MUESTREO DE UN RODAL DE *Pinus taeda* L. EN EL SUR DE BRASIL

BASAL AREA FACTOR SELECTION OF THE BITTERLICH RELASCOPIO TO THE TREE SAMPLING OF *Pinus taeda* L. IN THE SOUTH OF BRAZIL

Thiago Augusto da Cunha¹ César Augusto Guimarães Finger²

RESUMEN

El objetivo de este trabajo fue seleccionar el factor de área basal del Relascópio de espejo de Bitterlich modelo Metric Scale (MS) mas apropiado para obtener estimaciones de los parámetros forestales de número de individuos y área basal por hectárea por medio de un inventario forestal sistemático de un rodal de *Pinus taeda* L. ubicado en el área de la Universidade Federal de Santa Maria, RS - Brasil. Con una muestra de 10 puntos distribuidos de forma sistemática, los factores de área basal 1, 2 y 4 m².ha⁻¹ fueron probados y muestrearon respectivamente 161; 81 y 66 árboles, área basal de 32,2; 32,4 y 28,8 metros cuadrados por hectárea con 1408, 1374 y 1144 árboles por hectárea. No ocurrió diferencia significativa entre el área basal obtenida con los factores probados. El factor de área basal 2 fue seleccionado como más apropiado para inventariar el rodal debido a que presentó mejor combinación de resultados relativos al tiempo gasto y facilidad de operación en campo.

Palabras claves: método de Bitterlich, factor de área basal, rodal forestal.

ABSTRACT

The objective of this work was select the basal area factor of the Relascop of Bitterlich model, Metric Scale (MS), appropriate to obtain reliable forest parameters Number of individuals and basal area per hectare through a systematic forest inventory in a plantation of *Pinus taeda* L. located in the Universidade Federal de Santa Maria, RS - Brazil. With a sample of 10 distributed points in a systematic way, the basal area factor 1, 2 and 4 m².ha⁻¹ sampling respectively 161, 81 and 66 trees, basal area of 32,2; 32,4 and 28,8 square meters per hectare and 1408, 1374 and 1144 trees per hectare. There was not significant difference between the basal area estimated with the BAF operated. The BAF 2 was selected because presented better combination of relative results at the time expense and to the operation easiness for the characteristics of the plantation.

Key words: method of Bitterlich, basal area factor, sampling in forest plantation.

INTRODUCCION

El método Bitterlich presenta significativa contribución para la estimación del área basal de un rodal forestal. Desarrollado en el año 1947, por el Ingeniero forestal austriaco Walter Bitterlich, el mismo define como un muestreo con probabilidad proporcional al tamaño que a partir de un aparato denominado relascópio, es posible estimar el área basal de un rodal forestal sin la medición del dap de los árboles (VEIGA, 1985; PELLICO NETO & BRENA, 1997).

El muestreo consiste en el conteo de árboles, realizando un giro de 360° desde un punto central, en que, solamente los árboles cuyo dap se presenta al observador igual o mayor que una apertura angular determinada,

equivalente a $\left(\sin^2 \frac{\alpha}{2} \right)$ en que α (alfa) es el ángulo fijo conocido como factor de área basal (FAB) cuyo vértice es

el punto central de la unidad de muestreo, son contados y los dap que se presenten menores que este ángulo crítico, son excluidos del conteo (HUSCH *et al*, 1982).

De esta manera, cuanto mayor el dap, mayor será la probabilidad del árbol entrar en la muestra, o cuanto menor el FAB, mayor la probabilidad de se contar mas árboles, así, la selección de los árboles será con probabilidad proporcional al área basal. En este caso no se delimita un área para dicho muestreo, considerando este método como de área variable, diferente del método de parcelas de área fija, cuya probabilidad es proporcional al área de la parcela y la frecuencia de los individuos dentro de la parcela (PELLICO NETO & BRENA, 1997).

¹ Engenheiro Florestal, Mestrando em Manejo Florestal do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS. e-mail: etsfor@yahoo.com.

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS. e-mail: finger@smail.ufsm.br.

El ángulo (α) es proporcionado por otros instrumentos a parte del relascópio, como el tubo de Panamá, que consiste en un instrumento más sencillo, una vez que posee solamente un factor de área basal. Ya el relascópio de espejo de Bitterlich, permite la utilización de varios factores de área basal y al mismo tiempo, corrige la pendiente del terreno y permite la mensuración de la altura del árbol.

Según Prodan *et al.*, (1968), cualquiera FAB proporciona, en teoría, estimaciones puntuales insesgadas del área basal por unidad de superficie (ha). Sin embargo, la eficiencia y el riesgo de sesgamiento en las estimaciones varían según el elegido. Por esta razón, la elección del factor adecuado es muy importante para la eficacia del muestreo y la racionalización del inventario forestal.

La decisión de cual factor utilizar en el muestreo, dependen de las características de la masa forestal a medir, como: densidad y distribución espacial de los árboles; variación de los diámetros; precisión visual del operador, firmeza y práctica del operador.

Bitterlich (1984), menciona que la selección del FAB dependerá sobretodo de la variación diamétrica y de la densidad del bosque, el cual, cuando se trabaja en rodales disetáneos, el criterio de densidad es menos evaluado para tal selección, y que durante un conteo, se realizado con un FAB pequeño, como el caso del FAB 1, será muestreado más árboles tornando el trabajo pesado y monótono en que probablemente habrá árboles sin medir por equivocación. En el caso del muestreo con un factor grande como el FAB 4, se miden pocos árboles haciendo que los errores en las estimaciones de las diferentes variables dasométricas aumenten considerablemente debido a baja intensidad del muestreo.

El mismo autor menciona que el factor adecuado es aquel que muestrea de 20 a 30 árboles por punto. Así, se el factor de área basal 1 es operado resultando en 12 árboles, el debería ser excluido y posiblemente un FAB menor debería ser empleado para el muestreo.

Por otro lado, en rodales forestales con elevada densidad y con gran presencia de ramas bajas o matorral seco, los árboles ocultos son fuente de errores, especialmente si el radio virtual de la parcela es demasiado grande, lo cual ocurre cuando se escoge un FAB pequeño (BANYARD, 1976).

Pardé (1956) menciona que contar un número pequeño o grande de árboles, se constituye en una fuente de error en la estimación del área basal por hectárea; ya algunos autores como Loetsch *et al.*, (1973); Zoehrer, (1980); Husch *et al.*, (1982), recomiendan operar el FAB que muestrea entre 5 y 15 árboles como el más adecuado. Zoehrer (1980) sugiere además que, en caso de dudas, se opte por el FAB que asegure una muestra pequeña.

En Brasil, algunos trabajos fueron realizados con el objetivo de determinar el mejor factor de área basal para el levantamiento de bosque natural, sin embargo, los resultados demuestran diferencias no significativas entre los FAB 1; 2 y 3 (GORENSTEIN, 2002).

Queda evidente que la selección del factor de área basal adecuado para determinada área, es importante para obtener estimaciones confiables y con menor tiempo posible, por esta razón, la investigación tuvo el objetivo de determinar cual factor de área basal es el apropiado para la realización de un inventario forestal considerando un error máximo permitido de 10 % de la media de área basal de rodal de *Pinus taeda* L. en Santa Maria, (RS).

MATERIAL Y METODOS

Localización del área de estudio

El rodal del estudio esta ubicado en la estación experimental de la Universidad Federal de Santa Maria en la ciudad de Santa Maria, Departamento de Rio Grande do Sul, Brasil, ubicado entre las coordenadas 29° 43' 11" de latitud Sur y 53° 43' 02" de longitud Oeste, corresponde a una superficie total de 2,9 ha cuya plantación fue efectuada en 1996 con espaciamento de 3 metros entre líneas y 2 metros entre plantas, en un suelo originalmente degradado de topografía plana.

Procedimiento de campo

Fueron distribuidas dos líneas madres paralelas, distantes entre sí 30 metros orientadas en el sentido Este-Oeste entre la línea de plantación. Bajo un proceso sistemático de muestreo, fueron instalados un total de 10 puntos de referencia (cinco para cada línea) distanciados entre sí 50 metros, para el muestreo de la población utilizando los factores 1, 2 y 4 simultáneamente.

Fue calculado el radio entre cada punto de muestreo para evitar la superposición de áreas muestreadas, aplicando la fórmula siguiente (Figura 1).

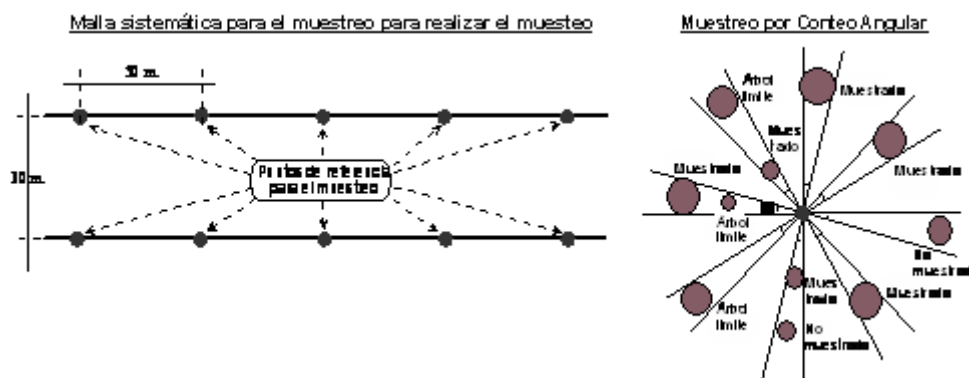


FIGURA 1: Malla sistemática utilizada para la ubicación de puntos de referencia para el muestreo del rodal de *P. taeda*, en Santa Maria, BRA. Fuente: Elaboración propia.

El procedimiento del muestreo fue realizado siguiendo la metodología utilizada por Kirchhoff *et al*, (1986) la cual propone los siguientes procedimientos: el relascópio fue ubicado exactamente sobre cada punto de referencia; las visadas se realizaron en los 360°, con el péndulo del instrumento liberado; el muestreo inició con el árbol mas cercano y progresó estrictamente en el sentido de los punteros del reloj; para los árboles limites fue controlada la distancia y su diámetro; cada árbol muestreado fue numerado para posterior medición de su dap; el muestreo fue repetido nuevamente para cada factor de área basal propuesto.

Fue cálculo del número de puntos de referencia (n) que serían necesarios para obtener estimaciones con 10% de error de la media, aplicando la fórmula propuesta por Beers & Miller (1964). Para la estimación del área basal y la densidad del rodal fue utilizada las siguientes fórmulas:

$$G.ha^{-1} = \bar{m}_i \times FAB$$

Siendo: $G.ha^{-1}$ = área basal por hectárea; \bar{m} = número medio de árboles seleccionados en el i-ésimo punto de muestreo; FAB = factor de área basal.

$$N / ha = \frac{FAB}{n} \sum_{j=1}^n \sum_{i=1}^m \frac{1}{g_{ji}}$$

Siendo: n = número de puntos de muestreo; FAB = factor de área basal empleado; m = número de árboles contados en el punto 'i'; g_{ij} = área de basal del árbol 'i' en el punto "j".

El estudio de tiempo fue realizado tomando el tiempo utilizando el factor de área basal 1 calculándose la media y las medidas de dispersión desviación estándar y coeficiente de variación. Los tiempos necesarios para la realización del levantamiento utilizando los factores 2 y 4 fueron estimados asumiéndose que el tiempo de traslado independiente del factor de área basal utilizado, mientras que en las etapas de medición de diámetros el tiempo utilizado es proporcional al número de árboles contados en la muestra.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Estadísticas descriptivas

En la tabla 1 observamos la performance, en cuanto a la variación, para la estimación del área basal. Operando con el FAB 1 resulta en un coeficiente de varianza menor (28,38%), en relación a los demás, razón por lo cual el número de árboles contados es mayor (n=300 árboles) abarcando mas la variación de los diámetros dentro del rodal.

Para el FAB 2 se obtuvo un 15% menos de variación entre las unidades de muestreo si comparado con el FAB 4 el cual, tiene un coeficiente de varianza 56,09% indicando que la media del área basal obtenida con este factor no es representativa para el rodal, donde la causa-efecto es, posiblemente, el número reducido de árboles contados durante muestreo con este factor (86 árboles).

Autores como Pardé (1956) y Banyard (1976) al estudiaren la precisión de las estimaciones de acuerdo al FAB empleado, encontraron errores en la estimación del área basal para un FAB grande.

TABLA 1: Medidas descriptivas para el área basal obtenida con el FAB 1, 2 y 4, para *P. taeda*, en Santa Maria, BRA.

FAB	n	\bar{x}	$S_{\bar{x}}$	Var*	CV %*
1	300	0.0358	0.0169	0,09368	28,38
2	171	0.0370	0.0182	0,06978	41,03
4	86	0.0391	0.0208	0,03573	56,09

Siendo: \bar{x} = media aritmética; $S_{\bar{x}}$ = dispersión absoluta o desviación estándar; Var = varianza; CV% = dispersión relativa o coeficiente de varianza de Pearson en porcentaje. * Estadísticas calculadas entre los puntos de muestreo, para el cálculo del número de unidades (n) necesarias para un error de 10% de la media estimada.

Para observar el comportamiento de cada factor (amplitud, mediana y percentiles), el área basal muestreada fue representada por el diagrama de *Box and Wisker Plots* como se observa en la figura 2.

La caja central (inter-cuartil: 25 – 75%) se encuentran la mitad de los datos de área basal los cuales son considerados mas estable y mas importante del conjunto de datos muestreados. El factor 2 concentra mayor parte de estos datos en la caja central del grafico, el cual es detectado fácilmente por la ausencia de valores extremos.

Analizando la posición de la media estimada, el factor 2 proporcionan mejor simetría con relación a la mediana (50% de los datos) y los inter-cuartiles ya los factores 1 y 4 presenta una asimetría más acentuada con una amplitud mayor de los valores extremos (valor máximo y mínimo).

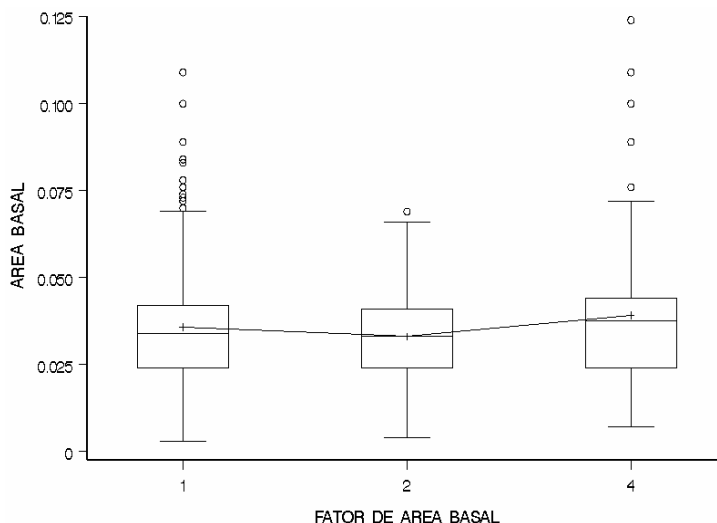


FIGURA 2: Área basal muestreada para cada factor de área basal empleado para los 10 puntos de referencia.

Cálculo de intensidad de muestreo

Utilizando el FAB 1 serian necesario 41 puntos de muestreo para un error admisible de 10% de la media con 95% de probabilidad de confianza, mientras que con el factor de área basal 2 serian necesarios 45 puntos de muestreo a más que el factor 1 (86) y trabajando con el factor 4 serian necesarios 75 puntos de muestreo a más que el factor 2.

Considerando que durante el levantamiento de los datos en los 10 puntos de muestreo operando el FAB 1 fueron gastos un total de 15.1 horas, 7.5 horas operando con el FAB 2 y 4,3 horas operando con el FAB 4. Con esto se puede determinar que para un número de 41 puntos de muestreo seria necesario un total de 61,91 horas contra 64,57 horas que serian necesarias para hacer el levantamiento utilizando el factor 2 en 86,1 puntos de muestreo y 69,18 horas utilizando el factor 4 para el inventario de 160,9 puntos de muestreo.

Notase que, a pesar de contar un mayor número de árboles, trabajando con el factor 1, se utiliza menos tiempo durante el inventario en campo, debido a la baja variación entre las unidades de muestreo o puntos de muestreo (CV = 28,38%), pero sin embargo, utilizando este factor en rodales homogéneos se lleva a inducir errores de muestreo debido al elevado número de árboles contados. Pardé (1956) operando con el factor 1 encontró errores de estimaciones en el área basal.

El número de individuos muestreados fue inversamente proporcional al factor de área basal empleado. Utilizando el factor 1, fue muestreado 300 árboles, seguido por el factor 2 con 171 árboles y por último el factor 4 contado 86 árboles. Se observa una reducción del 51,2% del número de árboles muestreados cuando se opera con el

factor 2 en relación con 1, y una reducción de 18,5% para el factor 4 si comparado con el 2. Trabajando con el factor 4, hay una reducción del 60% del número de árboles contados si comparado con el factor 1 (Tabla 2).

Esta proporción de número de individuos muestreados en función del FAB utilizado no fue el mismo descrito por Bitterlich (1990), donde se indica que el número de individuos muestreados con el FAB 1 es, aproximadamente, dos veces superior que el encontrado si operando con el FAB 2 y cuatro veces se operando con el FAB 4.

En este estudio esta relación fue de 17,3 % superior con el FAB 2 y 14,7% con el FAB 4 cuando comparado con el número de individuos contados con el FAB 1.

TABLA 2: Estimativas del empleo de diferentes factores de área basal del relascópio de Bitterlich, para *P. taeda*, en Santa Maria, BRA.

Estimación muestral	Factor de Área Basal		
	1 m ² ha ⁻¹	2 m ² ha ⁻¹	4 m ² ha ⁻¹
Número de individuos muestreados	300	176	86
Número de individuos puntos (media ± desviación estándar)	15,9 ± 9,96	9,2 ± 5,27	5,0 ± 2,85
Densidad (árboles ha ⁻¹)	1099	1196	1150
Área basal (m ² ha ⁻¹)	30,0	34,2	34,4
DAP medio (media ± desviación estándar en cm.)	20,7 ± 4,93	21,1 ± 5,11	21,6 ± 5,56
Tiempo total en horas	15,1	8,6	4,3

Analizando los datos, se observa que las estimaciones de densidad de árboles por hectárea no variaron demasiado entre os factores 2 y 4, sin embargo el factor 1 presenta una estimación menor que los demás. No se puede decir con seguridad cual de las estimaciones es la más exacta, una vez que no se conoce el valor del parámetro de la población. La mayor estimación de la densidad, obtenida mediante el factor 2, puede ser explicada por el bajo valor de la media de los diámetros de los árboles muestreados.

La figura 3 representa la frecuencia para área basal de árboles muestreados en función de los factores de área basal utilizados. Se observa que el factor 1 muestrea más individuos y así sucesivamente y que la distribución de los datos de área basal estimados, operando con el FAB 1 y 2, a simple vista, tiende a ajustarse a una distribución normal.

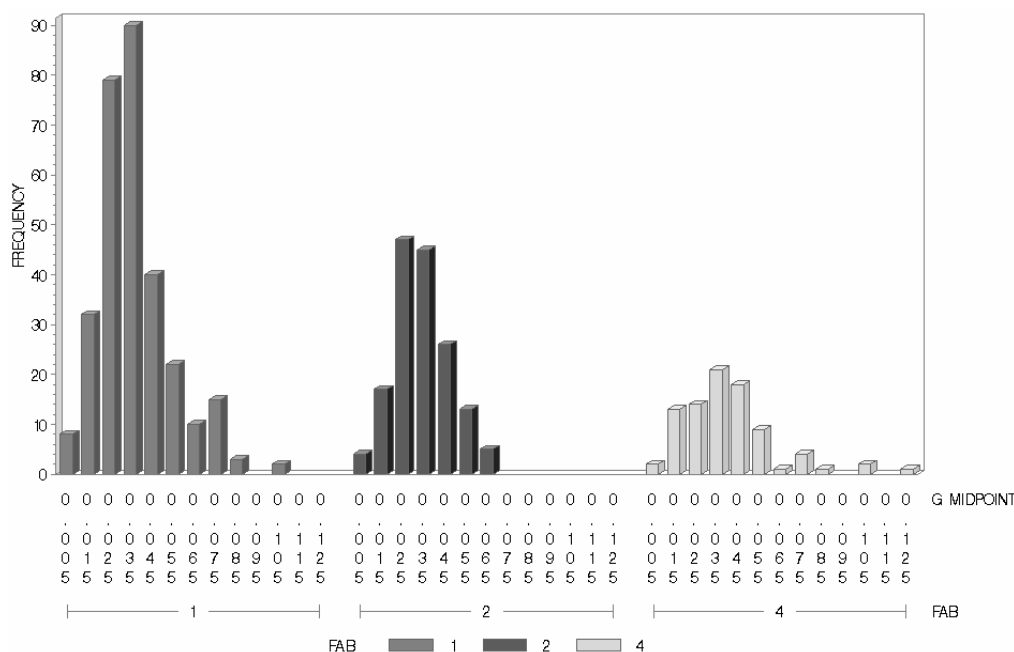


FIGURA 3: Histograma de frecuencia del diámetro muestreado por los diferentes factores de área basal para *P. taeda*, en Santa Maria, BRA.

La hipótesis nula de normalidad de los datos de área basal, estimados por cada factor durante el inventario, fue probada por medio del teste de Kolmogorov-Smirnov, presentando valores no significativos, para un nivel de 99 % de probabilidad de confianza. En la Figura 4 se observa la distribución hipotética para el factor 2; esto indica que la

distribución de frecuencias se aproxima de la distribución normal, garantiendo la aplicación de los testes de significancia basadas en este tipo de distribución.

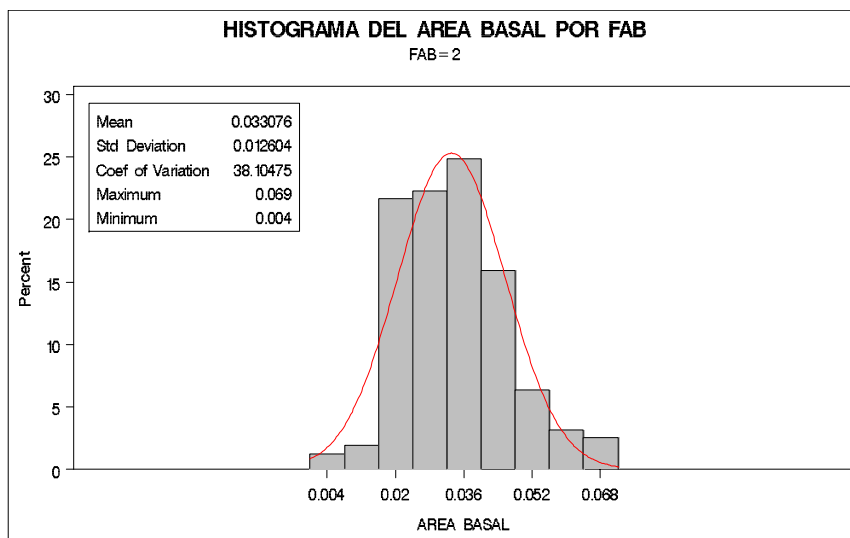


FIGURA 4: Histograma de la distribución del área basal estimada operando con el FAB 2 y distribución normal hipotética (línea), para *P. taeda*, en Santa Maria, BRA.

Por lo tanto, como el área basal se distribuye normalmente para cada FAB, partiendo de la expresión que representa la probabilidad (α) de que el valor cualquiera de área basal (x) se desvíe de su esperanza en una magnitud mayor que la representada por un cierto valor Z (Prodan, 1968):

$$P(E[x] - Z_{1-\alpha/2} \cdot S_x^2 < x < E[x] + Z_{1-\alpha/2} \cdot S_x^2) = 1 - \alpha$$

Podemos decir que, el 99% de los puntos de muestreo poseen un área basal (x) comprendida entre 0,0351 y 0,0361 m² para el FAB 1; para el FAB 2 se tiene 0,0327 y 0,0335 m² y para el FAB 4 se tiene 0,0386 y 0,0405 m². Solamente el 1% de los puntos de muestreo poseen área basal (x) fuera de este rango.

Conforme citado por Silva (1977), algunos autores recomendaron, como regla general, escoger el factor de área basal, en base al área basal estimada del rodal, recomendando utilizar el factor 2 para un rodal que posee 20 a 40 m².ha⁻¹. Esta indicación, concuerda con el resultado del estudio, en que, con el factor 2 fue estimado un área basal de 34,20 m².ha⁻¹.

La media del número de individuos por punto fue inversamente proporcional al factor de área basal empleado. Este número oscilo de 15,9 en el factor 1; 9,2 individuos para el factor 2 e 5,0 individuos para el factor 4. Según Brack *et al.* (1999), en el muestreo de Bitterlich, el factor de área basal empleado debe ser aquel muestre 7 a 12 individuos por punto.

De acuerdo con Finger (1992) en factor de área basal adecuado es aquel que muestrea 20 individuos. De esta forma, el factor 2 se encuentra dentro de este rango y sería considerado como el más adecuado para su aplicación en este tipo de rodal forestal.

Se observa que hay una relación directa entre el valor del error estándar de la estimación del número de individuos por punto y el factor de área basal empleado. Las estimaciones de área basal por hectárea no diferenciaron entre los factores probados al nivel de 95% de probabilidad de confianza. Se observa que el factor 1 produjo la menor estimación 30 m².ha⁻¹, seguido por el factor 2 que estimó 34,2 m².ha⁻¹ ya el factor 4 estimó el mayor valor que consiste en 34,4 m².ha⁻¹.

Fue efectuado un análisis de varianza para el área basal estimada, donde para cada FAB se consideró como tratamiento y cada punto de muestreo como un bloque y la variable de respuesta como el área basal muestreada en m² (Tabla 3).

TABLA 3: Análisis de varianza del área basal estimada por los FAB 1; 2 y 4 en el rodal de *P. taeda*, en Santa Maria, BRA.

FV	GL	SC	CM	F	Pr > F
FAB	2	0,0007835	0,0003917	1,21	0,2998
ERROR	555	0,1800964	0,0003245		
TOTAL	557	0,1808799			

El análisis de varianza reveló no haber evidencias para rechazar la hipótesis de nulidad (Pr > F = 0,2998) indicando que el área basal estimada es igual para cualquiera de los tres FAB empleados.

Se determinó que las diferencias observadas en los promedios del área basal se debieron a la variabilidad que ocurre en los puntos de muestreo y no a diferencias entre cada FAB utilizado, lo concuerda con los obtenidos por Gorenstein (2002).

Tiempo utilizado en el muestreo

Fue gasto un total de 26,9 horas para la colecta de los datos de diámetro durante el muestreo utilizando los 3 factores. Este tiempo no incluyó el tiempo referido al traslado de un punto a otro, tampoco el tiempo utilizado en el descanso, sino el tiempo utilizado durante la actividad de medición.

Considerando el tiempo invertido dentro de los puntos, con el factor de área basal 2, el mayor consumo del tiempo fue durante las mediciones del dap, que corresponden a 46% del tiempo total.

CONCLUSIÓN

Las diferencias entre los factores 1, 2 y 4 fueron no significativas, por lo tanto, se recomienda operar con cualquier factor, cuando solamente la precisión de las estimaciones es tomada en consideración.

Del punto de vista económico, el factor 2 es el más adecuado, presentando la mejor combinación de resultados en la estimación de parámetros del rodal en estudio y mayor facilidad de aplicación en campo.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA

BANYARD, S.D. A Comparison between point sampling and plot sampling in tropical rain Forest base on a concept of the equivalent relascope plot size. *Commonwealth Forestry Review*, v. 54. p. 312 – 320, 1976.

BEERS, T.W.; MILLER, C.I. Point sampling: research results theory and applications. *Research Bulletins, Purdue University*, v.7, n.8, p.1-55, 1964.

BITTERLICH, W. The relascope idea: relative measurement in forestry. Sloughy. Commonwealth Agricultural Bureaux, 236 p. 1984

BITTERLICH, W. Relascópio de espejo con escala métrica y escala ancha. Salzburgo”. Österreich, 1956, 14 p. 1990.

BRACK, C. Forest mensuration. Measuring trees, stands and forests for effective forest management”. Computer-base course resources for forest mensuration at the Australian National University. 1999. Consultado en Noviembre, 2007 disponible en: <http://www.anu.edu.au/Forestry/mensuration>.

FINGER, C.A.G. FATEC Fundamentos de Biometria Florestal. Universidade Federal de Santa Maria, Brasil. 269 p. 1992.

GORENSTEIN, M. R. Métodos de amostragem no levantamento da comunidade arbórea em floresta estacional semidecidual. São Paulo: USP, 2002. 178 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal). Universidade de São Paulo. Escola Superior de Agricultura “Luz de Queiroz”.

HUSCH, B.; MILLER, C.I.; BEERS, T.E. Forest mensuration. 3 ed. New York, John Wiley & Sons. 402 p. 1982.

KIRCHHOFF, J. P.; ZOEHRER, F.; FOSTER, H. Entwicklung eines Schulungskonzeptes und Durchfuerung der fuer die bundeswaldinventur. DFS, Berlin, 10 p. 1986.

LOETSCH, F; ZÖHRER, F.; HALLER, K.E. Forest inventory”. München, BLV Verlagsgesellschaft. v.2, 1973. 469 p.

PARDÉ, J. Un appareil révolutionnaire: le Relascope à miroir de Bitterlich”. *Revue Forestière Française* v. 8, n. 3, p. 172 – 184. 1956.

PELLICO, N.; BRENA, D. Inventario Florestal Câmara Brasileira do Livro. Paraná, Brasil, v. 1, 1997. 316 p.

PRODAN, M.; PETERS, R.; COX, F. Mensura Forestal. San José, Costa Rica IICA, 586 p. 1968.

SILVA, J.A. A Relascopia como instrumento básico para inventários florestais e cubagem de árvores individuais. SIMPOSIO SOBRE INVENTARIO FLORESTAL, Piracicaba, Brasil, p. 81 – 91. 1977.

VEIGA, A.A. Coletânea de assuntos técnicos – área de dasonomia, treinamento da coordenadoria da pesquisa de recursos naturais”. *Publicação Instituto Florestal, São Paulo*, v. 5, p. 213 – 251. 1985.

ZOEHRER, F. Forstinventur ein leitfaden für stadium und praxis. Verlag Paul Parey. Hamburg, Berlin, 270 p. 1980.

EFEITO DA ADUBAÇÃO NA PRODUÇÃO DE MUDAS DE CANAFÍSTULA
(*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.)

EFFECT OF FERTILIZATION ON SEEDLING PRODUCTION OF CANAFÍSTULA
(*Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub.)

Wesley Wilker Corrêa Morais¹ Karla Campagnolo² Magnos Alan Vivian³ Maristela Machado Araujo⁴
Angela Luciana de Avila⁵ Angélica Polenz Wielewicki⁶

RESUMO

O estudo das exigências nutricionais é de grande importância para todas as espécies florestais. A canafístula é uma espécie arbórea que apresenta potencial de utilização em diferentes áreas de interesse (reflorestamentos, arborização, entre outros). Desta forma, este estudo teve como objetivo analisar a resposta da espécie em relação a diferentes níveis de adubação, testando seis tratamentos em delineamento blocos ao acaso. O tratamento 1 (T1) foi a testemunha, sendo que não apresentava adubação. A partir do tratamento (T2), foram sendo acrescentadas as doses de NPK (uréia, Superfosfato Simples (SFS) e Cloreto de potássio (CP)), atingindo o máximo teor no T6. A espécie apresentou melhor resposta ao T3 para a maioria dos parâmetros avaliados (altura de parte aérea, diâmetro do colo, peso seco de parte aérea e raiz, peso seco total e índice de Dickson). A segunda melhor resposta ocorreu em dose mais alta. Desta maneira, verificou-se que a canafístula demonstrou exigência nutricional para o substrato a ser utilizado na sua produção de mudas, o que proporciona plantas de melhor qualidade e, provavelmente, melhora os índices de sobrevivência a campo.

Palavras-chave: produção de mudas, adubação, qualidade de mudas, viveiro.

ABSTRACT

The study of nutritional requirements is of great importance for all forest species. The canafistula is a tree species that shows potential for use in different areas of interest (reforestation, afforestation, among others). Thus, this study aimed to analyze the response of the species in relation to different levels of fertilization, testing six treatments in a randomized block design. The treatment 1 (T1) was the witness, and that did not have fertilization. From the treatment (T2), were added the doses of NPK (urea, single superphosphate (SPS) and potassium chloride (CP)), reaching the highest level in T6. The species showed better response to T3 for most parameters measured (height of the *aerial part of the trees*, the basal diameter, waterless weight of aerial part and root, total dry weight and index Dickson). The second best response occurred in the highest dose. Thus, it appeared that canafistula demonstrated nutritional requirement for the substrate to be used in its production of seedlings, which offers better quality plants and probably improves the survival rates in field.

Key words: seedling production, fertilization, quality of seedlings, nursery.

INTRODUÇÃO

Existe, atualmente, uma tendência mundial de valorização dos recursos naturais, de modo que há um grande incentivo para o plantio de espécies nativas. O setor florestal deve atuar buscando maneiras de aprimorar as técnicas de produção de mudas nativas, atendendo a grande demanda e disponibilizando material de qualidade. Para atingir este desafio, a utilização de uma adubação adequada poderá proporcionar melhor desenvolvimento das mudas na fase de viveiro e, conseqüentemente, assegurar maior índice de sobrevivência e desenvolvimento a campo.

A espécie *Peltophorum dubium* (Spreng.) Taub., pertence a família Fabaceae, é uma árvore decídua, heliófita e apresenta exigência à fertilidade química do solo (INOUE e GALVÃO 1986). Carvalho (1994) descreveu a espécie como pioneira, rústica e de rápido crescimento, sendo indicada para a composição de reflorestamento misto de áreas degradadas e também para a reposição da mata ciliar em terrenos não-sujeitos à inundação. Perez *et al.* (1998)

¹ Acadêmico do curso de Engenharia Florestal. CCR/UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: wesley_eng@yahoo.com.br.

² Acadêmica do curso de Engenharia Florestal. CCR/UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: karlinha.campagnolo@hotmail.com.

³ Acadêmico do curso de Engenharia Florestal. CCR/UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: magnosalan@yahoo.com.br.

⁴ Prof. Dr. adjunta da Universidade Federal de Santa Maria. DCFL/CCR/UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: araujo.maristela@gmail.com.

⁵ Mestranda do programa de Pós-graduação da Engenharia Florestal. CCR/UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: angeladeavila@gmail.com.

⁶ Fiscal Federal Agropecuária. LANAGRO/ MAPA. Porto Alegre, RS. angélica.wielewicki@agricultura.gov.br.

mencionou que, além da canafistula apresentar madeira para usos múltiplos, pode ser utilizada também como árvore ornamental.

O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de diferentes composições nutricionais para a adubação de substrato, na produção de mudas de *Peltophorum dubium* (canafistula) em fase de viveiro.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A determinação de padrões de qualidade relacionados à mudas é um fator importante para o crescimento da atividade florestal. Neves *et al.* (2005) relataram que a qualidade das mudas é uma característica determinante para o bom desenvolvimento de povoamentos florestais.

O uso de substratos de baixa fertilidade química exige a complementação com adubação durante o processo de produção, proporcionando melhor qualidade e redução do tempo das mudas no viveiro (Wedling e Gatto, 2002).

Conforme Lima (2001) a maioria dos substratos é deficiente em nutrientes exigindo a adição de fertilizantes e corretivos químicos. A adubação deve representar a melhor formulação nutricional à espécie produzida, proporcionando no final do processo maior qualidade e economia.

A utilização de parâmetros indicativos da qualidade das mudas é uma prática que possibilita diagnosticar a sobrevivência e crescimento inicial das mudas, após o plantio. Entretanto, tais características são conhecidas para espécies exóticas, produzidas em larga escala, com poucas informações em relação às nativas (JOSÉ, 2003).

Os parâmetros morfológicos são os mais utilizados para determinação da qualidade de mudas (GOMES *et al.*, 2002), considerando que são variáveis facilmente obtidas, representam a qualidade e indicam o melhor momento de expedição da produção.

MATERIAL E MÉTODO

O Experimento foi conduzido no Viveiro Florestal, DCFL, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), município de Santa Maria, RS. As sementes de canafistula foram fornecidas pelo programa Bolsa de Sementes (Convênio UFSM / AFUBRA) e coletadas em São Miguel do Oeste – SC.

As sementes de *Peltophorum dubium* foram submetidas à superação de dormência tegumentar, através do método de imersão em água, por 24 horas. O experimento foi iniciado em setembro de 2007.

Os recipientes utilizados foram tubetes com volume de 280 cm³ e o substrato consistiu em Turfa Fértil[®] utilizada na produção de eucalipto e vermiculita média, na proporção de 3:1.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, utilizando-se quatro blocos. O experimento foi conduzido pela análise de seis tratamentos considerando a testemunha e cinco diferentes níveis de NPK (Tabela 1). Cada bloco consistiu de 24 tubetes, considerando a bordadura, obtendo-se então oito plantas úteis em cada repetição.

No semeio foram utilizadas 3 sementes por tubete. Após a germinação foi realizado o raleio das plântulas com características inferiores.

TABELA 1: Adubações de base adicionadas ao substrato para produção de mudas de canafistula (*Peltophorum dubium*), no Viveiro Florestal, DCFL, UFSM, Santa Maria, RS.

Tratamento	N	Uréia	P	SFS ¹	K	CP ²
	g/m ³					
T1	0	0	0	0	0	0
T2	40	90	150	830	50	80
T3	80	180	300	1670	100	170
T4	120	270	450	2500	150	250
T5	160	360	600	3330	200	330
T6	200	440	750	4170	250	420

Sendo: ¹SFS – Superfosfato Simples; ²CP – Cloreto de potássio.

As mudas permaneceram três meses em casa de vegetação e, em janeiro de 2008, foram transferidas para a área de aclimação, utilizando-se proteção de sombrite[®] 50%. Neste período, foi realizada a primeira medição do experimento, observando-se a altura de parte aérea (APA), medida com régua milimetrada, da superfície do substrato até o último lançamento de folhas e o diâmetro do colo (DC), medido com paquímetro.

O monitoramento do experimento foi mensal para acompanhamento do crescimento das mudas, analisado graficamente. Aos 7 meses de idade foi realizada a avaliação final, gerando os dados que foram utilizados na análise de variância e Teste de Tukey.

Na avaliação final também foi avaliada a massa seca da raiz (PMSR), da parte aérea (PMSPA) e total (MST) e o índice de qualidade de Dickson (IQD) (Eq. 1).

$$IQD = \left(\frac{(PMSPA + PMSR)}{(APA/DC) + (PMSPA/PMSR)} \right) \quad (Eq. 1)$$

Onde: APA: altura da parte aérea (cm); DC: diâmetro do colo (mm); PMSPA: peso da matéria seca da parte aérea (g); e PMSR: peso da matéria seca de raiz (g).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da comparação das médias dos tratamentos, observou-se que o T3 apresentou maiores valores em todos os parâmetros avaliados no trabalho. O tratamento que proporcionou menor desempenho as mudas foi o T1 (testemunha), comprovando a importância da adubação de base na produção de mudas com maior qualidade (Tabela 2). Para o índice de Dickson, também foi verificado maior valor para mudas submetidas ao T3.

TABELA 2: Médias dos parâmetros avaliados na produção de mudas de Canafistula (*Peltophorum dubium*), submetidas a diferentes níveis de adubação de base, no Viveiro Florestal, DCFL, UFSM, Santa Maria, RS.

Trat*	APA (cm)	DC (mm)	PMSR	PMSPA	IQD
1	10,1 b	3,3 d	3,99 c	4,38 c	2,01 d
2	11,7 b	3,7 c	5,92 b	5,65 c	2,81 c
3	20,3 a	4,2 a	7,51 a	13,08 a	3,13 a
4	17,9 a	3,9 b	6,60 ab	9,89 b	2,71 b
5	18,1 a	3,7 b	6,15 ab	10,09 b	2,48 b
6	18,2 a	3,9 b	6,84 ab	11,29 ab	2,87 ab

Sendo: * Trat: Tratamento. APA: Altura de parte aérea. DC: diâmetro do colo. PMSR: peso de massa seca de raiz. PMSPA: peso de massa seca de parte aérea. IQD: Índice de qualidade de Dickson.

Os resultados da análise estatística indicaram que o T3 proporcionou melhor desenvolvimento às mudas, quando avaliados todos os parâmetros conjuntamente.

O desenvolvimento das mudas durante o período de avaliação demonstrou tendência à estabilização para a altura de parte aérea (Figura 1A), entretanto, o diâmetro do colo não estabilizou seu crescimento até o final das medições (FIGURA 1B).

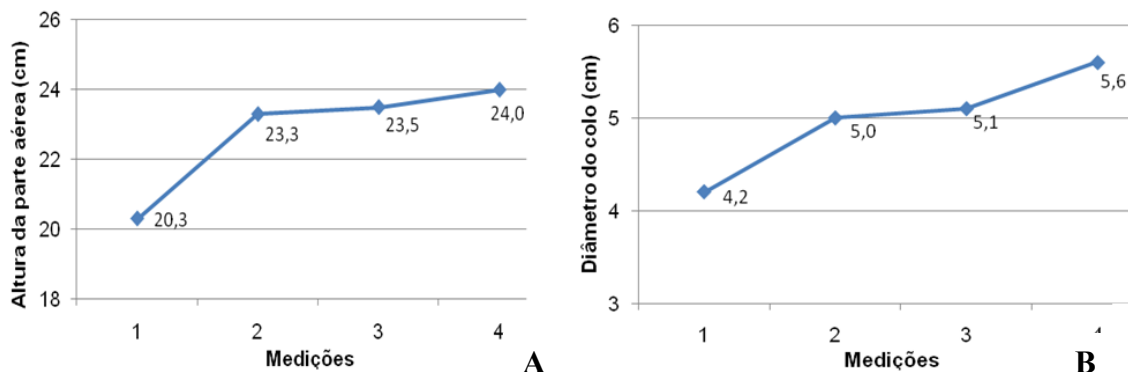


FIGURA 1: Desenvolvimento das mudas de Canafistula (*Peltophorum dubium*), submetidas a diferentes níveis de adubação de base, no Viveiro Florestal, DCFL, UFSM, Santa Maria, RS. (A) Altura da parte aérea no tempo. (B) Diâmetro do colo.

Com exceção da relação h/d (altura/diâmetro), todos os parâmetros demonstraram diferença significativa, permitindo a avaliação das médias pelo teste de Tukey e, assim, a verificação do tratamento mais adequado em cada variável.

De acordo com a Figura 2, podemos observar que o T3 obteve a maior média para a altura, entretanto não diferenciando estatisticamente dos tratamentos 5, 6 e 4. As menores médias foram observadas para os tratamentos 2 e 1 (testemunha).

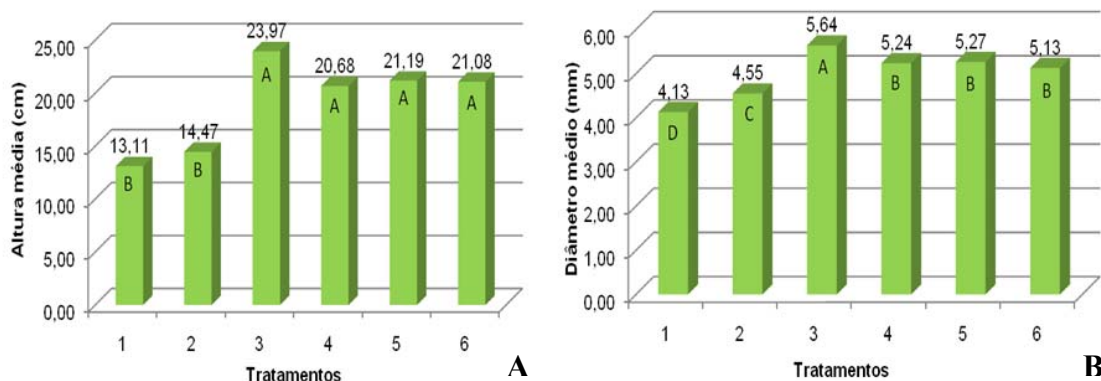


FIGURA 2: Altura média (A) e diâmetro (B) por tratamento aplicado, e suas respectivas classificações segundo o teste de Tukey, para o experimento realizado com mudas de *Peltophorum dubium*, no Viveiro Florestal DCFL, UFSM, Santa Maria, RS.

Carneiro (1995) cita que a altura da parte aérea foi por muito tempo o único parâmetro utilizado na avaliação da qualidade das mudas. Este fator pode ser explicado devido à facilidade da obtenção desse valor, além de não se tratar de um método destrutivo. Hoppe *et al.* (2005) recomendaram que os resultados obtidos por essa característica só sejam analisados combinados com outros parâmetros, como diâmetro de colo, peso, relação peso das raízes/peso da parte aérea, entre outros.

Moraes Neto *et al.* (2003), trabalhando com a mesma espécie, aos 120 dias de idade, utilizando 19 – 6 – 10 kg/m³ (adubo de liberação controlada), produzidas em tubetes com volume de 50 cm³, em substrato 60% húmus de minhoca, 30% casca de arroz carbonizada e 10% de terra de subsolo, encontraram, em média, altura de 23 cm e diâmetro de 5,0 cm, observando que os valores encontrados neste trabalho assimilaram-se aos encontrados pelo autor.

Conforme a Figura 2B observou-se que o T3 obteve a maior média para o diâmetro, diferindo de todos os outros tratamentos. Já o T5, T4, e T6 não diferiram entre si. As menores médias foram apresentadas pelo T2 e T1 (testemunha), onde o último foi o que demonstrou o pior desempenho.

Segundo Sturion (1981) o diâmetro de colo deve ser utilizado como o melhor dos indicadores de padrão de qualidade, e mudas delgadas ou de grande altura devem ser descartadas da análise, conclui o autor. Uma tendência semelhante para diâmetros foi obtida por Gomes *et al.* (2003) trabalhando com *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K.

Para o diâmetro do colo, o T3 foi o melhor e se diferenciou dos demais (Figura 2B). Os tratamentos 5, 4 e 6 não diferenciaram entre si, mas sim dos tratamentos 2 e 1.

Através da Figura 3A, pode-se perceber que o T3 mostrou, também, melhor desempenho em relação ao parâmetro de peso da massa seca da parte aérea, porém não diferindo estaticamente do T6. Da mesma forma, o T6 não mostrou-se diferente em relação ao T5 e T4. Já as piores médias foram demonstradas pelo T2 e T1 (testemunha), não diferindo entre si.

Percebeu-se então, que na proporção em que se aumenta o nível de adubação a biomassa também tende a aumentar, entretanto até certo nível e após tende a diminuir novamente.

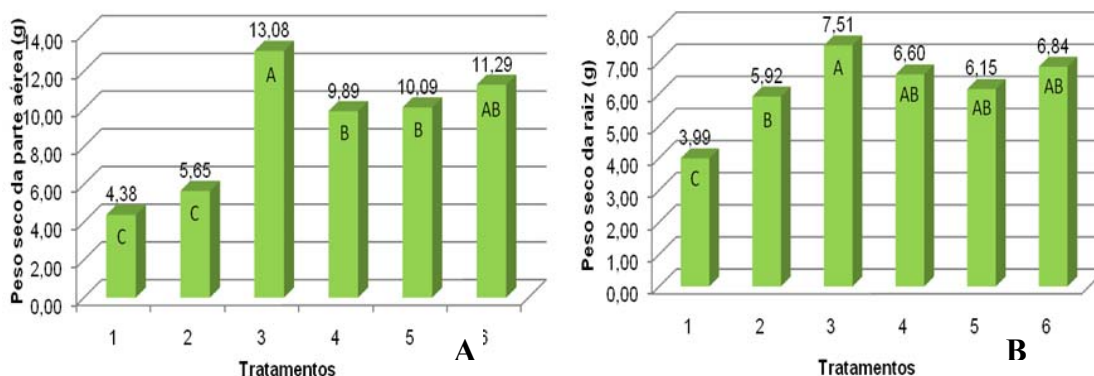


FIGURA 3: Peso da massa seca da parte aérea por tratamento (A), e Peso da massa seca da raiz (B), com suas respectivas classificações segundo o teste de Tukey, para o experimento realizado com mudas de *Peltophorum dubium*, no Viveiro Florestal DCFL, UFSM, Santa Maria, RS.

Para o parâmetro peso da massa seca da raiz (Figura 3B), vê-se que o T3 mostrou-se melhor em relação aos demais, entretanto não diferindo estatisticamente do T6, T4 e T5. Da mesma forma, do T6 ao T2 não houve uma variação significativa. Assim, pode-se concluir que os diferentes níveis de adubação não tiveram grande influência sobre a massa radicular. Apenas o T1 se mostrou inferior.

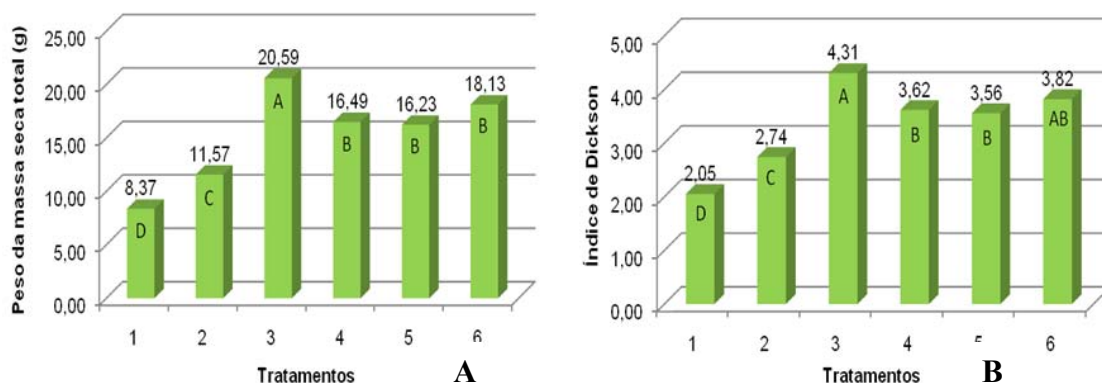


FIGURA 4: Peso da massa seca total por tratamento, e suas respectivas classificações segundo o teste de Tukey (A), e Índice de Dickson (B) para o experimento realizado com mudas de *Peltophorum dubium*, no Viveiro Florestal DCFL, UFSM, Santa Maria, RS.

De acordo com a Figura 4A, para o peso seco da massa total, o T3 mostrou-se melhor aos demais. Já o T6, T4 e T5 não se diferenciaram, apresentando respostas semelhantes. Os tratamentos T2 e T1 foram os que apresentaram as piores médias, onde a testemunha foi o pior.

Para o índice de Dickson (Figura 4B), o T3 apresentou a melhor relação entre todas as variáveis, contudo não divergindo do T6. e este não diferiu do T4 e T5, apresentando a mesma resposta. Os tratamentos T2 e T1 foram os que apresentaram as menores médias.

Os tratamentos com maiores índices de qualidade de Dickson apresentaram os maiores valores de diâmetro do colo, massa seca da parte aérea, do sistema radicular e total, além disso, também estes foram os que tiveram os menores valores da relação parte aérea/sistema radicular e da relação altura da parte aérea/diâmetro do colo.

Fonseca *et al.* (2002), encontraram resultados semelhantes trabalhando com mudas de *Trema micrantha* produzidas sob diferentes níveis de sombreamento. Os autores descreveram que o índice de qualidade de Dickson é um bom indicador da qualidade das mudas, pois no seu cálculo são considerados robustez e equilíbrio da distribuição de biomassa na muda, ponderando os resultados de vários parâmetros importantes empregados para avaliação da qualidade.

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram que a adubação de base é um fator determinante para a produção de mudas de boa qualidade em viveiros florestais, de modo que as melhores respostas foram obtidas de um nível médio a alto de adubação. Os valores extremos de adubação não se mostraram satisfatórios para a espécie, sendo que o tratamento 3, composto por 80g de N (180g de uréia), 300g de P (1670g de SFS) e 100g de K (170g de CP) foi o que proporcionou melhor desempenho.

Diante de todos os resultados obtidos neste trabalho, recomenda-se a utilização do Tratamento 3 como adubação de base, aliado ao tipo de substrato utilizado, para a produção de mudas em viveiro de *Peltophorum dubium*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARNEIRO, J. G. A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR / FUPEF, Campos: UENF, 1995. 451 p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária; Centro Nacional de Pesquisa de Florestas – Colombo: EMBRAPA – CNPF; Brasília: EMBRAPA – SPI, 1994. 640p.
- FONSECA, É.P.; VALÉRI, S. V.; MIGLIORANZA, É.; FONSECA, N. A. N.; COUTO, L. **Padrão de qualidade de mudas de *trema micrantha* (l.) blume, produzidas sob diferentes períodos de sombreamento**. Revista *Árvore*, 2002, vol.26, n. 4, p. 515-523.
- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. **Crescimento de mudas de *Eucalyptus grandis* em diferentes tamanhos de tubetes e fertilização N-P-K**. Revista *Árvore*, 2003, vol. 27, n. 2, Viçosa Mar./Apr. 2003. p. 113-127.

- GOMES, J. M.; COUTO, L.; LEITE, H. G.; XAVIER, A.; GARCIA, S. L. R. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis***. Revista Árvore, Viçosa, v. 26, n. 6, p. 655-664, 2002.
- HOPPE, J. M.; SCHUMACHER, M. V.; QUEVEDO, F. F.; THOMAS, R.; IVANOV, G. B.; DIAS, T.; FILHO, J. P. **Utilização de bacsol e orgasol na produção de mudas de *Platanus X Acerifolia***. Centro tecnologico de silvicultura CEPEF/FATEC, UFSM, fev. 2005, p. 22-35.
- INOUE, M. T.; GALVÃO, F. **Desempenho assimilatório de *Mimosa scabrella*, *Peltophorum dubium*, *Schinus terebinthifolius* e *Matayba elaeagnoides*, em dependência da intensidade luminosa**. Acta Forestalia Brasiliensis, Curitiba, v. 1, n. 1, 1986, p. 89-98.
- JOSÉ, A. C.; **Utilização de mudas de espécies florestais produzidas em tubetes e sacos plásticos para revegetação de área degradadas**. UFLA, Lavras, 2003. p. 101.
- MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. M.; RODRIGUES, C. J.; GERES, W. L. A.; DUCATTI, F.; AGUIRRE JR, J. H; **Produção de mudas de espécies arbóreas nativas com combinações de adubos de liberação controlada e prontamente solúveis**. Revista Árvore, Viçosa – MG, v. 27, n. 6, p. 779 – 789, 2003.
- NEVES, C. S. V. J.; MEDINA, C.de C.; AZEVEDO, M. C. B. de; HIGA, A. R.; SIMON, A. **Efeitos de substratos e recipientes utilizados na produção de mudas sobre a arquitetura do sistema radicular de árvores de acácia-negra**. Revista Árvore, Viçosa, v.29, n.6, p.897-905, 2005.
- PEREZ, S.C.J.G. de A.; FANTI, S. C.; CASALI, C. A. **Limites de temperatura e estresse térmico na germinação de sementes de *Peltophorum dubium* (spreng) taubert**. Revista Brasileira de Sementes, v.20, n.1, p. 134-142, 1998.
- STURION, J. A.; **Influência do recipiente e do método de semeadura na formação de mudas de *Mimosa scabrella* Bentham**. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 2, p. 69-88, Jun. 1981.
- WENDLING, I.; GATTO, A. **Substratos, adubação e irrigação na produção de mudas**. 1. ed. Viçosa - MG: Aprenda Fácil Editora, 2002. v. 1. 166 p.

ASPECTOS FITOSSOCIOLÓGICOS E ASSOCIAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS EM FRAGMENTO DE FLORESTA RIPÁRIA, IJUÍ, RS

PHYTOSSOCIOLOGICAL ASPECTS AND ASSOCIATION OF ARBOREAL SPECIES IN FRAGMENT OF RIPARIAN FOREST, IJUÍ, RS

Angela Luciana de Avila¹ Maristela Machado Araújo²

RESUMO

Este estudo teve como objetivo identificar aspectos sobre a estrutura da vegetação arbórea e as interações entre espécies em um fragmento de Floresta Ripária, Ijuí, RS. A vegetação foi inventariada em faixas sistemáticas, perpendiculares ao rio, com distância de 50m entre faixas e largura de 10m. Cada faixa foi subdividida em parcelas de 10x10m, onde foram identificados e medidos todos os indivíduos com circunferência a 1,3m do solo (CAP) \geq 15cm. A análise dos aspectos fitossociológicos foi realizada através dos parâmetros densidade, dominância e frequência, absolutas e relativas, e do valor de importância das espécies na área. A identificação da associação entre espécies foi realizada através do coeficiente de correlação (ϕ AB). As espécies melhor hierarquizadas na área foram *Ateleia glazioviana*, *Cordia americana*, *Dalbergia frutescens*, *Helieta apiculata*, *Parapiptadenia rigida* e *Syagrus romanzoffiana*, pertencentes ao grupo ecológico das pioneiras a secundárias iniciais. As espécies que apresentaram maior associação foram *Trichilia elegans* e *Pilocarpus pennatifolius* (ϕ AB=0,74) e as de menor associação *Ateleia glazioviana* e *Trichilia elegans* (ϕ AB=-0,72). Acredita-se que o grupo ecológico das espécies foi determinante para a interação positiva ou negativa entre as espécies.

Palavras-chave: mata ciliar, vegetação arbórea, fitossociologia, restauração florestal.

ABSTRACT

We aimed to identify aspects about the structure of the arboreal vegetation and the interactions among species in a fragment of Riparian Forest, Ijuí, RS. The vegetation was inventoried in systematic strips, perpendicular to the river, with distance of 50m between strips and width of 10m. Each strip was subdivided in plots of 10x10m, where were identified and measured all to the individuals with a girth at breast height (GBH) \geq 15cm. The analyses of the phytossociological aspects was accomplished through the parameters density, dominance and frequency (absolute and relative), and of the value of importance of the species in the area. The identification of the association among species was accomplished through the correlation coefficient (ϕ AB). The predominant species were *Ateleia glazioviana*, *Cordia americana*, *Dalbergia frutescens*, *Helieta apiculata*, *Parapiptadenia rigida* and *Syagrus romanzoffiana*, belonging to the ecological group of the pioneers to secondary initials. The species that presented larger association were *Trichilia elegans* and *Pilocarpus pennatifolius* (ϕ AB=0,74) and the one of smaller association *Ateleia glazioviana* and *Trichilia elegans* (ϕ AB=-0,72). We believe that the ecological group of the species went decisive for the interaction positive or negative among the species.

Key words: riparian forest, arboreal vegetation, phytossociology, forest restoration.

INTRODUÇÃO

As florestas ripárias propiciam a conservação de espécies da fauna e flora e, conseqüentemente, a manutenção do fluxo gênico e processos evolutivos. Além disso, protegem as margens dos rios, evitando assoreamento, e atuam como um filtro para substâncias como defensivos e fertilizantes melhorando a qualidade da água, entre outros benefícios proporcionados por esses ecossistemas. Assim, identifica-se sua relevante importância para o homem e para a manutenção do equilíbrio ecológico.

Entretanto, os processos de ocupação territorial e desenvolvimento econômico do país tiveram, muitas vezes, como referencial a proximidade dos cursos d'água, acarretando uma gradativa escassez ou mesmo integral supressão da vegetação ao longo de rios e arroios (RIO GRANDE DO SUL, 2007). Por outro lado, recentemente, tem despertado o interesse pela recuperação ambiental destas áreas. Segundo Ferretti (2002), essa atividade pressupõe o conhecimento detalhado do ecossistema em que se pretende intervir, o que permitirá a implantação de modelos de restauração mais baratos e eficientes, respeitando as exigências ecológicas e fisiológicas das espécies.

¹. Acadêmica de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Viveiro Florestal, Av. Roraima, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS.

². Professora da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Viveiro Florestal, Av. Roraima, Bairro Camobi, 97105-900, Santa Maria, RS.

Neste sentido, a fitossociologia auxilia a recuperação ambiental através do conhecimento sobre a estrutura da vegetação e de como as espécies vegetais interagem nos ecossistemas. As informações sobre as florestas ripárias, próximas a área de estudo, são escassas, podendo-se citar o Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul (RIO GRANDE DO SUL, 2002) e o estudo fitossociológico realizado entre os rios Turvo e Ijuí (VACCARO e LONGHI, 1995).

Desta forma, este estudo teve como objetivo caracterizar a fitossociologia da vegetação arbórea e identificar possíveis associações, positivas ou negativas, entre as espécies integrantes de um fragmento de Floresta Ripária, Ijuí, RS, de forma, a subsidiar informações para o restabelecimento da vegetação em áreas alteradas.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estudos fitossociológicos são utilizados para caracterizar a vegetação nos ecossistemas e as informações obtidas podem contribuir para ações de conservação, manejo da flora ou recuperação de áreas alteradas (ISERNHAGEN *et al.*, 2002).

Os parâmetros fitossociológicos mais utilizados e que permitem identificar a estrutura da vegetação são: densidade, dominância e frequência absolutas e relativas. A soma destes três parâmetros em sua forma relativa fornece o Índice de Valor de Importância (FELFILI e REZENDE, 2003) ou valor de importância das espécies vegetais dentro da comunidade florestal, permitindo a hierarquização das mesmas.

O valor de importância é um parâmetro que isoladamente subsidia informações para o manejo da flora e, conseqüentemente, propicia a conservação de ambientes essenciais para o desenvolvimento da fauna (OLIVEIRA e AMARAL, 2004). No entanto, quando interpretado conjuntamente com os valores de densidade, dominância e frequência é possível realizar uma análise mais ampla a respeito de qual parâmetro teve maior influência na hierarquização da espécie na floresta.

Outro aspecto importante é que as espécies apresentam um intervalo de tolerância para cada fator ambiental (MATTEUCCI e COLMA, 1982) e cujos indivíduos, geralmente, vivem em habitat adequado ao seu próprio desenvolvimento (RICKLEFS e MILLER, 1999). Kageyama (1992) relatou que as sementes das espécies florestais são dispersas ao acaso, todavia, as plantas sobreviventes agrupam-se harmonicamente de forma a compor combinações que possibilitem o processo de sucessão.

A associação entre espécies evoluiu para aprimorar a adaptação dos indivíduos de uma população e sua origem pode ser genética ou casual (PIRES O'BRIEN e O'BRIEN, 1995). Segundo Teixeira *et al.* (200-) a identificação do grau de associação entre as espécies possibilita o entendimento sobre a forma de exploração do ambiente por cada população.

A verificação do grau de associação pode ser realizada através do coeficiente de correlação (ϕ_{AB}), o qual considera dados de presença e ausência entre as espécies que estão sendo avaliadas, formando uma tabela de contingência 2 x 2 com o número de unidades amostrais onde cada espécie ocorre sozinha, onde está associada com a espécie em comparação e onde ambas as espécies estão ausentes. Seu valor pode variar de -1 a 1 quando as espécies estão associadas de forma negativa ou positiva, respectivamente (MATTEUCCI e COLMA, 1982).

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado em um fragmento de floresta ripária que margeia o Rio Ijuí, Ijuí, RS. A área está localizada entre as coordenadas 28°17,464'S e 53°52,595'W e a altitude é de, aproximadamente, 290m.

Os solos da região são do tipo Latossolo Vermelho Distrófico típico, com acidez acentuada e baixa saturação por bases (<50%) (STRECK *et al.*, 2008).

A formação vegetal característica da sub-bacia do rio Ijuí é a Floresta Estacional Decidual. Este tipo florestal apresenta árvores decíduas no inverno, como *Apuleia leiocarpa*, *Parapiptadenia rigida*, *Cordia trichotoma* e *Peltophorum dubium* (QUADROS e PILLAR, 2002).

Conforme a classificação de Köppen, a região apresenta clima do tipo 'Cfa' (Subtropical úmido), caracterizado por apresentar temperatura média do mês mais frio entre -3 ° e 18 °C e, do mês mais quente, temperatura média superior a 22 °C, com chuvas distribuídas durante o ano todo (MORENO, 1961).

A área de estudo apresenta formato retangular e largura da vegetação reduzida, sendo encontrado o máximo de 30m. Identificou-se que no passado a área adjacente e hoje agrícola, sofreu corte raso o que provavelmente influenciou a dinâmica da vegetação no remanescente estudado, gerando possivelmente, o efeito de borda que possibilita maior entrada de luz e, conseqüentemente, diminuição no teor de umidade e aumento da temperatura.

Para a amostragem da vegetação foram distribuídas faixas sistemáticas e perpendiculares à margem do rio. A distância entre as faixas foi de 50m, com largura de 10m, sendo subdividida em parcelas de 10x10m (ARAUJO, 2002), totalizando 21 parcelas amostradas. Todos os indivíduos com circunferência a 1,3m do solo (CAP) \geq 15cm foram identificados e tiveram altura total e CAP medidos.

A vegetação arbórea foi caracterizada em relação à sua composição florística e estrutura horizontal, através da análise dos parâmetros densidade, dominância e frequência nas suas formas absolutas e relativas. A hierarquização das espécies na área foi realizada pelo seu valor de importância. A diversidade florística foi verificada através do índice de diversidade de Shannon-Wiener (H').

A verificação da associação entre espécies foi realizada utilizando as 21 parcelas inventariadas no estudo, desconsiderando as espécies com número de indivíduos menor ou igual a cinco, devido ao fato que sua baixa densidade pode não expressar os reais padrões de associação com outras espécies. Assim, a análise foi realizada para 20 espécies, combinando-as duas a duas. Para cada associação foi montada uma tabela de contingência 2x2 e, a partir desta, foi calculado o coeficiente de correlação (ϕ_{AB}) conforme Matteucci e Colma (1982). Para discussão do grau de associação entre as espécies procurou-se verificar aspectos sobre sua auto-ecologia, através de pesquisa bibliográfica.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na composição florística foram encontradas 38 espécies arbóreas e arbustivas, distribuídas em 20 famílias botânicas (Tabela 1). O resultado deste estudo difere do encontrado por Vaccaro e Longhi (1995) em inventário fitossociológico de áreas remanescentes entre os rios Ijuí e Turvo, no qual foram encontradas 26 famílias e 66 espécies, sendo um número bastante superior ao encontrado neste trabalho, o que possivelmente está relacionado ao tamanho diferenciado dos fragmentos estudados.

As famílias mais representativas da área foram: Fabaceae (8 espécies), Myrtaceae (4), Rutaceae (4) e Sapindaceae (3). Por outro lado, famílias como Flacourtiaceae e Erythroxylaceae foram representadas apenas por uma única espécie e um indivíduo. O índice de diversidade de Shannon (H') encontrado foi de 3,02. No estudo realizado por Vaccaro e Longhi (1995) este índice para uma floresta da região foi 3,71, o que segundo os autores é um índice que representou alta diversidade para o tipo florestal estudado.

As espécies melhor hierarquizadas na área de estudo foram *Ateleia glazioviana*, *Dalbergia frutescens*, *Helieta apiculata*, *Cordia americana*, *Syagrus romanzoffiana* e *Parapiptadenia rigida* as quais perfazem 47,95% do valor de importância. Essas espécies pertencem ao grupo ecológico das pioneiras a secundárias iniciais (RIO GRANDE DO SUL, 2007; BACKES e IRGANG, 2002; INOUE *et al.*, 1984; CARVALHO, 2006) o que pode indicar que o fragmento de floresta ripária estudado apresenta efeito de borda, devido a sua pequena largura e formato retangular, o que favorece o desenvolvimento de espécies características de estágio inicial de sucessão.

Por outro lado, a presença de *Diatenopteryx sorbifolia* na vegetação adulta, porém ausente nas menores classes de tamanho (não abordadas neste trabalho) pode indicar, segundo Reitz *et al.* (1983) um processo de substituição desta espécie no ecossistema, tendo em vista que a mesma é pioneira e apresenta grande capacidade de regeneração em clareiras e solos revolvidos e reduzida germinação no interior na floresta. Este fato sugere que o fragmento pode estar dando início ao processo de transição do estágio inicial para o intermediário da sucessão.

Estas características podem indicar que área de estudo tenha sofrido alterações em sua estrutura e composição tendo, a partir de então, iniciado um processo de sucessão que reflete sua estrutura atual. Para as espécies *Ateleia glazioviana*, *Cordia americana*, *Parapiptadenia rigida* e *Syagrus romanzoffiana* o parâmetro que mais contribuiu para sua hierarquização na floresta foi a dominância, ou seja, a área basal que estas espécies apresentam na área. Desta forma, a presença de indivíduos com diâmetros maiores em detrimento dos finos, o que elevaria a densidade, reforça o indicativo de um estágio de substituição de espécies no fragmento, tendo em vista que muitos indivíduos finos são característicos dos primeiros estágios de sucessão.

Detectou-se também a grande influência de espécies secundárias como *Machaerium stipitatum*, *Sebastiania commersoniana* e *Cupania vernalis* (RIO GRANDE DO SUL, 2007), as quais podem estar participando para a formação de condições ambientais favoráveis ao estabelecimento de espécies secundárias tardias e clímax.

Os resultados deste estudo assemelham-se às informações obtidas pelo Inventário Florestal Contínuo do RS que detectou, na região, como algumas das espécies predominantes dos primeiros estágios de sucessão *Dalbergia frutescens*, *Helieta apiculata*, *Sebastiania commersoniana* e *Cupania vernalis* (RIO GRANDE DO SUL, 2002).

Trichilia elegans, *Pilocarpus pennatifolius* e *Holocalyx balansae* representam espécies de estágio sucessional mais avançado, sendo que as duas primeiras foram mais influenciadas pela densidade para sua hierarquização, este fato pode ser explicado pela maior presença de indivíduos finos, seja pela regeneração ou mesmo pela suas características auto-ecológicas, como espécies componentes dos estratos inferior à médio e maior tolerância à sombra. Entretanto, o VI para *Holocalyx balansae* foi mais influenciado pela sua dominância devido à presença de indivíduos com elevado diâmetro, provavelmente, remanescentes da vegetação original.

A análise da associação entre as espécies, através do coeficiente de correlação (ϕ_{AB}) (Tabela 2) indicou variação de -0,72, para as espécies menos associadas, até 0,74 para as espécies que demonstraram maior afinidade quanto ao seu padrão de ocorrência na área de estudo.

As espécies que apresentaram maior associação (0,74) foram *Trichilia elegans* e *Pilocarpus pennatifolius*. A primeira pertence ao grupo ecológico das secundárias tardias (RIO GRANDE DO SUL, 2002; FONSECA, 2000; OLIVEIRA, 2002) e a segunda é descrita como uma espécie ombrófila e de pequeno porte (DURIGAN, 2000). As duas espécies (*Pilocarpus pennatifolius* e *Holocalyx balansae*) que apresentaram maior associação com *Trichilia elegans*, toleram sombra. Desta forma, estas três espécies podem ser inseridas no arranjo de recuperação mais tardiamente com o objetivo de aproveitar o ambiente sombreado criado pelas espécies introduzidas no arranjo anteriormente.

Por outro lado, a menor associação ocorreu para *Ateleia glazioviana* e *Trichilia elegans* (-0,72), possivelmente, devido a suas diferenças quanto ao grupo ecológico, sendo que a primeira é pioneira e a segunda secundária tardia. A mesma situação aconteceu com *Ateleia glazioviana* e *Pilocarpus pennatifolius* (-0,67).

TABELA 1: Composição florística e estrutura horizontal da vegetação arbórea em fragmento de Floresta Ripária, Ijuí, RS.

Espécie	NI*	NA	DA (N/ha)	DoA (m ² /ha)	FA	DR	DoR	FR	VI	VI %
<i>Ateleia glazioviana</i>	64	10	304,8	8,14	47,62	13,73	20,33	6,10	40,17	13,39
<i>Dalbergia frutescens</i>	67	11	319	3,48	52,38	14,38	8,71	6,71	29,79	9,93
<i>Helietta apiculata</i>	48	12	228,6	2,24	57,14	10,30	5,61	7,32	23,22	7,74
<i>Cordia americana</i>	14	7	66,7	4,22	33,33	3,00	10,55	4,27	17,82	5,94
<i>Syagrus romanzoffiana</i>	16	9	76,2	3,26	42,86	3,43	7,90	5,49	16,82	5,61
<i>Parapiptadenia rigida</i>	10	7	47,6	3,85	33,33	2,15	9,62	4,27	16,03	5,34
<i>Trichilia elegans</i>	37	10	176,2	0,71	47,62	7,94	1,76	6,10	15,80	5,27
<i>Machaerium stipitatum</i>	19	10	90,5	1,80	47,62	4,08	4,50	6,10	14,67	4,89
<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	30	7	142,9	0,99	33,33	6,44	2,48	4,27	13,19	4,40
<i>Sebastiania commersoniana</i>	22	6	104,8	1,22	28,57	4,72	3,03	3,66	11,41	3,80
<i>Aspidosperma australe</i>	10	5	47,6	1,99	23,81	2,15	4,96	3,05	10,15	3,38
<i>Diatenopteryx sorbifolia</i>	9	5	42,9	1,45	23,81	1,93	3,63	3,05	8,61	2,87
<i>Cupania vernalis</i>	11	8	52,4	0,46	38,10	2,36	1,14	4,88	8,38	2,79
<i>Holocalyx balansae</i>	7	4	33,3	1,55	19,05	1,50	3,86	2,44	7,80	2,60
<i>Brunfelsia australis</i>	15	5	71,4	0,36	23,81	3,22	0,89	3,05	7,16	2,39
<i>Myrocarpus frondosus</i>	5	3	23,8	1,11	14,29	1,07	2,77	1,83	5,67	1,89
<i>Luehea divaricata</i>	11	3	52,4	0,37	14,29	2,36	0,93	1,83	5,12	1,71
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	6	4	28,6	0,50	19,05	1,29	1,24	2,44	4,97	1,66
<i>Allophylus edulis</i>	8	4	38,1	0,19	19,05	1,72	0,49	2,44	4,64	1,55
<i>Prunus myrtifolia</i>	8	3	38,1	0,36	14,29	1,72	0,90	1,83	4,44	1,48
<i>Rollinia salicifolia</i>	5	3	23,8	0,49	14,29	1,07	1,23	1,83	4,13	1,38
<i>Bauhinia forficata</i>	4	4	19	0,14	19,05	0,86	0,35	2,44	3,65	1,22
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	3	3	14,3	0,22	14,29	0,64	0,54	1,83	3,02	1,01
<i>Diospyros inconstans</i>	8	1	38,1	0,23	4,76	1,72	0,56	0,61	2,89	0,96
<i>Trichilia catigua</i>	4	2	19	0,14	9,52	0,86	0,34	1,22	2,42	0,81
<i>Albizia niopoides</i>	3	2	14,3	0,11	9,52	0,64	0,28	1,22	2,14	0,71
Outras espécies	3	2	14,3	0,08	9,52	0,64	0,19	1,22	2,05	0,68
<i>Myrcianthes pungens</i>	3	2	14,3	0,07	9,52	0,64	0,18	1,22	2,04	0,68
<i>Jacaranda micrantha</i>	2	2	9,5	0,07	9,52	0,43	0,18	1,22	1,83	0,61
<i>Eugenia pyriformis</i>	3	1	14,3	0,08	4,76	0,64	0,19	0,61	1,45	0,48
<i>Strychnos brasiliensis</i>	2	1	9,5	0,06	4,76	0,43	0,14	0,61	1,18	0,39
<i>Eugenia uniflora</i>	2	1	9,5	0,03	4,76	0,43	0,08	0,61	1,12	0,37
<i>Chrysophyllum marginatum</i>	1	1	4,8	0,05	4,76	0,21	0,12	0,61	0,94	0,31
<i>Erythroxylum deciduum</i>	1	1	4,8	0,03	4,76	0,21	0,07	0,61	0,89	0,30
<i>Nectandra megapotamica</i>	1	1	4,8	0,03	4,76	0,21	0,07	0,61	0,89	0,30
<i>Ocotea pulchella</i>	1	1	4,8	0,02	4,76	0,21	0,06	0,61	0,88	0,29
<i>Balfourodendron riedelianum</i>	1	1	4,8	0,02	4,76	0,21	0,06	0,61	0,88	0,29
<i>Casearia decandra</i>	1	1	4,8	0,01	4,76	0,21	0,03	0,61	0,86	0,29
<i>Solanum sanctae-catharinae</i>	1	1	4,8	0,01	4,76	0,21	0,03	0,61	0,85	0,28
Total			2219,4	40,14	780,9	100,0	100,0	100,0	300,0	100,0

*NI: número de indivíduos; NA: número de amostras onde a espécie foi encontrada; DA e DR: Densidade Absoluta e Relativa, DoA e DoR: Dominância Absoluta e Relativa; FA e FR: Freqüência Absoluta e Relativa; VI: Valor de importância.

Ateleia glazioviana apresentou associação positiva com *Sebastiania commersoniana* (0,45), *Helietta apiculata* (0,44) e *Luehea divaricata* (0,43), provavelmente, por pertencerem a semelhantes grupos ecológicos (pioneiras e/ou secundárias iniciais) (RIO GRANDE DO SUL, 2007). Desta forma, a associação positiva entre estas espécies pode sugerir sua utilização conjunta na composição de arranjos para recuperação de áreas degradadas, em estágio inicial de sucessão. Nas combinações entre estas espécies, verificou-se associação ainda maior entre *Sebastiania commersoniana* e *Luehea divaricata* (0,65), sendo que ambas são espécies características de mata ciliar e apresentam grande vitalidade quando crescem em solos muito úmidos (BACKES e IRGANG, 2002; REITZ *et al.*, 1983), desta forma, estas espécies podem ser direcionadas para plantio nos locais onde existe maior influência hídrica. Além disso, o maior porte e a característica pioneira de *Luehea divaricata* pode propiciar condições adequadas para o desenvolvimento de *Sebastiania*

commersoniana, que é uma espécie secundária e, portanto, não tolera exposição direta ao sol. Neste caso, a presença da primeira espécie favorece o desenvolvimento da segunda.

TABELA 2 : Associação entre espécies arbóreas, através do coeficiente de correlação, em fragmento de Floresta Ripária, Ijuí, RS.

Associação Negativa (øAB)	Espécie*	Associação Positiva (øAB)
<i>Trichilia elegans</i> (-0,72)	<i>Ateleia glazioviana</i>	<i>Sebastiania commersoniana</i> (0,45)
<i>Pilocarpus pennatifolius</i> (-0,67)		<i>Helietta apiculata</i> (0,44)
<i>Holocalyx balansae</i> (-0,46)		<i>Luehea divaricata</i> (0,43)
<i>Ateleia glazioviana</i> (-0,67)	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	<i>Trichilia elegans</i> (0,74)
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (-0,41)		<i>Holocalyx balansae</i> (0,69)
<i>Dalbergia frutescens</i> (-0,34)		<i>Brunfelsia australis</i> (0,55)
<i>Sebastiania commersoniana</i> (-0,60)	<i>Trichilia elegans</i>	<i>Holocalyx balansae</i> (0,51)
<i>Syagrus romanzoffiana</i> (-0,44)		<i>Aspidosperma australe</i> (0,36)
<i>Luehea divaricata</i> (-0,39)		<i>Brunfelsia australis</i> (0,36)
<i>Aspidosperma australe</i> (-0,35)	<i>Sebastiania commersoniana</i>	<i>Luehea divaricata</i> (0,65)
<i>Holocalyx balansae</i> (-0,31)		<i>Diospyros inconstans</i> (0,35)
<i>Brunfelsia australis</i> (-0,31)	<i>Machaerium stipitatum</i>	<i>Dalbergia frutescens</i> (0,34)
<i>Holocalyx balansae</i> (-0,46)		<i>Allophylus edulis</i> (0,27)
<i>Helietta apiculata</i> (-0,65)	<i>Aspidosperma australe</i>	<i>Zanthoxylum petiolare</i> (0,30)
<i>Allophylus edulis</i> (-0,34)	<i>Cordia americana</i>	<i>Parapiptadenia rigida</i> (0,36)
		<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> (0,32)
<i>Helietta apiculata</i> (-0,32)	<i>Zanthoxylum petiolare</i>	<i>Allophylus edulis</i> (0,38)
		<i>Holocalyx balansae</i> (0,38)
<i>Luehea divaricata</i> (-0,29)	<i>Parapiptadenia rigida</i>	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> (0,32)

*A coluna central apresenta a espécie principal analisada em relação àquelas com associação positiva (coluna da direita) e negativa (coluna da esquerda).

Outras espécies que apresentaram associação positiva e podem ser utilizadas nos estágios iniciais são: *Cordia americana* e *Parapiptadenia rigida* (0,36); *Parapiptadenia rigida* e *Diatenopteryx sorbifolia* (0,32); e *Machaerium stipitatum* e *Dalbergia frutescens* (0,34).

Entre as espécies que pertencem ao mesmo grupo ecológico (pioneiras), porém, a presença de uma restringe a ocorrência da outra, cita-se *Cordia americana* e *Allophylus edulis* (-0,34), bem como, *Parapiptadenia rigida* e *Luehea divaricata* (-0,29) e, devido ao fato de todas demandarem luz, é possível que a presença de *Cordia americana* e *Parapiptadenia rigida*, que são espécies de grande porte, reduza a incidência de luz para as espécies abaixo de sua copa inibindo a presença de espécies como *Allophylus edulis* e *Luehea divaricata*, respectivamente, que preferem florestas com vegetação mais esparsas ou baixas (REITZ *et al.*, 1983). Além disto, para a segunda associação a profundidade do solo também é determinante para a interação negativa, tendo em vista que *Parapiptadenia rigida* prefere solos profundos e *Luehea divaricata* dificilmente é encontrada em solos com esta característica, preferindo solos rochosos e íngremes (REITZ *et al.*, 1983).

Portanto, identificou-se que o grupo ecológico é predominante para a associação entre espécies e que fatores como exigência edáfica e hídrica também influenciam na interação positiva ou negativa entre espécies. Desta forma, a análise destas interações permite identificar possibilidades de escolha das espécies, que poderão compor os arranjos para a recuperação ambiental de áreas ripárias alteradas, considerando os diferentes estágios do processo de sucessão florestal.

CONCLUSÕES

A análise dos resultados encontrados no fragmento de Floresta Ripária, Ijuí, RS permite concluir que:

- A caracterização fitossociológica da vegetação indicou um processo de sucessão na floresta e a sua composição florística e estrutural pode ser observada para o restabelecimento da vegetação em áreas alteradas;
- Espécies como *Ateleia glazioviana*, *Cordia americana*, *Dalbergia frutescens*, entre outras, que ficaram mais bem hierarquizadas na vegetação, podem dar início ao processo de sucessão florestal, o qual poderá ser adensado, posteriormente, com espécies de estágio sucessional mais avançado, como *Trichilia elegans* e *Pilocarpus pennatifolius*, que também apresentaram elevado VI na área;
- As espécies *Ateleia glazioviana*, *Sebastiania commersoniana*, *Helietta apiculata* e *Luehea divaricata* podem ser plantadas no mesmo período de sucessão, pois apresentam associação positiva, da mesma forma que *Pilocarpus pennatifolius*, *Holocalyx balansae* e *Trichilia elegans*, sendo que o primeiro grupo deve ser inserido no estágio inicial de sucessão e o segundo em um estágio mais avançado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, M. M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de Floresta Estacional Decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil**. 2002. 153f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2002.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul: guia de identificação e interesse ecológico**. Santa Cruz do Sul: Instituto Souza Cruz, 2002. 325p.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas; Colombo, PR: Embrapa Floresta. v.2. 2006. 627p.
- DURIGAN, G.; FRANCO, G.A.D.C.; SAITO, M. *et al.* Estrutura e diversidade do componente arbóreo da Floresta na Estação Ecológica dos Caetetus, Gália, SP. **Revista Brasileira de Botânica**, v.23, n.1, p.371-383, 2000.
- FELFILI, J. M.; REZENDE, R.P. **Conceitos e Métodos em Fitossociologia**. Brasília: Universidade de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2003. 65p.
- FERRETI, A. R. Modelos de Plantio para a Restauração. In: GALVÃO, A. P. M.; MEDEIROS, A.C. de S. (Editores Técnicos). **Restauração da Mata Atlântica em Áreas de sua Primitiva Ocorrência Natural**. Colombo: Embrapa Florestas, 2002. p. 35-43.
- FONSECA, R.C.B.; RODRIGUES, R.R. Análise estrutural e aspectos do mosaico sucessional de uma floresta semidecídua em Botucatu, SP. **Scientia Forestalis**, n.57, p. 27-43, 2000.
- INOUE, M.T.; RODERJAN, C.V.; KUNIYOSHI, Y.S. **Projeto Madeira do Paraná**. Curitiba: FUPEF, 1984. 260p.
- ISERNHAGEN, I.; SILVA, S.M.; GALVÃO, F. **A fitossociologia florestal no Paraná: listagem bibliográfica comentada**. IPEF, 2002. Disponível em: <<http://www.ipef.br/servicos/teses/arquivos/isernhageni.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2005.
- KAGEYAMA, P. Y. **Recomposição da Vegetação com Espécies Arbóreas Nativas em Reservatórios de Usinas Hidrelétricas da CESP**. São Paulo: IPEF, 1992. 43 p.
- MATTEUCCI, S. D.; COLMA, A. **Metodología para el estudio de la vegetación**. Washington: Secretaria General de la Organización de los Estados Americanos – Programa Regional de Desarrollo y Tecnológico, 1982.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- OLIVEIRA, R.R. Ação antrópica e resultantes sobre a estrutura e composição da Mata Atlântica na Ilha Grande, RJ. **Rodriguésia**, n.53, p.33-58, 2002.
- OLIVEIRA, A. N. de; AMARAL, I. L. do. Florística e fitossociologia de uma floresta de vertente na Amazônia Central, Amazonas, Brasil. **Acta Amazônica**. v. 34, n. 1, p. 21-34, 2004.
- PIRES O'BRIEN, M.J; O'BRIEN C.M. **Ecologia e modelamento de Florestas Tropicais**. Belém, 1995. 400p.
- QUADROS, F. L. F. de; PILLAR, V. de P. Transições floresta-campo do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 1, n. 1, p. 109-118, 2002.
- REITZ, P.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Sellowia, 1983. 525 p.
- RICKLEFS, R.E. e MILLER, G.L. **Ecology**. 4 ed. New York: W. H. Freeman and Company, 1999. 821 p.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado, Secretaria Especial do Meio Ambiente. **Inventário Florestal Contínuo do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: 2002. 706p. (Relatório Técnico).
- RIO GRANDE DO SUL. **Diretrizes ambientais para restauração de matas ciliares**. Secretaria Estadual do Meio Ambiente. Departamento de Florestas e Áreas Protegidas. Porto Alegre: SEMA. 2007. 33p.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. 2ed. Porto Alegre: EMATER/RS – ASCAR, 2008. 222p.
- TEIXEIRA, A.P.; GOMES, B.Z.; MEIRELES, L.D. **Associação entre duas espécies arbóreas (*Anadenanthera falcata* – Mimosoidae e *Dalbergia miscolobium* – Faboideae) num cerrado *sensu strictu* no município de Itirapina, SP**. 200-. Disponível em: <<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/relatorios/ne211g.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2008.
- VACCARO, S.; LONGHI, S. J. Análise Fitossociológica de algumas áreas remanescentes da Floresta do Alto Uruguai, entre os rios Ijuí e Turvo, no Rio Grande do Sul. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 5, n. 1, p. 33-53, 1995.

AVALIAÇÃO DE PERCENTUAL DE PERDA DE MADEIRA EM *Pinus caribaea* var *Hondurensis*, EM FUNÇÃO DE PRESENÇA DE CERNE

EVALUATION OF PERCENT LOSS OF WOOD IN *Pinus caribaea* var *Hondurensis*, DEPENDING ON THE PRESENCE OF HEARTWOOD

Fernando da Silva¹ Andréia Pimentel² Ana Paula Dalla Corte³ Carlos Roberto Sanquetta⁴

RESUMO

A determinação do volume de cerne em uma árvore e sua quantificação é de grande importância na utilização industrial da madeira. A espécie *Pinus caribaea* var *hondurensis* é largamente cultivada em regiões tropicais do Brasil, sendo uma das espécies mais utilizadas para a produção de lâminas para fabricação de lápis. Deste modo, o conhecimento da quantidade de cerne existente em determinado volume de madeira é de máxima importância pelo fato da necessidade de homogeneidade da madeira necessária à produção do lápis. A quantificação de cerne na árvore foi possível nesta espécie, pela análise visual direta do lenho em função das diferenças de coloração entre alburno e cerne conferida pelos extrativos acumulados. Foram utilizadas seis árvores onde se efetuou a avaliação dos anéis de crescimento em amostras retiradas nas alturas de 0, 5, 10 e 15%, alturas essas que correspondem às primeiras toras. Foram também mensurados os limites do cerne e do alburno, para a determinação do volume, na seção transversal das amostras do lenho sem casca. A partir das análises realizadas, observou-se que 96,8% do volume dessas primeiras toras correspondiam à madeira livre de cerne e 3,17% representavam o volume de madeira sem aproveitamento industrial para a finalidade mencionada acima, pela presença de cerne. Para tentar explicar a formação antecipada de cerne nessa situação foram levantadas as seguintes hipóteses que precisarão ser testadas no futuro, e em função destas avaliar a interferência do regime de manejo na formação do cerne. Neste sentido, este estudo visa fornecer indicativos do volume de madeira que estaria sendo perdida em termos de aproveitamento devido a presença de cerne e em função disto, com base na literatura, verificar possíveis alterações nos regimes de manejo tradicionalmente utilizados.

Palavras-chave: Manejo; cerne; *Pinus* ssp.

ABSTRACT

The determination of heartwood's volum in a tree and its quantification has great importance in the industrial use of wood. The species *Pinus caribaea* var *hondurensis* is widely cultivated in the tropical regions of Brazil, being one of the most used species for the production of blades for pencils' fabrication. Hence, the knowledge of the quantity of existent heartwood in a determinated volum of wood has a huge importance because of the necessity of the most homogeneous wood for the pencils' production. The quantification of a trees' heartwood was possible in this species by the direct visual analysis of the xylem because of the different colors between the sapwood and heartwood showed by the accumulated extracts. Six trees were used, in which an evaluation of the growth rings was made in the samples taken from 0, 5, 10 and 15% of the highs, which correspond to the first useful timbers. The limits of the heartwood and of the sapwood were also measured to determinate the volum of a transversal section of the sample of the xylem without peel. From the analysis made, it was observed that 96,8% of the volum of these first timber corresponded to heartwood-free wood and 3,17% represented the wood volum without industrial use for the presence of heartwood. To try to explain the anticipated formation of heartwood in this situation, hypothesis – which will need to be tested in the future – were brought up and from them it is possible to evaluate the interference of the system of management in the formation of heartwood. This way, this research's point is to indicate the volum of wood that would be lost in terms of industrial use because of heartwood's presence and then to verify possible alterations in the system of management traditionally used.

Key words: Management; heartwood; *Pinus* ssp.

INTRODUÇÃO

A determinação do volume de cerne em uma árvore e sua quantificação segundo processos de amostragem estatisticamente válidos é de grande importância na utilização industrial da madeira. A silvicultura do gênero *Pinus* no sul do Brasil tem seu ponto inicial marcado pelo advento do incentivo fiscal, uma diretriz estratégica dos anos 60 e 70 para o desenvolvimento do país. Os plantios de espécies de *Pinus* spp. no Brasil ocupam cerca de 1.841.930 milhões de

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal, UFPR – silvaflorestal@hotmail.com

² Eng. Florestal Mestranda em Ciências Florestais, UFPR andréia_pimentel@hotmail.com

³ Eng. Florestal Doutoranda em Ciências Florestais, UFPR – anacorte@ufpr.br

⁴ Eng. Florestal, Ph.D., Depto. de Ciências Florestais, UFPR – sanquetta@ufpr.br

ha. Essa significativa área visa suprir a demanda das indústrias de base florestal brasileiras, com forte tendência de expansão para o atendimento do mercado nacional e internacional. A espécie *Pinus caribaea* var *hondurensis* é largamente cultivada em regiões tropicais do Brasil, sendo uma das espécies mais utilizadas para a produção de lâminas para fabricação de lápis. A possibilidade de escassez de madeira tem estimulado uma inversão na tendência decrescente nas taxas de reflorestamento anuais ocorridas após o fim dos incentivos fiscais, mostrando forte reação no ano de 2005, com 500.000 ha reflorestados. Por outro lado, para atender a demanda projetada, têm sido desenvolvidas pesquisas para o aumento da produtividade dos plantios florestais, relacionados com o melhoramento genético e clonagem, preparo do solo e nutrição das árvores e um elevado nível tecnológico na indústria. Neste sentido, este estudo visa dar indicativos do volume de madeira que estaria sendo perdida em termos de aproveitamento devido à presença de cerne e em função disto verificar possíveis alterações nos regimes de manejo tradicionalmente utilizados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A madeira de pinus exerce importante papel no fornecimento de matéria prima para indústrias de papel e papelão, laminados, compensados, indústria moveleira com destaque para a produção de lápis. Algumas características da madeira são empregadas como indicadores de suas propriedades desde o início de sua utilização, devido a sua fácil visualização. Dentro destas características destacam-se a configuração dos anéis de crescimento, juntamente com a cernificação e o aspecto superficial (KINIGGE & SCHULTZ, 1966). A formação do cerne está associada a uma série de mudanças no lenho da árvore, dentre estas, a deposição de substâncias orgânicas (extrativos), mudanças citológicas como declínio das atividades metabólicas das células parenquimáticas, variação do tamanho do núcleo das células parenquimáticas, e necrobiose do núcleo destas células. A formação do cerne também resulta de alterações fisiológicas dos tecidos do alburno, através de um processo de transição por alteração das células do tecido condutor associada ao seu envelhecimento (WILKES, 1991). BAMBER (1976) considera que a formação do cerne se deve a um processo natural de desenvolvimento das árvores, sendo a alteração das células o resultado e não a causa da sua formação. Sucintamente, a formação de cerne deve-se à acumulação dos excedentes de produtos fotossintetizados que leva à perda de condutibilidade dos tecidos mais internos do tronco e à concentração de um elevado teor de extrativos nessa região. A quantidade de cerne que se forma numa árvore é variável, dependendo de diversos fatores entre os quais a espécie, a idade, a área foliar, a taxa de crescimento e a qualidade da estação (HILLIS, 1987).

O cerne afeta indiretamente a permeabilidade da madeira e causa alterações de comportamento na secagem, e colagem, chegando a causar retrações e colapso em algumas espécies. Por essas características a madeira do cerne tem sua aplicação muito restrita na indústria e é totalmente descartada em muitos processos de produção. Deste modo, o conhecimento da quantidade de cerne existente em determinado volume de madeira é de máxima importância pelo fato da necessidade de homogeneidade da madeira que é usada em quaisquer segmentos da indústria, principalmente na produção do lápis. Alguns autores relatam a formação do cerne em idades mais avançadas à aquelas observadas neste estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados usados nesse estudo foram obtidos em plantios de *Pinus caribaea* var *hondurensis* com idades de 13, 15 e 18 anos. Os plantios se localizam no município de Prata - MG, centro geográfico do Triângulo Mineiro, distante 640 km da capital Belo Horizonte. Com a latitude de 19°18'27" S e longitude de 48°55'22" W, estando a uma altitude de 631 m acima do nível do mar. Segundo a classificação de Koppen o clima predominante é do tipo Aw, tropical semi-úmido, com chuvas de verão e seca de inverno. O clima tropical de altitude está presente no divisor de águas entre os rios Tejuco e da Prata, no leste do município, onde as altitudes ultrapassam os 800 m. A Temperatura média anual na cidade é de 24°C, mínima de 7°C no outono e máxima de 40°C na primavera.

A quantificação de cerne na árvore é possível, em algumas espécies, pela análise visual direta do lenho devido às diferenças de coloração entre alburno e cerne conferidas pelos extrativos acumulados. Contudo, em certas espécies, apesar da existência de cerne, essas diferenças de coloração não se verificam impossibilitando a sua identificação por essa via. A identificação requer, nesses casos, a análise das diferenças a nível químico ou, segundo Bamber & Fukazawa (1985), a observação de estruturas anatômicas.

A quantificação de cerne foi realizada nesta espécie, pela análise visual direta do lenho observando as diferenças de cor entre alburno e cerne. Para realizar a quantificação foram tomadas seis árvores médias do povoamento onde se efetuou a avaliação dos anéis de crescimento em amostras retiradas nas alturas de 0, 5, 10 e 15%, alturas essas que correspondem às primeiras toras utilizáveis (Figura 1). Foram mensurados os limites do cerne e do alburno, para a determinação do volume, na seção transversal das amostras do lenho sem casca (Figura 2).



FIGURA 1: Coleta das amostras em campo através da cubagem.



FIGURA 2: Medição dos raios dos anéis que compõem o cerne.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises realizadas, observou-se que 96,8% do volume dessas primeiras toras correspondiam à madeira livre de cerne e 3,17% representavam o volume de madeira sem aproveitamento industrial para a finalidade mencionada acima, devido a presença de cerne. Segundo avaliação de pre-certificação do manejo das plantações florestais, realizado pela Certificadora *Scientific Certification Systems* em setembro de 2006, a necessidade de madeira para a fábrica seria de 112.210,7 m³ para 2008/09. A conversão de toras em tábuas, pranchas, vigas ou outras peças de madeira implica, necessariamente, a produção de uma quantidade maior ou menor de desperdício, segundo diversos fatores, como a natureza da matéria-prima, a eficiência das máquinas empregadas pela indústria e as exigências do mercado. Considerando o volume acima mencionado como sendo o volume de madeira processada anualmente, e que a

utilização de serras circular múltipla gera uma perda de 50%, somando-se a perda máxima de madeira devido a presença de cerne, o volume de madeira perdida chega a 59.663,55m³.

TABELA 1: Valores reais e relativos de volume de cerne em relação ao volume da seção da tora de 0 a 15% da altura da árvore.

Nº ARVORE	Idade (anos)	D do cerne (cm)	Vol Cerne (m3)	Vol 0 - 15% (m3)	Vol cerne %
1	13	1,803	0,0012	0,1646	0,7289
2	13	1,663	0,0011	0,2508	0,4315
Média na idade de 13 anos		1,733	0,00115	0,2077	0,5802
15 anos	15	6,06	0,013	0,1905	6,8161
3	18	6,063	0,0167	0,4539	3,6777
4	18	4,425	0,007	0,2921	2,3832
5	18	1,43	0,001	0,3303	0,2913
Média na idade de 18 anos		3,972	0,008233	0,3587	2,117
Média Geral		3,574	0,007461	0,2523	3,171

Segundo estudos realizados, a árvore formação do cerne nas árvores constitui uma resposta fisiológica a alguma anormalidade ou situação de stress. Para tentar explicar a formação antecipada de cerne nessa situação foram levantadas as seguintes hipóteses que precisarão ser testadas no futuro: alterações no equilíbrio entre o tamanho da copa, capacidade de transpiração e diâmetro da árvore induzindo mudanças que levam à formação do cerne, necessidade hídrica da copa, redução do teor de umidade no interior da árvore em alguns períodos do ano, o acúmulo de materiais de reserva excedente às necessárias para as atividades fotossintéticas da árvore. As áreas amostradas não passaram por um manejo intensivo, o nos permite inferir que as árvores muito provavelmente estavam concorrendo fortemente, o que satisfaz boa parte das hipóteses levantadas para explicar a formação antecipada do cerne. A estagnação do povoamento e a condição de competição fizeram com que o povoamento desenvolvesse formação de cerne ou ficasse susceptível ao ataques patológicos.

Para fugir de situações como estas, recorre-se às práticas de desbaste. Esta operação tem grande importância para as florestas cujo objetivo é a produção de madeira com alto valor agregado. Após um desbaste as árvores remanescentes passam a dispor de mais espaço, luz e nutrientes, que são aproveitados rapidamente, diminuindo a competição entre elas.

Comprovadamente povoamentos desbastados têm um incremento em volume maior que os não desbastados, além de produzirem indivíduos com características superiores. No entanto, o volume final nos dois casos não é muito diferente, haja vista que a capacidade do sítio é sempre a mesma. O crescimento em altura de áreas desbastadas não sofre grande influência. Já o diâmetro é mais afetado pelo desbaste, que faz com que o decréscimo do incremento nesse parâmetro seja mais lento do que quando há competição. Dentre uma das vantagens relacionadas ao desbaste pode-se citar a diminuição de perdas futuras devido a respostas fisiológicas das árvores como, por exemplo, a formação de cerne.

A idade de corte ou rotação é o tempo necessário para que a floresta produza a quantidade de madeira necessária para atender os objetivos da empresa. A determinação da rotação leva em conta vários aspectos, tais como os econômicos, biológicos e tecnológicos, que são características que variam com a espécie, espaçamento e finalidade da produção. Independente de fatores tecnológicos e econômicos, existe um momento em que há um decréscimo na produção do povoamento, onde o Incremento Corrente Anual (ICA) passa a ser menor que o Incremento Médio Anual (IMA), cuja idade depende dos tratamentos silviculturais, da qualidade do sítio e da espécie, e este ponto é chamado definição técnica da rotação. Outro fator que pode auxiliar no processo decisivo da idade da rotação técnica é a determinação da idade de formação do cerne, neste caso específico, esta característica se inserida no processo, possibilitaria uma redução nas perdas da ordem de 3,17% em média, do volume de madeira processada.

O atual regime de manejo aplicado aos plantios amostrados visa maximizar a produção de madeira em termos de volume acima de 14 cm diâmetro de ponta fina. No entanto, a formação do cerne está presente em muitos plantios em idades muito inferiores a idade da rotação final. Como já mencionado acima, a madeira do cerne, devido a suas características, possui restrições industriais e por este fato deve-se atentar para a identificação deste momento.

Um novo modelo proposto de regime de manejo deve contemplar a máxima produção de madeira livre de cerne, no mínimo tempo possível. Para tal é necessário um pleno conhecimento da área, a começar por características de solo, uma vez que esta característica é capaz de influenciar fortemente o crescimento florestal e conseqüentemente, a formação do cerne.

CONCLUSÕES

Alguns autores relatam a formação do cerne devido a diferentes situações no ambiente levando a alterações no equilíbrio do vegetal. No entanto, relatam a formação do cerne em idades mais avançadas àquelas observadas neste

estudo. A inclusão da idade de formação de cerne no processo de decisão da idade de rotação final possibilitaria a diminuição de perdas em termos de volume de madeira aproveitável. A situação de maior perda é verificada na idade de 15 anos onde foi verificada uma perda de 6,8% sendo que o percentual médio é de 3,17%. Considerando este percentual médio de todas as idades e a demanda de madeira para a fábrica para o ano de 2009, o volume de madeira perdida em função da presença de cerne é da ordem de 3 557,07 m³.

BIBLIOGRAFIA BIBLIOGRÁFICO

BAMBER, R. K.; FUKAZAWA, K. Sapwood and heartwood: a review. **Commonwealth Agricultural Bureaux**, [S.l.], v. 46, n. 9, p. 568-580, Sept. 1985.

HILLIS, W. E. **Heartwood and tree exudates**. Berlin: Springer-Verlag, 1987. 268 p.

KINIGGE, W.; SCHULTZ, H. *Growndise der Forestbenutzung*. Varlang Paul Parey, Hamburg and Berlin, 1966. 584p.

WILKES, J. Heartwood development and its relationship to growth in *Pinus radiata*. **Wood Science and Technology**, Sydney, v. 25, n. 2, p. 85-90, Feb. 1991.

Site - URL: <[http://pt.wikipedia.org/wiki/Prata_\(Minas_Gerais\)](http://pt.wikipedia.org/wiki/Prata_(Minas_Gerais))>, acessado em 26/08/2008.

DETERMINAÇÃO DA ÉPOCA ADEQUADA E EXTENSÃO DO PERÍODO DE CONTROLE DAS PLANTAS DANINHAS NA CULTURA DO EUCALIPTO EM CANDIOTA, RS, AOS 6 MESES DE IDADE.

DETERMINATION OF SUITABLE AND LENGHT PERIOD OF WEED CONTROL IN 6 MONTHS EUCALYPTUS STANDS IN CANDIOTA, RS.

Eduardo Kneipp Londero¹ Mauro Valdir Schumacher² Francine Neves Calil³ Luiz Otávio Ramos de Oliveira⁴ Glodoaldo Arantes Ramiro⁵.

RESUMO

O experimento tem como objetivo determinar o Período Anterior de Interferência (PAI) e o Período Total de Prevenção de Interferência (PTPI) para a cultura do eucalipto aos 6 meses de idade. O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com três repetições com unidades amostrais de 22 m x 18 m com espaçamento de 3 m x 2 m. Avaliou-se a altura total (m), diâmetro de copa (m), biomassa de folhas e de tronco com casca (kg ha⁻¹) e o Índice de Área Foliar (IAF). Na altura total, o tratamento 8 é o de menor média, 1,72 m e o tratamento 11 de maior com 2,52 m. No diâmetro de copa o tratamento 7 possui a menor média, 1,33 m e o tratamento 11 a maior média com 1,96 m. Na biomassa de folhas, o tratamento 1 é o de menor média com 374,1 kg ha⁻¹, mas o tratamento 11 com 992,4 kg ha⁻¹, com a maior média. Na biomassa do tronco o tratamento 1 possui a menor média, 178,0 kg ha⁻¹, e o tratamento 11 com 447,2 kg ha⁻¹, com a maior média. Para o Índice de Área Foliar (IAF) o melhor tratamento foi o 10 e o 11 com 1,4 de IAF e o pior tratamento foi o 1 com 0,4 de IAF. Após 6 meses de implantação do povoamento pode-se concluir que o Período Anterior a Interferência (PAI) é 28 dias e o Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI) de 112 a 140 dias.

Palavras-chave: Matocompetição, convivência, controle, Índice de Área Foliar (IAF).

ABSTRACT

This study has as objective to determine the Past Interference Period (PIP) and the Total Period of Interference Prevention (TPIP) for eucalyptus culture at 6 months of old. The statistical design was randomized blocks with three repetitions with sampling units of 22 m x 18 m with 3 m x 2 m spacing. Total height (m), crown diameter (m), leaves and stem biomass (kg ha⁻¹) and the Leaf Area Index (LAI). In total height, treatment 8 shows the lowest average (1, 72 m) and the treatment 11 showed the highest average (2,52 m). For crown diameter, treatment 7 shows the lowest average (1, 33 m) and treatment 11 showed the highest average (1,96 m). For leaves biomass, treatment 1 shows the lowest average (374,1 kg ha⁻¹), but treatment 11 with 992,4 kg ha⁻¹ has the highest average. For stem biomass, treatment 1 has the lowest average (178,0 kg ha⁻¹), and treatment 11 with 447,2 kg ha⁻¹, has the highest average. For Leaf Area Index (LAI) the best treatments were 10 and 11 with 1,4 of LAI and the worst treatment was 1 with 0,4 of LAI. Six months after stand implantation, it is possible to conclude that Past Interference Period (PIP) is 28 days and the Total Period of Interference Prevention (TPIP) is from 112 to 140 days.

Key words: Weed competition, control, Leaf Area Index (LAI).

INTRODUÇÃO

O uso atual da madeira reflorestada do gênero *Eucalyptus* tem recebido especial atenção tanto por parte dos pesquisadores como por parte do setor madeireiro em função do seu grande potencial de disponibilidade em curto espaço de tempo e da ampla possibilidade de uso da madeira (Resch, 2004).

Segundo Cantareli (2002), em áreas aptas à silvicultura, o controle de plantas daninhas é um componente muito importante na fase inicial de estabelecimento, tanto pelo custo quanto pela necessidade de recursos humanos. Além disso, as plantas daninhas são hospedeiras de pragas e doenças; podem eliminar no ambiente inúmeros compostos orgânicos “aleloquímicos”, que afetam o desenvolvimento inicial das mudas e também prejudicam as operações silviculturais de manejo aumentando o risco de incêndios florestais.

¹. Acadêmico do curso de Engenharia Florestal, UFSM, Av. Roraima, 1000 CEU II Apt. 1417, Santa Maria, RS. E-mail: eklondero@gmail.com

² Engenheiro Florestal. Prof. Dr. nat. techn. Depto. Ciências Florestais, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: shumacher@pesquisador.cnpq.br

³ Doutora em Engenharia Florestal, Laboratório Ecologia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: francine.calil@terra.com.br

⁴. Engenheiro Florestal da empresa Votorantim Celulose e Papel, Pelotas, RS. E-mail: luiz.ramos@vcp.com.br

⁵. Biólogo da empresa Votorantim Celulose e Papel, Pelotas, RS. E-mail: glodoaldo.ramiro@vcp.com.br

Sendo assim, o melhoramento genético e a necessidade de mecanização, bem como a implantação de sistemas agro-silvi-pastoris, levam a formação de povoamentos florestais com espaçamentos maiores, exigindo mais atenção no controle das plantas daninhas, a fim de não desmantelar a relação produtividade-espaçamento-fator econômico na silvicultura de formação e condução de povoamentos homogêneos.

O conhecimento da flora invasora de uma cultura é de suma importância para a tomada de medidas de controle. Este conhecimento, porém, não deve se limitar à identificação das espécies, mas sim, abranger dados da biologia, distribuição geográfica e ecologia das invasoras (Aranha *et al.*, 1988).

O experimento tem como objetivo determinar o Período Anterior de Interferência (PAI) e o Período Total de Prevenção de Interferência (PTPI) para a cultura do eucalipto na região sul do Brasil.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Plantas daninhas são vegetais que crescem onde não são desejados, também são designadas como mato, inço, plantas invasoras, ervas daninhas, entre outras. A grande habilidade dessas plantas quanto à sobrevivência é atribuída aos seguintes atributos ou mecanismos desenvolvidos pela natureza: grande agressividade competitiva, grande produção de sementes, facilidade de dispersão das sementes e grande longevidade das sementes (Lorenzi, 2000).

Conforme o mesmo autor, as plantas daninhas podem ser classificadas em “plantas anuais”, “bianuais” e “perenes”. Entre as espécies anuais estão a maioria das plantas infestantes das grandes culturas e compreendem aquelas que germinam e completam o ciclo até a maturação das sementes dentro da mesma estação de crescimento (60 a 140 dias). As espécies bianuais são aquelas que germinam e crescem até a formação de folhas e roseta no primeiro ano, completando o ciclo no próximo ano, já as espécies perenes são aquelas que vivem indefinidamente durante muitos anos. Em regiões muito frias ou muito secas, sua parte aérea pode desaparecer durante o inverno ou período seco, entretanto, sua parte subterrânea se mantém intacta para reiniciar o crescimento quando as condições ambientais tornarem-se propícias.

A intensidade da competição varia com a espécie silvícula usada e com a idade. Plantas de *Eucalyptus spp.* são mais sensíveis no primeiro ano após o transplante de mudas que *Pinus spp.*, e dentro do gênero *Pinus*, a espécie *caribea* é mais sensível à competição de plantas daninhas que o *Pinus elliottii* e o *Pinus taeda*, principalmente nos dois e três primeiros anos após o transplante, respectivamente (Cief *apud* Cantareli 2002).

A área foliar é um parâmetro importante na avaliação da capacidade fotossintética e do crescimento das árvores, previsão da capacidade de competição entre plantas e está correlacionada com a capacidade de acumulação de matéria seca (Benincasa *et al.* *apud* Schumacher 1992). O Índice de Área Foliar é conceituado como sendo a área foliar presente na planta por área de solo (m^2/m^2), sendo considerado apenas um dos lados da folha.

MATERIAL E MÉTODO

O presente foi implantado, dia 7 de dezembro de 2005, na Fazenda Aroeira, no município de Candiota - RS, pertencente à empresa Votorantin Celulose e Papel Unidade Rio Grande do Sul nas coordenadas geográficas de 31° 44' 39,96"S e 53° 50' 48"W do meridiano de Greenwich.

Na região, segundo a classificação de Köppen, o clima é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical, em que a temperatura do mês mais frio oscila entre -3 °C e 18 °C e a média do mês mais quente é superior a 22°C. A precipitação pluviométrica média anual de 1414 mm (Moreno, 1961).

Segundo Streck *et al.* (2002), os solos da região em estudo pertencem à unidade de mapeamento Aceguá, classificado como Vertissolo Ebânico órtico chernossólico, com perfil pouco profundo com horizontes A-Cv ou A-Biv-Cv de cor escura ou cinzenta com horizonte vértico e pequena variação de textura ao longo do perfil.

Para a realização do experimento foram empregadas mudas clonais do híbrido de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, sendo estas plantadas em espaçamento de 3,0 m x 2,0 m.

O experimento obedeceu ao delineamento de blocos ao acaso, com três repetições, sendo utilizado um espaçamento de 3,0 m x 2,0 m. As dimensões das parcelas experimentais são de 22 m x 18 m.

Os tratamentos experimentais constam de períodos crescentes de convivência ou de controle das plantas daninhas no ciclo da espécie florestal e será dividido em dois grupos (G1 e G2 respectivamente), como demonstra a Tabela 1. No grupo 01 (G1), a cultura permanecerá por períodos crescentes com as plantas daninhas após os quais a cultura será mantida no limpo até o final do período de avaliação. Este grupo de tratamentos visa determinar o Período Anterior à Interferência (PAI). Os períodos avaliados serão: 00, 28, 56, 84, 112 e 140 dias.

No grupo 02 (G2) a cultura permanecerá livre de plantas daninhas por períodos crescentes, após os quais, toda e qualquer planta que emergir espontaneamente será deixada crescer livremente. Este grupo de tratamento visa determinar o Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI). Os períodos testados serão: 00, 28, 56, 84, 112 e 140 dias.

Nas parcelas que deviam ficar limpas, realizava-se a aplicação de herbicida com princípio ativo glifosato, na dosagem de 3 l ha⁻¹.

Com o auxílio de uma régua dendrométrica, foram realizadas as medições das alturas totais das árvores e com uma trena metálica foi aferido o diâmetro de copa de 20 árvores pertencentes a área útil da parcela.

Para avaliação da biomassa e o índice de área foliar (IAF) de cada um dos tratamentos foram abatidas 2 árvores por parcela. Após o fracionamento das plantas em folhas e madeira do fuste com casca as mesmas eram devidamente pesadas na sua totalidade e respectivamente amostradas. Estas amostras eram devidamente acondicionadas em recipientes de plástico, identificadas e depois de transportadas para o Laboratório de Ecologia Florestal do Departamento de Ciências Florestais da UFSM.

TABELA 1: Tratamentos para a determinação da época adequada e extensão do período de controle das plantas daninhas na cultura do eucalipto, em Candiota, RS.

Tratamento	Grupo	Descrição
1	G1	Sempre sujo
2	G1	Sujo até 28 dias e após limpo
3	G1	Sujo até 56 dias e após limpo
4	G1	Sujo até 84 dias e após limpo
5	G1	Sujo até 112 dias e após limpo
6	G1	Sujo até 140 dias e após limpo
7	G2	Limpo até 28 dias e após sujo
8	G2	Limpo até 56 dias e após sujo
9	G2	Limpo até 84 dias e após sujo
10	G2	Limpo até 112 dias e após sujo
11	G2	Limpo até 140 dias e após sujo
12	G2	Sempre limpo

No laboratório, dentre os compartimentos da biomassa, folhas e o fuste foram secos em estufa de circulação e renovação de ar a 70°C, por 72 horas, até peso constante sendo posteriormente pesados em balança de precisão (0,01 g).

Para a determinação do Índice de Área Foliar (IAF) de cada um dos tratamentos, foram coletadas alíquotas de folhas verdes que também tiverem sua massa aferida no campo. No Laboratório estas foram fotografadas e as imagens processadas com o auxílio do programa Image Tool versão 3.0.

Para as avaliações estatísticas foram realizadas análises de comparação de médias pelo teste Tukey com 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A intensidade da interferência das ervas daninhas sobre as plantas de eucalipto foi diretamente proporcional ao período de convivência. Isto é, quanto maior o período em que a matocompetição permanecer convivendo com as plantas de eucalipto, mais elas prejudicarão o desenvolvimento do eucalipto, isto também foi verificado por Marchi et al., (1995).

As plantas daninhas interferem nos plantios florestais reduzindo-lhes a produção. Essa interferência ocorre através dos mecanismos de competição, alelopatia, hospedeiros intermediários e desvalorização comercial dos produtos.

Na Tabela 2 está as variáveis dendrométricas, média da altura total e o diâmetro de copa aferidos nas árvores do experimento.

Na variável altura, o tratamento 8 (controlado até 28 dias e após em convivência) é o de menor média, 1,72 m, entretanto o tratamento 11 (controlado até 140 dias e após em convivência) com 2,52 m de altura, de maior média. No diâmetro de copa o tratamento 7 (controlado até 28 dias e após em convivência) possui a menor média, 1,33 m e o tratamento 11 (controlado até 140 dias e após em convivência) o de maior média com 1,96 m.

Aos 23 e 30 meses após o plantio, as plantas que conviveram com a comunidade infestante por 364 dias em Três Lagos, MS, apresentaram a altura média de 7,8 e 12,3 m, respectivamente. Enquanto as plantas que cresceram livres da presença de plantas daninhas apresentaram altura média de 10,5 e 13,8 m sugerindo uma tendência de recuperação das plantas de eucalipto a essa interferência (Toledo, 2002).

Para Marchi et al (1995), em um plantio com idade de 22 meses (Ribeirão Preto, SP), observou-se a redução de 28% na altura e 67% de volume com o eucalipto que cresceu no limpo em relação às parcelas que cresceram no mato.

TABELA 2: Altura total (m) e diâmetro de copa (m) nos tratamentos para determinação da época adequada e extensão do período de controle das plantas daninhas na cultura do *Eucalyptus*, aos 6 meses de idade.

Tratamento	Altura total (m)	Diâmetro de copa (m)
Sempre sujo	1,79 (0,32)** a*	1,37 (0,30) ab
Sujo até 28 dias e após limpo	2,35 (0,33) a	1,79 (0,17) ab
Sujo até 56 dias e após limpo	2,36 (0,41) a	1,81 (0,21) ab
Sujo até 84 dias e após limpo	1,80 (0,05) a	1,57 (0,13) ab
Sujo até 112 dias e após limpo	2,12 (0,25) a	1,43 (0,26) ab
Sujo até 140 dias e após limpo	2,04 (0,13) a	1,52 (0,16) ab
Limpo até 28 dias e após sujo	1,72 (0,38) a	1,33 (0,25) b
Limpo até 56 dias e após sujo	1,89 (0,17) a	1,51 (0,20) ab
Limpo até 84 dias e após sujo	1,98 (0,20) a	1,68 (0,06) ab
Limpo até 112 dias e após sujo	2,43 (0,07) a	1,91 (0,13) ab
Limpo até 140 dias e após sujo	2,52 (0,47) a	1,96 (0,29) a
Sempre limpo	2,19 (0,44) a	1,74 (0,19) ab
Média Geral	2,10 (13,04)***	1,63 (12,79)

* Médias seguidas por mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade do erro. **Desvio padrão da variável no determinado tratamento. *** Coeficiente de variação da variável em função da média geral.

Na Tabela 3 estão as variáveis relacionadas com a biomassa das árvores, biomassa de folhas e tronco com casca e o Índice de Área Foliar (IAF).

TABELA 3: Biomassa de folhas e tronco com casca (kg ha⁻¹) e Índice de Área Foliar (IAF) nos tratamentos para determinação da época adequada e extensão do período de controle das plantas daninhas na cultura do *Eucalyptus*, aos 6 meses de idade.

Tratamento	Biomassa (kg ha ⁻¹)		IAF
	Folhas	Tronco	
Sempre sujo	374,1 (42,9)** c*	187,0 (25,6) a	0,4 (0,1) b
Sujo até 28 dias e após limpo	962,8 (203,0) ab	400,9 (176,7) a	1,1 (0,2) ab
Sujo até 56 dias e após limpo	803,8 (230,0) abc	309,3 (69,1) a	1,1 (0,4) ab
Sujo até 84 dias e após limpo	654,1 (198,7) abc	261,2 (41,3) a	0,8 (0,1) ab
Sujo até 112 dias e após limpo	529,5 (236,8) abc	292,6 (117,9) a	0,6 (0,3) ab
Sujo até 140 dias e após limpo	651,2 (129,3) abc	307,5 (62,5) a	0,9 (0,3) ab
Limpo até 28 dias e após sujo	444,5 (94,0) bc	232,6 (82,8) a	0,6 (0,2) ab
Limpo até 56 dias e após sujo	554,3 (47,4) abc	226,0 (65,9) a	0,7 (0,1) ab
Limpo até 84 dias e após sujo	758,1 (143,6) abc	278,2 (67,4) a	1,2 (0,5) ab
Limpo até 112 dias e após sujo	981,8 (109,1) a	397,5 (66,9) a	1,4 (0,2) a
Limpo até 140 dias e após sujo	992,4 (326,6) a	447,2 (225,5) a	1,4 (0,5) a
Sempre limpo	855,7 (89,0) abc	319,6 (33,7) a	1,2 (0,1) ab
CV (%)	713,5 (27,8)***	305,0 (25,5)	0,9 (34,9)

* Médias seguidas por mesma letra na vertical, não diferem estatisticamente entre si através do teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade do erro. **Desvio padrão da variável no determinado tratamento. *** Coeficiente de variação da variável em função da média geral.

Na biomassa de folhas, o tratamento 1 (sempre em convivência) é o de menor média, 374,1 kg ha⁻¹, mas o tratamento 11 (controlado até 140 dias e após em convivência) com 992,4 kg ha⁻¹, com a maior média. Na biomassa do tronco o tratamento 1 (sempre em convivência) possui a menor média, 178,0 kg ha⁻¹, e o tratamento 11 (controlado até 140 dias e após em convivência) com 447,2 kg ha⁻¹, com a maior média.

Essa redução na biomassa ocorreu, porque sob intensa infestação de plantas daninhas o eucalipto tende a perder rapidamente os ramos e as folhas da base da copa, apresentando com isso uma pequena quantidade de folhas concentradas no topo das mudas. Isso provoca um estiolamento, devido a competição por luz, que restringe a fonte predominante de energia aos processos básicos de recrutamento de elementos e de elaboração de todas as substâncias envolvidas no crescimento do vegetal (Pitelli e Marchi, 1991).

Para o Índice de Área Foliar (IAF) o melhor tratamento foi o 10 (controlado até 112 dias e após em convivência) e o 11 (controlado até 140 dias e após em convivência) com 1,4 de IAF e o pior tratamento foi o 1 (sempre em convivência) com 0,4 de IAF.

No final do primeiro ano de crescimento, a área foliar das plantas de eucalipto foi apenas de 8% do valor verificado nas parcelas em que a cultura cresceu livre da convivência de plantas daninhas. Para a biomassa epígea, este valor foi de 19% (Marchi et al., 1995). Este autor concluiu que com o menor desenvolvimento da área foliar, a planta passou a ter uma série de restrições de crescimento, tanto na produção de fotoassimilados como no estabelecimento de um fluxo de massa da água do solo. Este último, além de contribuir para na absorção e transporte de alguns nutrientes, manteria o potencial hídrico das folhas permitindo intensa atividade fotossintética. Com a redução nesses processos, houve uma diminuição no desenvolvimento das plantas e no volume de madeira acumulado.

Em estudo analisando a variação do Índice de Área Foliar em eucalipto ao longo do seu desenvolvimento, Xavier et al. (2002) verificaram que o maior valor de IAF foi de 4,31, em um talhão de 24 meses, enquanto o menor valor foi de 1,72, aos 60 meses.

A produção de biomassa de folhas e o IAF estão estritamente relacionados, confirmado pela alta correlação de Pearson (0,95) existente entre as variáveis. A mesma tendência observa-se para a biomassa do tronco e o IAF que também possuem uma alta correlação de Pearson (0,84)

CONCLUSÕES

Após 6 meses de implantação do povoamento pode-se concluir que o Período Anterior a Interferência (PAI) é 28 dias e o Período Total de Prevenção da Interferência (PTPI) de 112 a 140 dias.

AGRADECIMENTO

Agradecemos a empresa Votorantim Celulose e Papel pelo fornecimento da área e o apoio logístico para realização da pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARANHA, C.; LEITÃO, H. F.; YAHN, C.A.; **Sistemática de plantas invasoras**. Campinas, SP: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1988. 74p.

CANTARELI, E.B. **Efeito de cobertura e períodos de manejo de plantas daninhas no desenvolvimento inicial de *Pinus elliottii*, *Pinus taeda* e *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribea* var. *hondurensis* em várzeas**. Santa Maria: UFSM, 2002. 89 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2002.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. Ed. Nova Odessa: SP, 3ª edição, 2000. 608p.

MARCHI, S. R.; PITELLI, R.A.; BEZUTTE, A. J.; CORRADINE, L.; ALVARENGA, S.F. Efeito de períodos de convivência e de controle das plantas daninhas na cultura de *Eucalyptus grandis*. In: **Anais...** 1º Seminário sobre Cultivo Mínimo do Solo em Florestas. 1995, 122-133p.

MARCHI, S.R.; PITELLI, R.A. Efeitos de períodos de convivência e controle das plantas daninhas no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* HILL ex MAIDEM. In: XXIII Congresso Brasileiro da Ciência das Plantas Daninhas **Resumos**. Gramado, RS. Londrina: SBCPD/Embrapa Clima Temperado, 2002.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961, 41p.

RECH, C. Multiprodutos em povoamentos de eucalipto. **Revista da Madeira**. Curitiba - PR. n 80, 2004.

SCHUMACHER, M. V. **Aspectos da ciclagem de nutrientes e do microclima em talhões de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh, *Eucalyptus grandis* ex Maiden e *Eucalyptus torelliana* F. Muell.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1992. 87 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1992.

STRECK, E. V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R. S. D.; KLAMT, E.; NASCIMENTO, P. C.; SCHNEIDER, P. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Emater/RS; UFRGS, 2002. 107p.

TOLEDO, R. E. B. **Faixas e períodos de controle de plantas daninhas e seus reflexos no crescimento do eucalipto**. Piracicaba: ESALQ/USP, 2002. 130 p. Tese (Doutor em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2002.

XAVIER, A.C.; SOARES, J. V.; ALMEIDA, A. C. Variação do índice de área foliar em clones de eucalipto ao longo de seu ciclo de crescimento. **Revista Árvore**, Viçosa, n. 26, p. 421-427, 2002.

REGENERAÇÃO NATURAL DE *Ateleia glazioviana* (Baill.) EM SUB-BOSQUE DE *Eucalyptus* sp.
EM SANTA MARIA

NATURAL REGENERATION OF *Ateleia glazioviana* (Baill.) IN SUB-FOREST *Eucalyptus* sp.
IN SANTA MARIA

Mayara Dalla Lana¹ Elisabete Vuaden² Frederico Dimas Fleig³ Gustavo Fernandes da Silva¹ Jonas Flores Vargas¹

RESUMO

O presente estudo teve o objetivo de avaliar o potencial de dispersão por sementes do timbó (*Ateleia glazioviana*) em sub-bosque de *Eucalyptus* sp. no município de Santa Maria/RS. Foi realizado um censo em uma área de 170m x 60m com unidades amostrais (UA) de 10m x 10m totalizando 102 UA. Foram medidos a altura e o diâmetro a 0,10m de altura de todos os indivíduos da área amostrada. A medida de dispersão foi obtida através do Índice de Morisita (I) e para o levantamento de ocorrência de ventos fortes foram utilizados dados de registro em anemogramas diários de um Anemógrafo Universal/ UFSM. A maior quantidade de indivíduos de *Ateleia glazioviana* se concentra nas classes 1,5m (altura) e 2,5cm (diâmetro), onde, a partir destas classes, ocorre redução de indivíduos com o aumento da distância, sendo que a maior distância alcançada foi de aproximadamente 60m. Nas parcelas mais próximas das plantas mães verifica-se uma grande variação de diâmetros (0,7cm a 6,20cm), essa variação diminui à medida que a distância aumenta da fonte de diásporos. A localização da regeneração natural na direção norte e noroeste das plantas matrizes estão relacionadas com a predominância, velocidade e frequência dos ventos no período de dispersão dos frutos. O padrão de distribuição espacial encontrado pra essa espécie foi aleatório.

Palavras-chave: Timbó, anemocoria, dispersão, Índice de Morisita.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the potential of dispersal of timbó seed (*Ateleia glazioviana*) in sub-forest of *Eucalyptus* sp. in Santa Maria / RS. A census was conducted in an area of 170m x 60m with sampling units (SU) of 10m x 10m totaling 102 SU. Were measured the height and diameter to 0,10m high for each of the sampled area. The extent of dispersion was obtained through the Morisita Index (I) and for the survey of the occurrence of strong winds were used to record data on a daily anemogramas of the Wind Sensor Universal / UFSM. The largest amount of individuals of *Ateleia glazioviana* focuses on classes 1,5m (height) and 2.5cm (diameter), where, from these classes, reduction occurs in individuals with increasing distance, and the longest distance achieved was approximately of 60m. In the closest plots of mother plants there is a wide variation in diameter (0.7 cm to 6.20 cm), this variation decreases as the distance of the source of seeds increases. The of natural regeneration location in the north and northwest direction of plant breeders are related to the prevalence, frequency and speed of the winds during the dispersal of fruits. The pattern of special distribution found for this species was at random.

Key words: timbó, anemochory, dispersion, Morisita Index.

INTRODUÇÃO

A regeneração natural é a forma mais antiga e natural de renovação de uma floresta. Todas as espécies arbóreas possuem mecanismos que permitem sua perpetuação no sistema natural. É um elemento importante na evolução de uma espécie arbórea, e está intimamente correlacionada com ambiente em que a espécie se desenvolveu, assim como com a biocenose que evoluiu (SEITZ e JANKOVSKI, 1998).

Nos sub-bosques a regeneração pode apresentar estreita dependência de formações florestais vizinhas, como fonte de diásporos. Outros fatores também podem exercer influência marcante, tais como a ecologia da dispersão de cada espécie regenerante, os efeitos de borda e de clareiras, práticas de manejo, possíveis efeitos alelopáticos, sentido predominante dos ventos (AUBERT e OLIVEIRA FILHO, 1994), sendo ainda influenciada pela temperatura, precipitação e umidade relativa que, em níveis baixos, favorece significativamente a disseminação (JANKOVSKI, 1996).

¹ Acadêmicos do Curso de Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS). mayaradallalana@hotmail.com

² Engenheira Florestal, Mestranda em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS).

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS).

O timbó ou timbozinho (*Ateleia glazioviana* Baill), pertence à família Leguminosae-Papilionoideae (LORENZI, 1992), é uma espécie pioneira, percussora e agressiva, tal é seu vigor reprodutivo e vegetativo (CARVALHO, 2003). Ocorre naturalmente na Argentina e no Brasil, nos estados de São Paulo e Rio de Janeiro, e do Paraná ao Rio grande do Sul (BACKES e IRGANG, 2002). Por ser uma espécie heliófila (LORENZI, 1992) dificilmente se encontra no interior da floresta, embora muitas vezes constitua a margem avançada dela. Apresenta regeneração natural intensa fora da floresta primária. Forma povoamentos densos, conhecidos por timbozais (CARVALHO, 2003).

Árvore caducifólia, com 5 a 15m de altura e 20 a 30 cm de DAP, podendo atingir até 25m de altura e 70cm de DAP, possui folhas compostas alternas, imparipenadas, com 20 a 40cm de comprimento. As flores são amareladas, reunidas em inflorescência terminal. O fruto é samaróide, indeiscente, unisseminado, semiorbicular, medindo 2,2 a 2,7cm de comprimento por 0,8cm de largura, de cor amarelo-clara, com uma ala pequena ao largo da sutura superior e com a semente visível no centro (CARVALHO, 2003). O timbó produz anualmente grande quantidade de sementes viáveis (LORENZI, 1992), que possuem coloração avermelhada, lembrando um feijão, com 4 a 45mm de comprimento, que são dispersas pelo vento (CARVALHO, 2003).

O tipo e o tamanho dos diásporos, bem como seus principais agentes dispersores, constituem fatores fundamentais na chegada e no estabelecimento das plantas (PIVELLO *et al.*, 2006). A produção de sementes pequenas traz para a planta a vantagem de facilitar sua dispersão pelo vento e reduzir o risco de predação, compensando as dificuldades sofridas na fase de estabelecimento da plântula (FENNER, 1983).

Segundo Carvalho (1982) o estudo da regeneração natural permite a realização de previsões sobre o comportamento e desenvolvimento futuro da floresta, pois fornece a relação e a quantidade de espécies que constituem o seu estoque, bem como suas dimensões e distribuição na área.

Quando se deseja conhecer uma população, a forma de distribuição dos indivíduos é um importante aspecto a ser avaliado, juntamente com fatores intrínsecos (auto-ecologia da espécie) e extrínsecos (fatores ambientais) (JANZEN, 1970).

Existem três padrões básicos de distribuição espacial dos indivíduos de uma população: aleatório, quando a posição de cada indivíduo é independente da posição de todos os outros; agregado ou agrupado, quando a tendência dos indivíduos é de ocorrerem em grupos, e a chance de ocorrência de um indivíduo aumenta pela presença de outro; e o regular ou uniforme, onde as plantas são mais igualmente espaçadas (NASCIMENTO *et al.*, 2002).

Devido à carência de dados referentes a regeneração do timbó, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a dispersão, por sementes, desta espécie em sub-bosque de *Eucalyptus* sp., mediante o levantamento da densidade, distribuição espacial, morfometria e idade das plantas, buscando relacionar com a ocorrência de ventos fortes.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no município de Santa Maria/RS, na Área Experimental do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria-UFSM.

De acordo com a classificação climática de Köppen, a área enquadra-se num clima temperado chuvoso e quente do tipo Cfa. No inverno a temperatura do mês mais frio é em torno de 13°C, sendo a média das mínimas entre 8°C e 10°C e das máximas em torno de 18°C. A média térmica do verão é de 24°C nas áreas mais elevadas e 32°C, onde as altitudes são menores, e as máximas absolutas em torno de 40°C (SARTORI, 1979). O índice de precipitação varia em torno de 1500 a 1700mm, distribuídos regularmente durante o ano, sendo os meses de novembro, dezembro e março os menos chuvosos, quando podem ocorrer déficits hídricos, com danos às plantas cultivadas (SARTORI, 1979). O solo do local é classificado como Argissolo Vermelho Alítico Abruptico (PEDRON *et al.*, 2005).

O povoamento de *Eucalyptus* sp. tem aproximadamente 27 anos. Ao norte deste, separado por uma estrada de 12m de largura, encontra-se um plantio adulto de *Ateleia glazioviana* (Figura 1) formando 7 linhas, com 122m de comprimento e espaçamento inicial de 2m x 2m, sendo que nas linhas próximas a estrada há indivíduos bem desenvolvidos com 15m de altura em média, e nas linhas subseqüentes nota-se a ocorrência de plantas com baixo crescimento e muitas falhas provocado, provavelmente, pela reduzida drenagem do solo.

Para a amostragem da regeneração foi realizado um censo em uma área de 170m x 60m, no interior do plantio de *Eucalyptus* sp., com unidades amostrais (UA) de 10m x 10m na direção norte-sul a partir da borda da floresta, totalizando 102 UA (Figura 1). Foram medidos a altura e o diâmetro a 0,10m de altura do tronco de todos os indivíduos de *Ateleia glazioviana* da área amostrada. Como critério de análise, verificou-se a influência da distância das linhas e colunas formadas pelas unidades amostrais utilizando-se análise de variância e teste de médias.

Após a amostragem foram selecionadas, ao acaso, duas árvores pertencentes à maior e menor classe diamétrica. Estas foram abatidas e forneceram uma seção da base do tronco. Após secagem, foram lixados primorosamente para visualização e medição dos anéis anuais de crescimento como descrito por Finger (1992).

A medida de distribuição espacial da espécie foi obtida através do Índice de Morisita (I) que é pouco influenciado pelo tamanho das parcelas e excelente indicador do grau de dispersão (BARROS e MACHADO, 1984), sendo calculado por:

$$I = n * \frac{\sum x^2 - N}{N * (N - 1)}$$

Considerando que: n = número total de parcelas; $\sum x^2$ = soma do quadrado do número de indivíduos por parcela; N= número de indivíduos encontrados em todas as parcelas.

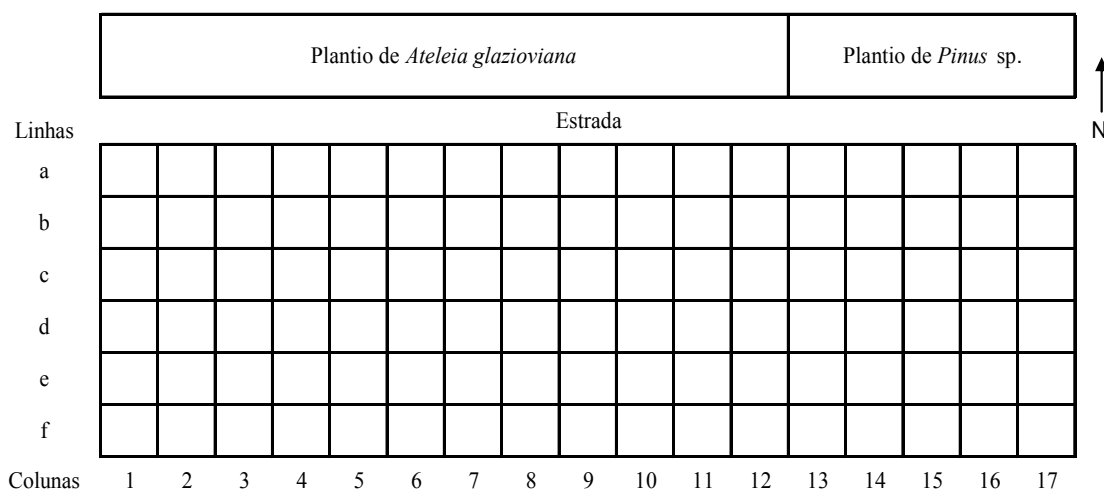


FIGURA 1: Croqui da área de estudo da regeneração natural de *Ateleia glazioviana*, na Região Central do RS.

A distribuição espacial dos indivíduos pode ser: uniforme ($I < 1$), aleatória ($I=1$), agregada ($I > 1$). A significância dos valores calculados de I pode ser obtida pelo teste do Qui-quadrado (X^2), onde X^2 calculado é:

$$X^2 = n * \left(\frac{\sum x^2}{N} \right) - N$$

O valor calculado do X^2 pode ser comparado com o valor crítico apropriado com (n-1) graus de liberdade e um nível de significância igual a 0,05 e 0,01. Se o valor do qui-quadrado calculado for menor que o valor crítico de 5 % ou 1% de probabilidade, o padrão de distribuição da espécie é aleatório, e se ocorrer o contrário o padrão de distribuição é agregado ou uniforme (CETNARSKI FILHO e NOGUEIRA, 2004).

Para o levantamento de ocorrência de ventos fortes na região da área amostrada foram utilizados dados de registro em anemogramas diários de um Anemógrafo Universal, instalado a 10m de altura, na Estação Climatológica Principal pertencente ao 8º DISME, instalada no Campo Experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, latitude: 29°43', longitude: 53°48' e altitude de 95m (HELDWEIN *et al.*, 2003), no período de 1997 a 2008 somente nos meses de março a julho, período de maturação e dispersão dos frutos do timbó (BACKES e IRGANG, 2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido à ausência de regeneração e por estarem localizadas nas bordas da área avaliada, foram excluídas da análise as linhas “e” e “f”, e as colunas 1, 2, 16 e 17 (Figura 1) resultando em um total de 52 UA analisadas em uma área de 130m x 40m. Das 52 UA remanescentes, 18 UA não apresentaram regeneração, nas restantes, foram amostrados 92 indivíduos. A densidade de indivíduos por UA oscilou de zero a nove, onde apenas 2 UA apresentaram 9 plantas.

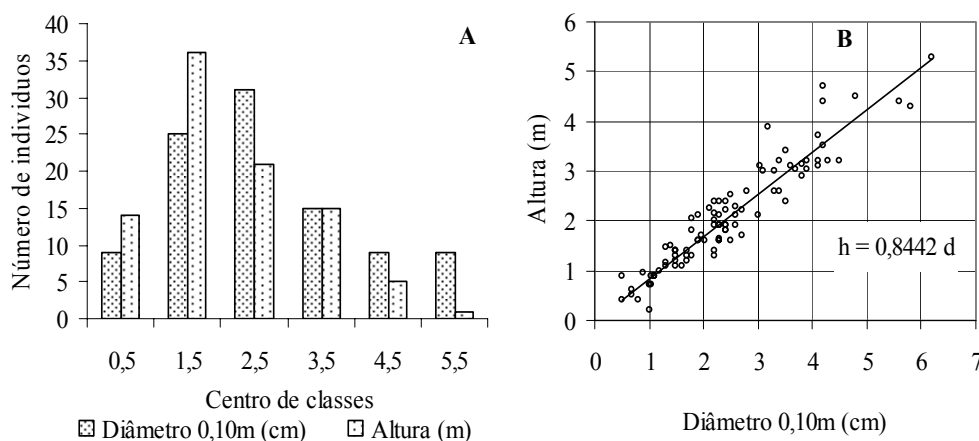


FIGURA 2: Frequências das alturas e diâmetros a 0,10m (A), e relação h/d-altura/diâmetro (B) da regeneração de *Ateleia glazioviana* em sub-bosque de *Eucalyptus* sp. (Santa Maria, RS).

Os dados de diâmetro e altura foram agrupados em 6 centros de classes como mostra a Figura 2A. A maior quantidade de indivíduos se concentra nas classes 1,5m (altura) e 2,5cm (diâmetro), correspondendo a 39,1% e 33,7% do total, respectivamente.

Cetnarski Filho e Nogueira (2004), em um estudo sobre regeneração natural de *Ocotea odorifera*, encontraram redução de indivíduos com o aumento da altura, associando esse fato à competição com outras espécies, por condições necessárias à sua sobrevivência e crescimento, principalmente por espaço físico, nutrientes e luminosidade.

Este comportamento foi parcialmente observado no presente estudo, pois as maiores alturas apresentaram poucos indivíduos, estando possivelmente relacionada com a exigência de luz da espécie. Sendo pioneira e demandante de luz, em condições de dossel fechado desenvolveu menores alturas, pela mudança do padrão de crescimento monopodial para dicotômico. Já as localizadas em locais de menor densidade do dossel, ou mesmo aberto, como clareiras, os indivíduos investiram mais no crescimento em altura, gerando uma dispersão de alturas para um mesmo diâmetro, como pode ser observado na Figura 2B, onde a relação da altura sobre o diâmetro varia de 0,6 até 1,21.

O crescimento em diâmetro está diretamente relacionado com a idade das plantas. Em condições ambientais semelhantes é esperado que plantas com mesma idade tenham desenvolvimento diamétrico aproximadamente igual. Na Figura 3, pela comparação das duas árvores selecionadas, na menor e maior classe diamétrica, verificou-se que estas apresentam, respectivamente, idades de 7 e 11 anos e padrões diferenciados de crescimento, onde a maior apresenta uma taxa superior comparada com a menor. Esta constatação inviabiliza a utilização da variável diâmetro como função temporal do momento de dispersão da semente.

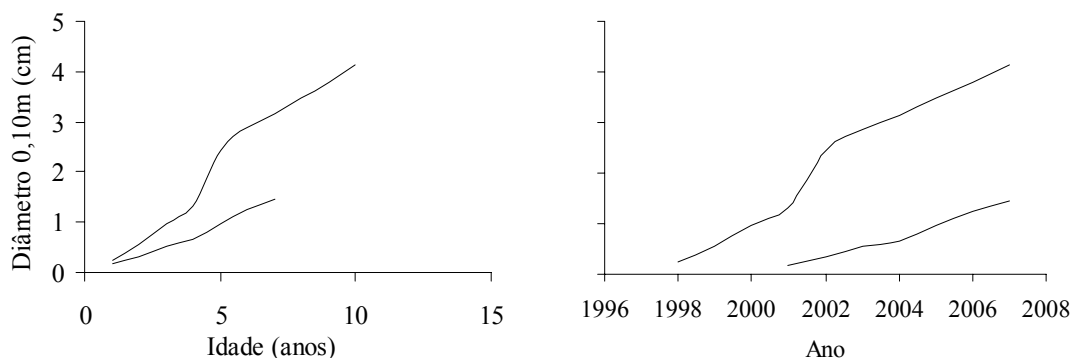


FIGURA 3: Crescimento em diâmetro de *Ateleia glazioviana* em sub-bosque de *Eucalyptus* sp. (Santa Maria, RS).

A distância da fonte de diásporos, considerados como linhas e colunas, não influem significativamente no diâmetro e na altura das plantas. Nas parcelas mais próximas das plantas mães verifica-se uma grande variação de diâmetros (0,7 a 6,20cm), como pode ser observado na Figura 4A, essa variação diminui à medida que a distância aumenta da fonte de diásporos.

Na Figura 4B nota-se que as regenerações de timbó estão em maior concentração próximas às fontes de sementes e conforme aumenta a distância, o número de plantas reduz. Relacionando o número de indivíduos com a distância da fonte de diásporos, ou seja, comparando os efeitos de linhas e colunas, somente a menor distância difere estatisticamente da maior.

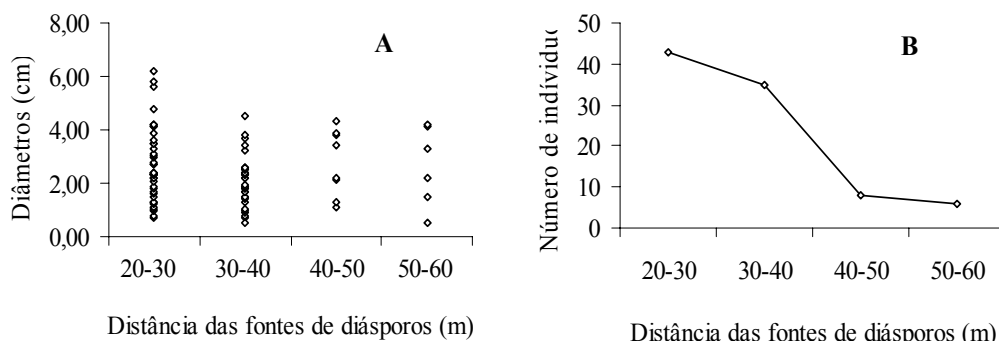


FIGURA 4: Diâmetros (A) e número de indivíduos (B) de *Ateleia glazioviana* em relação à distância da fonte de diásporos.

A maior distância alcançada foi de aproximadamente 60m, provavelmente, a dispersão dessa semente ocorreu durante os ventos com velocidade superior a 25 m/s. Segundo Guariguata e Pinard (1998) sementes dispersas pelo vento chegam a atingir distâncias maiores que 100m em relação à planta matriz em florestas não-perturbadas, mas a maioria (75%) não alcança distância maior que 30m da fonte.

Analisando a Figura 5, nota-se que em todos os anos ocorreram ventos fortes na região, sendo que o ano com maior frequência foi de 2005, e no ano de 2006 houve maior incidência de ventos com velocidade maior ou igual a 25 m/s.

Apesar da direção predominante dos ventos, na região em que se encontra Santa Maria ser do quadrante leste (MACHADO, 1950), Heldwein *et al.* (2003), verificou que as rajadas de vento fortes mais frequentes são de direção norte, noroeste e nordeste (“Vento Norte”) prolongando-se por vários dias, e que, nesta direção, estas rajadas com muita frequência ultrapassam 20 m/s. Isso pode explicar a localização dessa regeneração natural na direção norte-noroeste em relação as plantas matrizes.

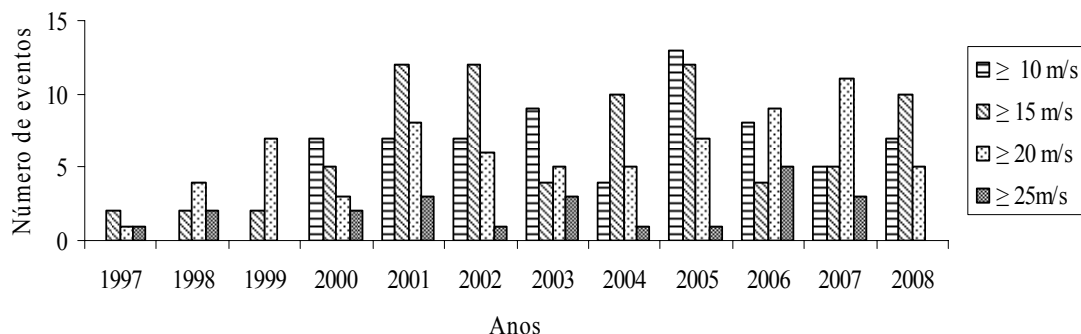


FIGURA 5: Frequência dos ventos de sentido norte e noroeste entre os meses de março a julho nos anos de 1997 a 2008. Fonte: Estação Climatológica Principal/ UFSM.

O Índice de Morisita (I) encontrado para o timbó foi de 1,1988. O valor do qui-quadrado calculado (50,43) foi menor que o tabelado tanto para a probabilidade de 95 % (68,66) como para a de 99% (77,38) indicando padrão de distribuição espacial aleatório para a espécie.

Não foram encontrados estudos de distribuição espacial de *Ateleia glazioviana* para comparações mais precisas, mas por ser o timbó uma espécie anemocórica o padrão de dispersão esperado seria realmente esse, já que as espécies zoocóricas possuem, teoricamente, menores chances de disseminarem seus diásporos aleatoriamente (Giehl *et al.*, 2007). Contudo, em estudos realizados por Rosseto *et al.* (2005) buscando investigar uma relação direta entre padrão de distribuição espacial e síndrome de dispersão encontraram resultados contraditórios. Espécies como *Ocotea pulchella*, *Pouteria torta* e *Myrcia língua* que possuem dispersão zoocórica mostraram padrão de distribuição aleatório, já as espécies *Qualea grandiflora*, *Dalbergia miscolobium* e *Roupala montana* que possuem dispersão anemocórica obtiveram padrão agregado. As únicas espécies que corroboraram a hipótese dos autores foram *Vochysia tucanorum* que mostrou padrão aleatório tendo dispersão anemocórica e *Amaioua guianensis* e *Xylopia aromática* que mostraram padrão agregado possuindo dispersão zoocórica.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- A densidade de plantas de *Ateleia glazioviana* foi baixa;
- O padrão de distribuição espacial da espécie é aleatório;
- A população concentra maior número de plantas nas classes inferiores de diâmetro e altura;
- A relação altura diâmetro varia com a abertura do dossel;
- A dimensão das plantas não pode ser utilizada como indicadora da idade destas;
- Os ventos de sentido norte, noroeste e nordeste, “vento norte”, são os responsáveis pela dispersão dos frutos e sementes de timbó.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AUBERT, E.; OLIVEIRA FILHO, A.T. Análise multivariada da estrutura fitossociológica do sub-bosque de plantios experimentais de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. **Revista Árvore**, Lavras, v.18, n.3, p.194-214, 1994.
- BACKES, P.; IRGANG, B. **Árvores do sul**: guia de identificação & interesse ecológico. Santa Cruz: Instituto Souza Cruz/Clube da Árvore, 2002.v.1. 325p.
- BARROS, P.L.C.; MACHADO, S.A. **Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia Brasileira**. Curitiba: FUPEF-UFPR, 1984. 42p. (Série Científica, n.1).

- CARVALHO, J.O.P. **Análise estrutural da regeneração natural em floresta tropical densa na região do Tapajós no Estado do Pará**. Curitiba: UFPR, 1982. 128 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) –Universidade Federal do Paraná, 1982.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. Colombo: EMBRAPA Florestas, 2003. v. 1, 1039 p.
- CETNARSKI FILHO, R.; NOGUEIRA, C.A. Regeneração natural de *Ocotea odorifera* (Vell.) Rohwer (Canela-sassafrás). **Revista Acadêmica: Ciência Agrárias e Ambientais**, Curitiba, v. 2, n.3, p. 61-68, Jul.-Set., 2004.
- FENNER, M. Relationships between seed weight, ash content and seedling growth in twenty-four species of Compositae. **New Phytol.**, Oxford. v. 95, p.697-706, 1983.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF-FATEC, 1992.
- GUARIGUATA, M.R.; PINARD, M.A. Ecological knowledg of regeneration from seed in neotropical Forest tress: Implication for natural Forest management. **Forest Ecology Management**, v. 112, p. 87-99, 1998.
- GIEHL, E.L.H.; ATHAYDE, E.A.; BUDKE, J.C.; GESING, J.P.A.; EINSIGER, S.M., CANTO-DOROW, T.S. Espectro e distribuição vertical das estratégias de dispersão de diásporos do componente arbóreo em uma floresta estacional no sul do Brasil. **Acta Botânica Brasileira**, São Paulo, v. 21, n.1, p.137-145, 2007.
- HELDWEIN, A.B.; STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; SANDRI, M.A.; TRENTIN, G.; SPOHR, R.B.; SILVA, J.C.; ALBERTO, C.M.; FARIA, N.S. Freqüência de ocorrência de ventos fortes em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n.2, p.285-291,2003.
- JANKOVSKI, T. **Estudo de alguns aspectos da regeneração natural induzida em povoamentos de *Pinus taeda* L. e *Pinus elliotti* Engelm.** Curitiba: UFPR, 1996. 106 p. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, 1996.
- JANSEN, D.H. Herbivores and the numbers of tree species in tropical forest. **Amer. Nat.**, v.104, p.501-520, 1970.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa, SP: Editora Plantarum, 1992. 370 p. v. 1.
- MACHADO, F.P. **Contribuição ao estudo do clima do Rio Grande do Sul**. Rio de Janeiro, Conselho Nacional de Geografia, 1950. 91p.
- NASCIMENTO, N.A.; CARVALHO, J.O.P.; LEÃO, N.V.M. Distribuição espacial de espécies arbóreas relacionadas ao manejo de florestas naturais. **Revista Ciência Agrária**, Belém, n.37, p.1-20, 2002.
- PEDRON, F. A.; Z. A.; DALMOLIN, R. S. D.; AZEVEDO, A. C. **Solos do Jardim Botânico da Universidade Federal de Santa Maria: características e potencial de uso**. Santa Maria: Departamento de Solos/UFSM, 2005. 70p.
- PIVELLO, V.R.; PETENON, D.; JESUS, F.M.; MEIRELLES, S.T.; VIDAL, M.M.; ALONSO, R.A.S.; FRANCO, G.A.D.C.; METZGEN, J.P. Chuva de sementes em fragmentos de Floresta Atlântica(São Paulo, SP, Brasil), sob diferentes situações de conectividade, estrutura florestal e proximidade da borda. **Acta Botanica Brasileira**. São Paulo, v.20, n.4, p.845-859, 2006.
- ROSSETO, V., ARAÚJO, J.S.A., LATINI, A.O., SFAIR, J.C. **Avaliação do padrão de distribuição espacial de espécies arbóreas de um fragmento de cerrado do município de Itirapina SP**. Disponível em:(<http://www.ib.unicamp.br/profs/fsantos/ecocampo/ne211/2005/R2-b.pdf>) > Aceso em: 29 de setembro de 2008.
- SARTORI, M. da G.B. O clima de Santa Maria. RS: do regional ao urbano. São Paulo: USP, 1979. 167p. **Dissertação** (Mestrado)-Universidade Estadual de São Paulo.
- SEITZ, R.A.; JANKOVSKI, T.A. Regeneração natural de *Pinus taeda*. In: SIMPÓSIO FLORESTAL DO RIO GRANDE DO SUL, 5, 1998, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul: Associação Gaúcha de Empresas Florestais (AGEFLOR), Sindicato das Indústrias da Madeira da Região Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul (SINDIMADEIRA), Centro de Pesquisas Florestais (CEPEF), Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM (PPGEF), 1998. p. 37-53.

RELAÇÃO ENTRE AS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DO SOLO E O ESTADO NUTRICIONAL DE
Eucalyptus saligna NO EXTREMO SUL DO RIO GRANDE DO SUL

RELATIONSHIP BETWEEN SOIL CHEMICAL CHARACTERISTICS AND THE NUTRITIONAL STATUS
OF *Eucalyptus saligna* IN EXTREME SOUTH OF RIO GRANDE DO SUL

Márcio Viera¹ Darlan Michel Bonacina² Raquel Custódio D'Avila³ Francine Neves Calil⁴
Mauro Valdir Schumacher⁵ Glodoaldo Arantes Ramires⁶ Luiz Otávio de Oliveira Ramos⁷

RESUMO

O presente trabalho objetiva avaliar a relação entre as características químicas do solo e o estado nutricional de *Eucalyptus saligna*, com dezoito meses de idade, na região extremo sul do estado do Rio Grande do Sul. Para tanto se fez a locação de 66 parcelas amostrais em toda área avaliada, com 50 árvores cada, onde em cada uma destas, abateu-se uma árvore de diâmetro médio, procedendo à amostragem do tecido foliar. Nestas mesmas parcelas avaliaram-se as características químicas do solo. Através da avaliação do estado nutricional, observou-se que as plantas de *Eucalyptus saligna*, apresentaram teores nas faixas, adequado e acima do adequado. Os teores de nutrientes contido no tecido foliar, com exceção ao Cu e ao Zn, apresentaram correlação direta ou indireta significativa com um ou mais nutrientes contidos no solo.

Palavras-chave: Nutrição florestal, estado nutricional, diagnose foliar.

ABSTRACT

This study has as objective to evaluate the relationship between soil chemical characteristics and the nutritional status from *Eucalyptus saligna* (18 months), located in extreme south of Rio Grande do Sul. So that 66 sampling plots were located in the sampling area, with 50 trees in each one, where in each of them, the tree with average diameter was CUT, followed by leaves sampling. In these same plots, soil chemical characteristics were evaluated. Through nutritional status evaluation, it was observed that *Eucalyptus saligna* plants, showed amounts in the adequate and above the level limits. The amounts of nutrients in the leaves, excepted Cu and Zn, showed significative direct and indirect correlations with one or more nutrients in soil.

Key words: Forest nutrition, nutritional status, leaf diagnosis.

INTRODUÇÃO

O conhecimento da relação dos nutrientes contidos no solo e nos tecidos foliares é um indicativo para uma recomendação mais precisa da adubação para um adequado suprimento de nutrientes as plantas. Isso se deve ao fato, de que nas folhas ocorre a maioria dos processos fisiológicos e metabólicos, e também por esta refletir melhor o estado nutricional, isto é, responde mais a variação no suprimento de um determinado nutriente seja pelo solo ou através das adubações (MALAVOLTA *et al.*, 1997).

Para que o povoamento florestal possa ter produção e qualidade adequadas os teores de nutrientes além de estarem adequados em sua concentração no tecido vegetal, eles devem ter uma relação adequada entre eles (SILVEIRA *et al.*, 2000) e com a fertilidade dos solos.

-
1. Mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Bairro Camobi, Av. Roraima, UFSM – Campus, MEPG/CEU-III, Apt. 5113, CEP: 97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul. E-mail: vieraflorestal@yahoo.com.br
 2. Engenheiro Florestal da empresa Carpelo S.A., São Gabriel – Rio Grande do Sul. E-mail: darlanbonacina@yahoo.com.br
 3. Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria e bolsista do Laboratório de Ecologia Florestal. E-mail: raquelc.davila@hotmail.com
 4. Engº. Ftal. Dra. Laboratório de Ecologia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria – francine.calil@terra.com.br
 5. Prof. Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: Schumacher@pq.cnpq.br
 6. Biólogo da Empresa Votorantim Celulose e Papel – Unidade Rio Grande do Sul. E-mail: glodoaldo.ramiro@vcp.com.br
 7. Engenheiro Florestal da Empresa Votorantim Celulose e Papel – Unidade Rio Grande do Sul. E-mail: luiz.ramos@vcp.com.br

Segundo BELLOTE & SILVA (2000), embora que o *Eucalyptus* seja uma espécie de rápido crescimento e apresente retorno em curto prazo, o seu crescimento é muito variável, sendo o principal fator para isso a utilização de solos pobres para o seu cultivo. Devido a isso, o plantio sucessivo dessas áreas tem grande impacto sobre as escassas reservas minerais dos solos, resultando grandes baixas na produtividade do sítio, quando não devidamente manejados.

Considerando a carência de pesquisas onde se relacionam os parâmetros químicos do solo com as características nutricionais das culturas florestais (SGARBI, 2002), o presente trabalho objetiva avaliar a relação entre as características químicas do solo e o estado nutricional de *Eucalyptus saligna*, com dezoito meses de idade, na região extremo sul do estado do Rio Grande do Sul.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Estado nutricional

A diagnose foliar é um método de avaliação do estado nutricional em que se analisam determinadas folhas, em períodos definidos da vida da planta. Esta análise das folhas é devido a ela ser o órgão onde ocorrem os processos fisiológicos mais importantes da planta (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Sendo que o teor de nutrientes no tecido foliar é o reflexo de um conjunto de fatores que interagem entre si. Esses fatores podem ser resumidos, de acordo com MALAVOLTA *et al.* (1997), pela seguinte equação geral:

$$Y = f(Mg, S, Cl, Pc, Pm)$$

Sendo: Y = Teor de nutriente na folha; Mg = Material genético (espécie, progênie, clone, etc.); S = Solo, adubo, corretivos e outras entradas de nutrientes no sistema; Cl = Condições climáticas (precipitação, temperatura, luminosidade, etc.); Pc = Práticas culturais (preparo de solo, espaçamento, controle de plantas daninhas, etc.); Pm = Ocorrência de pragas e/ou doenças.

Devido à complexidade da equação geral, descrita acima, às vezes torna-se necessário a sua simplificação para:
 $Y = f(S)$

Deste modo, consideram-se os demais fatores constantes, exceto o apresentado pelo solo, adubo, corretivos e demais entradas de nutrientes.

Diagnosticar o estado nutricional das plantas é conhecer e avaliar as suas condições sob o aspecto da nutrição mineral (FONTES, 2006). A avaliação nutricional é a base para o entendimento da situação em que se encontra determinada planta, pois através dela podem-se avaliar possíveis sintomas de deficiência ou excesso de determinado elemento responsável pela menor produtividade da floresta.

Segundo MALAVOLTA *et al.* (1997), a avaliação do estado nutricional consiste na comparação entre uma amostra, planta ou um conjunto de plantas no qual se deseja avaliar o estado nutricional e o padrão, planta ou conjunto de plantas normais no ponto de vista nutricional. Qualquer método utilizado na avaliação do estado nutricional das plantas precisa ser baseado em meios auxiliares e complementares, como a descrição dos prevalentes no sistema planta-ambiente-solo-ações do silvicultor, dentre os quais estão os resultados das análises físicas e químicas do solo (FONTES, 2006).

Este mesmo autor salienta que antes de fazer o diagnóstico da ocorrência da deficiência ou da toxidez de nutrientes da plantas, faz-se necessário excluir possíveis manifestações de fatores bióticos e abióticos que estejam induzindo padrões de erros similares ou confundindo padrões típicos. Esses fatores, que podem influenciar, são os seguintes: falta ou excesso de água, incidência de pragas e doenças, compactação do solo, danos mecânicos, solos mal preparados, entre outros.

Também que há ainda necessidade de estudos mais profundos visando: determinar qual folha representa com maior fidelidade o estado nutricional da árvore; determinar as interações do estado nutricional com a qualidade da madeira; avaliar a fertilidade do solo o estado nutricional, relacionando os níveis de nutrientes no solo e na planta com produtividade e qualidade da madeira; e estudos para determinar a época adequada de monitoramento nutricional, otimizando as relações custo/benefício (SILVEIRA *et al.*, 2000).

Segundo SGARBI (2002) a diagnose foliar como forma de avaliação do estado nutricional apresenta algumas vantagens como: determinação da quantidade de nutrientes em que a planta foi capaz de absorver, considerando as condições climáticas em que a planta estava submetida; identificação do problema de deficiência e/ou toxidez nutricional das plantas com ou sem sintomas visuais; identificação de interações e antagonismo entre os nutrientes; avaliação da entrada de nutrientes na planta após de adubações ou outras práticas silviculturais; e avaliação de balanços nutricionais. Como desvantagens a diagnose foliar apresentaria: custo mais elevado em relação às análises de solo; maior rigor durante a amostragem; dificuldade na interpretação dos teores de nutrientes devido aos efeitos de diluição e/ou concentração; e menor rendimento operacional durante a amostragem em se tratando de culturas perenes.

Atributos do solo

Na grande maioria dos solos utilizados no Brasil, para o cultivo de essências florestais, apresenta avançado estágio de intemperização, devido aos altos índices pluviométricos e térmicos. Devido a sua composição mineralógica, as reservas de nutrientes na forma de minerais primários são pequenas, a capacidade de troca de cátions é baixa, a capacidade de fixação de P é alta, o grau de agregação é muito elevado e consequentemente a permeabilidade e o potencial de lixiviação de bases são muito elevados (GONÇALVES, 2000).

Devido a isso, o plantio sucessivo dessas áreas com grande produtividade e capacidade de extração de nutrientes tem grande impacto sobre as escassas reservas minerais dos solos, resultando grandes baixas na produtividade do sítio, quando não devidamente manejados.

Faz-se desta maneira, necessária a avaliação da fertilidade do solo, que segundo BELLOTE & SILVA (2000), é através dela que se pode conhecer e atribuir as potencialidades do mesmo, em relação à produtividade de dada cultura a ser introduzida. As análises de solo fornecem subsídios para a tomada de decisão antes da implantação da cultura, possibilita a identificação de problemas relacionados à acidez, alcalinidade e salinidade do solo e determinação de medidas corretivas para os mesmos. Cabe ressaltar que as análises de solo apresentam algumas desvantagens, tais como: dificuldade de identificação das zonas radiculares onde ocorrem as maiores taxas de absorção dos nutrientes pelas plantas; pouca relação com a capacidade de extração dos nutrientes em se tratando de culturas específicas; e carência de pesquisas onde se relacionam os parâmetros químicos do solo com a produtividade das culturas (SGARBI, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus saligna* com 18 meses de idade, localizados nos municípios de Herval e Pedras Altas no extremo sul do estado do Rio Grande do Sul, pertencentes à empresa Votorantim Celulose e Papel, Unidade Rio Grande do Sul, situados no entorno da coordenada geográfica de 31° 52' de latitude Sul e 53° 15' de longitude Oeste, numa altitude média de 220 m.

Segundo a classificação climática de Koppen, o tipo de clima fundamental predominante é o Cfa (subtropical úmido), a precipitação média anual na região é de 1364 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 17,5 °C, sendo que a média das máximas é de 23,5 °C e a média das temperaturas mínimas é de 12,3 °C. Ocorrendo em média 21 geadas por ano. Insolação média anual de 2444 horas, com uma umidade relativa média anual de 78% (MORENO, 1961).

O solo da região, em sua maioria pertence à unidade de mapeamento Pinheiro Machado, sendo classificado como Neossolo Litólico Distrófico típicos. Os Neossolos são solos rasos ou poucos profundos, novos, poucos desenvolvidos e encontrados nas mais diversas situações de relevo e drenagem. Ele apresenta um horizonte A ou O assentado sobre a rocha parcialmente alterada (horizonte C) ou a rocha inalterada (camada R). Também pode ser encontrado o Luvissoilo Hipocrômico Órtico típico pertencente à unidade Bexigoso com acumulação subsuperficial de argila, sendo geralmente pouco profundos, possuindo alta saturação de bases ($\geq 50\%$) (STRECK *et al.*, 2002).

A vegetação nesses solos é característica da Serra do Sudeste, formada pela mata subtropical arbustiva, localizadas principalmente ao entorno de córregos de água (mata ciliar) com formação e distribuição muito irregular apresentando várias espécies, especialmente Mirtáceas e pelo campo nativo nas demais áreas.

O presente estudo foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus saligna* aos 18 meses de idade. Primeiramente foi realizado um inventário florestal (SOARES *et al.*, 2006), através da alocação de 66 parcelas amostrais, perfazendo um total de 50 árvores avaliadas em cada parcela. Essa avaliação procedeu-se através da medição do diâmetro a altura do peito (DAP) com o auxílio de uma fita diamétrica. Após essa avaliação abateu-se uma árvore em cada parcela, sendo esta, a que possuía o diâmetro médio. Nestas árvores, foi amostrado o tecido foliar (folhas) com base no procedimento descrito por BELLOTE & SILVA (2000), ilustrado na Figura 1, onde se coletaram apenas as folhas recém maduras estas localizadas na metade da altura da copa e no 2º e 3º pares de folhas.

Já para a coleta de solo, nas mesmas parcelas amostrais citadas anteriormente, utilizou-se um trado holandês, coletando-se nas seguintes profundidades: 0 - 10 cm, 10 - 20 cm e 20 - 40 cm. Logo após, misturou-se o solo formando uma única amostra composta representativa da camada de 0 - 40 cm de profundidade. Sendo que a camada 0 - 10 cm, representava 50% da amostra, a camada 10 - 20 cm, 30 % e a camada 20 - 40 cm, 20%.

Os teores de nutrientes tanto no tecido foliar como no solo, foram determinados de acordo com a metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995). Para a análise de correlação de PEARSON (r) entre os parâmetros químicos do solo e os teores de nutrientes no tecido foliar, ao nível de 1% e 5% de probabilidade de erro, utilizou-se o software SPSS 7.5.1 for Windows (1996).

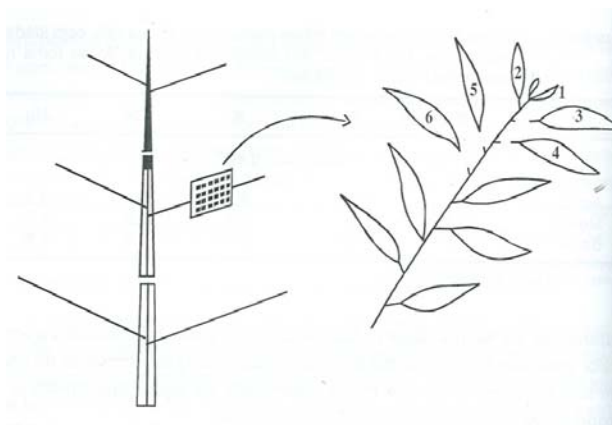


FIGURA 1: Esquema ilustrativo da região de seleção de galhos e posição de coleta das folhas recém-maduras de *Eucalyptus*, para avaliações nutricionais. Fonte: BELLOTE & SILVA (2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista, a avaliação do estado nutricional, através da diagnose foliar, nos povoamentos estudados, de *Eucalyptus saligna*, verificou-se que os teores médios de nutrientes (Tabela 1), encontram-se, na quase totalidade, na faixa adequada ou acima da adequada, de acordo com os intervalos estabelecidos por MOARDMAN *et al.* (1996 apud SILVEIRA *et al.*, 2002), para a espécie estudada.

O teor médio de Fe está um pouco abaixo do limite inferior da faixa de adequado, esse valor baixo poderia estar relacionado com a inibição (antagonismo) provocado pelos teores elevados de Mn, o que faz com que a planta absorva menos ferro (MALAVOLTA, 1992). Além do mais, o Cu e o N, também apresentam valores médios acima da faixa de adequado, que segundo FONTES (2006), isso poderia provocar uma ineficiente absorção de outros nutrientes, como o ocorrido com o Fe.

TABELA 1: Teores médios (\pm desvio-padrão) de nutrientes no tecido foliar (estado nutricional) de *Eucalyptus saligna* no extremo sul do Rio Grande do Sul.

Variável	Macronutrientes (g kg^{-1})					
	N	P	K	Ca	Mg	S
Média	30,2 ($\pm 4,6$)	1,7 ($\pm 0,4$)	10,4 ($\pm 2,4$)	8,9 ($\pm 1,7$)	3,3 ($\pm 1,0$)	1,3 ($\pm 0,3$)
Faixa adequada*	9,0-21,0	0,8-2,0	8,5-15,0	3,0-10,0	2,0-4,0	1,4-2,0
Variável	Micronutrientes (mg kg^{-1})					
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
Média	29,0 ($\pm 5,2$)	12,0 ($\pm 2,8$)	69,9 ($\pm 33,4$)	1072,2 ($\pm 543,9$)	23,5 ($\pm 11,1$)	
Faixa adequada*	25-45	4-7	70-86	100-800	16-30	

* Intervalo de faixa considerado adequado para os teores de nutrientes no tecido foliar em *Eucalyptus saligna*, de acordo com MOARDMAN *et al.* (1996 apud SILVEIRA *et al.*, 2002).

Observou-se também, através da avaliação nutricional, um padrão de absorção para os macronutrientes de: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ e $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$ para os micronutrientes. Esta magnitude é a mesma encontrada por VIERA (2007) para a mesma espécie na região de Pinheiro Machado. Já, MACEDO *et al.* (1996), avaliando o status nutricional de *Eucalyptus*, observaram que as concentrações foliares médias dos macronutrientes em ordem decrescente foi: $\text{N} > \text{Ca} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} > \text{S}$ e, para os micronutrientes: $\text{Mn} > \text{Fe} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Cu}$. Havendo apenas a modificação entre o K e o Ca, em relação ao presente estudo.

A Tabela 2 apresenta as correlações (coeficientes de correlação de Pearson) obtidas entre os nutrientes do solo e os nutrientes contidos no tecido foliar. Houve um aumento nos teores foliares de N e P à medida que se aumentou o teor de Ca no solo. Já, SGARBI (2002) encontrou uma diminuição no teor de nitrogênio no tecido foliar com o aumento do Ca no solo, para *Eucalyptus* sp. na região de Lençóis Paulista-SP.

TABELA 2: Relação (coeficiente de correlação de Pearson) entre as características químicas do solo e os teores de nutrientes no tecido foliar de *Eucalyptus saligna* no extremo Sul do Rio Grande do Sul.

Solo	Teores foliares										
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
M.O.	0,08 ^{ns}	0,15 ^{ns}	0,14 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,40 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,48*	0,04 ^{ns}	0,69**	-0,37 ^{ns}	0,03 ^{ns}
pH	-0,01 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	0,22 ^{ns}	-0,20 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	-0,16 ^{ns}	0,12 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	-0,30 ^{ns}
P	-0,01 ^{ns}	-0,04 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,19 ^{ns}	-0,22 ^{ns}	0,40 ^{ns}	0,01 ^{ns}	0,59**	-0,12 ^{ns}	-0,30 ^{ns}
K	0,13 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,34 ^{ns}	0,23 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,35 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,58**	-0,24 ^{ns}	-0,36 ^{ns}
Ca	0,48*	0,64**	0,15 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	0,39 ^{ns}	-0,23 ^{ns}	0,49*	0,30 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,24 ^{ns}
Mg	0,11 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,20 ^{ns}	-0,18 ^{ns}	0,24 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,49*	-0,01 ^{ns}	0,54*	-0,28 ^{ns}	-0,19 ^{ns}
Zn	0,07 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,44*	-0,16 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,45*	-0,24 ^{ns}
Cu	-0,19 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	-0,19 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,61**	0,36 ^{ns}	-0,45*	0,06 ^{ns}	-0,35 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,07 ^{ns}
S	-0,34 ^{ns}	-0,40 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,11 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	0,32 ^{ns}	-0,30 ^{ns}	-0,26 ^{ns}
B	-0,37 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,27 ^{ns}	-0,72**	0,52*	-0,12 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,39 ^{ns}
Fe	-0,36 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,15 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,18 ^{ns}	-0,28 ^{ns}	0,09 ^{ns}	-0,27 ^{ns}	-0,17 ^{ns}	0,23 ^{ns}
Mn	-0,03 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,55**	0,23 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,52*	-0,42 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,38 ^{ns}

* Significativo a 5% de probabilidade de erro; ** Significativo a 1% de probabilidade de erro; ^{ns} Não significativo.

Em relação aos teores de K, Ca e Mg encontrados nos tecidos foliares, os mesmos diminuem de forma significativa com o aumento dos teores de Mn, Zn e Cu no solo, respectivamente, demonstrando um certo grau de antagonismo entre estes elementos. Já o teor de enxofre, no tecido foliar, está inversamente correlacionado ($p < 0,01$) com o teor de boro e diretamente ($p < 0,05$) com o teor de manganês da solução do solo.

Para os micronutrientes, os teores encontrados no tecido foliar, principalmente para o boro e o ferro, correlacionou-se de forma direta com os teores de matéria orgânica, cálcio, magnésio e boro do solo e indireta com o cobre, para o primeiro elemento, e de forma direta para a matéria orgânica, fósforo, potássio e magnésio, para o segundo elemento. Já, os demais micronutrientes, com exceção ao manganês, que se correlacionou de forma direta com o zinco contido no solo, não apresentaram correlação com os atributos químicos do solo.

CONCLUSÕES

- Através da avaliação do estado nutricional, observou-se que as plantas de *Eucalyptus saligna*, apresentaram teores nas faixas do adequado e acima do adequado;
- Com exceção ao Cu e ao Zn, os demais nutrientes do tecido foliar, apresentaram correlação direta ou indireta significativa com um ou mais nutrientes contidos na solução do solo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Votorantim Celulose e Papel Unidade Rio Grande do Sul pela disponibilização das áreas para estudo e pelo apoio logístico e financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLOTE, A.F. J.; SILVA H.D. da. Técnicas de amostragem e avaliações nutricionais em plantios de *Eucalyptus* spp. In: Gonçalves, J.L.M & Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.
- FONTES, P.C.R. **Diagnóstico do estado nutricional das plantas**. Viçosa, MG. UFV, 2006. 122 p.
- GONÇALVES, J.L.M. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e na nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J.L. M & BENEDETTI, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.

- MACEDO, R. L. G.; SOARES, R.V.; SOARES, A.R. Status nutricional de *Eucalyptus* (na fase juvenil) introduzidos na baixada cuibana, MT. **Revista Cerne**, v. 2 n. 2, p. 001-160, 1996.
- MALAVOLTA, E. ABC da Adubação. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1989. 292 p.
- MALAVOLTA, E. **ABC DA ANÁLISE DE SOLOS E FOLHAS: amostragem, interpretação e sugestões de adubação**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 1992. 124 p.
- MALAVOLTA, E. VITTI, G.C. OLIVEIRA S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação brasileira para a pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J.M.; DAL ROSS, G.P. *et al.* **Monitoramento das características físicas e químicas do solo em área de segunda rotação com floresta de *Pinus taeda* L.** UFSM, 2003. 36 p. (Relatório de pesquisa).
- SGARBI, F. **Produtividade do *Eucalyptus* sp. em função do estado nutricional e da fertilidade do solo em diferentes regiões do estado de São Paulo**. São Paulo: USP/ESALQ, 2002. 101 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais). Universidade de São Paulo, 2002.
- SILVEIRA, R. L. V. de A.; HIGASHI, E. N.; GONÇALVES, A. N. *et al.* Avaliação do estado nutricional do *Eucalyptus*: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: Gonçalves, J.L.M & Benedetti, V. **Nutrição e fertilização florestal**. Piracicaba: IPEF, 2000. 427 p.
- SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV, 2006. 276 p.
- SPSS. **Statistical package for the social sciences**: programa de computador, ambiente windows. Chicago, 1996. Versão 7.5.1.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 107 p.
- TEDESCO, M.J.; VOLKWEISS, S.J.; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS. 1995. 118 p. (Boletim Técnico).
- VIERA, M. **Avaliação da biomassa e nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* Sm. e *Eucalyptus urograndis* no município de Pinheiro Machado, RS**. Relatório de estágio supervisionado em Engenharia Florestal, UFSM. 2007. 53 p.

EFICIÊNCIA DE UTILIZAÇÃO DE NUTRIENTES EM POVOAMENTOS DE *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis* NO MUNICÍPIO DE PIRATINI, RIO GRANDE DO SUL

NUTRIENT UTILIZATION EFFICIENCY IN *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus urograndis* STANDS IN PIRATINI, RIO GRANDE DO SUL

Márcio Viera¹ Darlan Michel Bonacina² Raquel Custódio D'Avila³ Francine Neves Calil⁴
Mauro Valdir Schumacher⁵ Glodoaldo Arantes Ramires⁶ Luiz Otávio de Oliveira Ramos⁷

RESUMO

Através do presente trabalho, objetivou-se avaliar a eficiência de utilização de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis*, com 18 meses de idade, implantados no município de Piratini, na região sul do Rio Grande do Sul. Para tanto se fez necessário a locação de 24 parcelas amostrais em cada povoamento, com 50 árvores cada, onde em cada uma destas, abateu-se uma árvore de diâmetro médio. Na qual se procedeu à quantificação da sua biomassa acima do solo (madeira, casca, galhos e folhas) com posterior amostragem para determinação do peso seco e análise química em laboratório. A determinação da eficiência de utilização de nutrientes (EUN) foi feita através da relação quantidade de biomassa produzida (kg) por conteúdo de nutriente utilizado (kg). O *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus urograndis* apresentaram eficiência de utilização de nutrientes semelhantes, com exceção ao componente madeira, onde o *Eucalyptus saligna* foi bem mais eficiente na utilização dos micronutrientes.

Palavras-chave: Nutrição florestal, eficiência nutricional, florestamento.

ABSTRACT

This study had as objective to evaluate the nutrients use efficiency in 18 months *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus urograndis* stands, implanted in Piratini county, Rio Grande do Sul. Twenty-four sampling plots were installed in each stand, with 50 trees in each one, where the tree with average diameter was cut. Above ground biomass was quantified (wood, bark, branches and leaves) with further dry mass verification and chemical analysis. The nutrients efficiency utilization determination (NEU) was done through the produced biomass quantity (kg) by the used nutrient content (kg). *Eucalyptus saligna* and *Eucalyptus grandis* showed nutrient efficiency utilization very similar, excepted to wood, where *Eucalyptus saligna* was much more efficient in micronutrients utilization.

Key words: Forest nutrition, nutritional efficiency, forestation.

INTRODUÇÃO

A propagação do eucalipto para fora de sua área de ocorrência natural foi um fenômeno associado ao aumento da demanda por lenha para movimentar locomotivas a vapor. No Brasil foi introduzido inicialmente como planta ornamental em 1825 e a partir do início do século XX, teve início do seu aproveitamento econômico com a produção de dormentes ferroviários e lenha para movimentar as locomotivas da Companhia Paulista de Estradas de Ferro. Mas foi nos anos 50 que a importância econômica do eucalipto ganhou impulso no Brasil, com o início de sua utilização como matéria-prima para a produção de celulose e papel (FERREIRA & GALVÃO, 2000; HASSE, 2006).

Além do mais, um dos principais benefícios do cultivo dos eucaliptos, um bem natural renovável, é oferecer

-
1. Mestrando do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Bairro Camobi, Av. Roraima, UFSM – Campus, MEPG/CEU-III, Apt. 5113, CEP: 97105-900 – Santa Maria – Rio Grande do Sul. E-mail: vieraforestal@yahoo.com.br
 2. Engenheiro Florestal da empresa Carpel S.A., São Gabriel – Rio Grande do Sul. E-mail: darlanbonacina@yahoo.com.br
 3. Acadêmica do curso de graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria e bolsista do Laboratório de Ecologia Florestal. E-mail: raquelc.davila@hotmail.com
 4. Eng.º. Ftal. Dra. Laboratório de Ecologia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria – francine.calil@terra.com.br
 5. Prof. Dr. nat. techn. do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. E-mail: Schumacher@pq.cnpq.br
 6. Biólogo da Empresa Votorantim Celulose e Papel – Unidade Rio Grande do Sul. E-mail: glodoaldo.ramiro@vcp.com.br
 7. Engenheiro Florestal da Empresa Votorantim Celulose e Papel – Unidade Rio Grande do Sul. E-mail: luiz.ramos@vcp.com.br

alternativa para o suprimento de madeira, diminuindo a pressão sobre as florestas nativas. Pois mesmo que estas pudessem ser utilizadas de forma sustentável, não seriam suficientes para atender a crescente demanda de madeira, devido às dificuldades técnicas de manejo para que se obtenha a produtividade compatível com as necessidades das empresas (VIERA, 2007).

O governo vendo essa necessidade promulgou a lei de incentivos fiscais para a atividade de silvicultura, intensificando desta maneira, a partir da segunda metade da década de sessenta a atividade de florestamento e reflorestamento no país (LIMA, 1996). Extensas áreas foram ocupadas com os eucaliptos, mas devido ao pouco conhecimento das técnicas de manejo das espécies, a produtividade alcançada era aquém da satisfatória.

A exigência no aumento da produtividade, em povoamentos florestais, para o suprimento da crescente demanda de madeira, implicou na utilização de técnicas de manejo que promovam uma maximização na produção em um menor espaço de tempo. Dentre estas técnicas pode-se destacar o uso de fertilizantes, a redução no ciclo de corte, o aumento da densidade de árvores por unidade de área e, em muitos casos, passou-se a explorar também os resíduos constituídos pelas folhas, ramos e cascas das árvores (SILVA *et al.*, 1983).

Segundo este mesmo autor, o emprego dessas técnicas causam preocupações com relação à conservação da produtividade do sítio em rotações sucessivas, uma vez que o setor florestal, em seu crescimento tende a ocupar solos de pouca fertilidade natural, como é o caso da região sul do estado do Rio Grande do Sul. Sendo assim, nestes solos seria recomendável utilizar espécies com grande capacidade de utilização de nutrientes que proporcionam a maior produção de biomassa.

Desta forma, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência de utilização de nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis*, com 18 meses de idade, implantados no município de Piratini, na região sul do Rio Grande do Sul.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O gênero *Eucalyptus*

O eucalipto (*Eucalyptus* spp.) ocorre naturalmente na Austrália, Indonésia e ilhas próximas, tais como Flores, Alor e Wetar. O gênero *Eucalyptus* pertence à família das Myrtaceas, com cerca de 600 espécies dos gêneros *Eucalyptus*, *Corymbia* (113 espécies) e *Angophora* (13 espécies), e apresenta uma ampla plasticidade e dispersão mundial, crescendo satisfatoriamente em diferentes situações edafoclimáticas, extrapolando aquelas das regiões de origem (SCHUMACHER *et al.*, 2005).

O Gênero *Eucalyptus* é o que apresenta espécies de maior intensidade de crescimento em regiões tropicais e subtropicais, em consequência de sua ampla diversidade, favorecendo boa produtividade em condições diversas, além da boa qualidade da madeira servindo para as mais variadas finalidades (HAAG, 1983 apud FREITAS, 2000).

Nenhum gênero foi tão largamente plantado em todo mundo como o *Eucalyptus*, o qual ocupa uma área em torno de 6 milhões de hectares, dos quais cerca da metade está plantada no Brasil. Isso representa mais de 50% da área com florestas exóticas implantadas. Existem mais de 100 espécies introduzidas no país, sendo o *Eucalyptus grandis* o mais plantado, com 55% da área total, seguido pelo *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla* com 17% e 9% respectivamente.

Atualmente, o gênero *Eucalyptus* está entre as principais fontes de matéria-prima para a produção de celulose, de carvão vegetal para siderurgia e fabricas de cimento, serrarias, postes, óleos essenciais, entre outras finalidades (LIMA, 1996). Segundo REIS *et al.* (1987), muitas espécies do gênero *Eucalyptus* crescem relativamente bem em solos de baixa fertilidade. Isso intensifica o seu uso nas novas implantações florestais, em locais antes sem tradição silvicultural para essas espécies. Isso possivelmente pode estar ligado com a baixa exigência nutricional e com a eficiência de utilização de nutrientes dessas plantas.

Eficiência de utilização de nutrientes (EUN)

A partir da década de 90, os programas de seleção de eucalipto no Brasil passaram também a considerar a eficiência de utilização de nutrientes como critério para as escolhas de genótipos superiores, além da produtividade, qualidade da madeira, forma da árvore e resistência a doenças (SANTANA *et al.*, 2002).

Para BARROS *et al.* (1986) a eficiência de utilização de nutriente para um determinado nutriente pode variar a medida que sua disponibilidade no solo seja alterada, sendo em geral, que a EUN pela planta aumenta com a redução de sua disponibilidade no solo.

Por isso, que o conhecimento das quantidades de nutrientes presentes no solo e na biomassa aérea é de fundamental importância para o entendimento de estrutura de um dado ecossistema (LIMA, 1996) e da eficiência de utilização de nutrientes pelas plantas. Pois, a alta produtividade apresentada pelos eucaliptos em solos pobres pode estar relacionada com uma grande capacidade de utilização de nutrientes (SILVA *et al.*, 1983).

Segundo SANTANA *et al.* (2002), o emprego de técnicas de manejo que optem por plantas mais eficientes em utilizar nutrientes, que conservem ao máximo os resíduos das culturas no sítio, que realizem o mínimo possível de intervenções antrópicas e cujo o ciclo de crescimento seja longo o suficiente para permitir a máxima eficiência da ciclagem de nutrientes levará à maior conservação de ecossistema de florestas plantadas.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

O presente trabalho foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis* localizados no município de Piratini no estado do Rio Grande do Sul, na região fisiográfica da Serra do Sudeste. Estes povoamentos pertencem à empresa Votorantim Celulose e Papel, Unidade Rio Grande do Sul.

Segundo a classificação climática de Koppen, o tipo de clima fundamental predominante é o Cfa (subtropical úmido), a precipitação média anual na região é de 1364 mm. A temperatura média anual é de aproximadamente 17,5 °C, sendo que a média das máximas é de 23,5 °C e a média das temperaturas mínimas é de 12,3 °C. Ocorrendo em média 21 geadas por ano. Insolação média anual de 2444 horas, com uma umidade relativa média anual de 78% (MORENO, 1961).

O solo da região (Tabela 1 e 2) em sua maioria pertence à unidade de mapeamento Pinheiro Machado, sendo classificado como Neossolo Litólico Distrófico típicos. Os Neossolos são solos rasos ou poucos profundos, novos, poucos desenvolvidos e encontrados nas mais diversas situações de relevo e drenagem. Ele apresenta um horizonte A ou O assentado sobre a rocha parcialmente alterada (horizonte C) ou a rocha inalterada (camada R). Também pode ser encontrado o Luvisolo Hipocrômico Órtico típico pertencente a unidade Bexigoso com acumulação subsuperficial de argila, sendo geralmente pouco profundos, possuindo alta CTC (atividade da argila ≥ 27 cmol_c kg⁻¹) e alta saturação de bases ($\geq 50\%$) (STRECK et al., 2002).

TABELA 1: Atributos químicos do solo sob os povoamentos de *Eucalyptus saligna* no município de Piratini-RS.

Prof.	Arg.	M.O.	pH	K	Al	Ca	Mg	H+Al	Sat. (%)		
(cm)	%		H ₂ O	cmol _c dm ⁻³						Bases	Al
0-40	20	2,3	4,5	136,0	1,5	3,0	1,2	6,4	41,2	26,8	
Prof.	CTC _{eff.}	CTC _{pH7}		P	Zn	Cu	S	B	Fe	Mn	
(cm)	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³							
0-40	6,0	11,0		5,5	1,6	1,3	14,2	0,4	121,2	39,8	

TABELA 2 – Atributos químicos do solo sob os povoamentos de *Eucalyptus urograndis* no município de Piratini-RS.

Prof.	Arg.	M.O.	pH	K	Al	Ca	Mg	H+Al	Sat. (%)		
(cm)	%		H ₂ O	cmol _c dm ⁻³						Bases	Al
0-40	20,7	2,6	4,6	150,1	1,1	2,9	1,1	5,6	43,4	21,1	
Prof.	CTC _{eff.}	CTC _{pH7}		P	Zn	Cu	S	B	Fe	Mn	
(cm)	cmol _c dm ⁻³			mg dm ⁻³							
0-40	5,5	10		7,2	1,5	2,2	11,1	0,4	72,4	42,5	

A vegetação nesses solos é característica da Serra do Sudeste, formada pela mata subtropical arbustiva, localizadas principalmente ao entorno de córregos de água (mata ciliar) com formação e distribuição muito irregular apresentando várias espécies, especialmente Mirtáceas e pelo campo nativo nas demais áreas.

Metodologia de estudo

O plantio dos povoamentos foi em solo com preparo mínimo na linha de plantio, em espaçamento de 3,0 m x 2,25 m ou 3,0 m x 2,0 m. Por ocasião do plantio, efetuou-se adubação de base, utilizando-se 270 kg ha⁻¹ de NPK (06:30:06) + 0,1% de B + 0,5% de Cu. Decorrido 2 a 3 meses do plantio, realizou-se a adubação de cobertura, utilizando-se para isso 146,6 kg ha⁻¹ de NPK (15:03:15) + 0,7% de B + 7% de S. E finalmente, entre o 6 e 9 mês de idade do povoamento, efetuou-se a segunda adubação de cobertura, utilizando-se em torno de 200 kg ha⁻¹ de Sulfato de amônia + 1% de B.

O presente estudo foi realizado em povoamentos de *Eucalyptus saligna*, abrangendo uma área de 548 hectares e *Eucalyptus urograndis*, com 1.167 hectares, aos 18 meses de idade. Nestas áreas, primeiramente foi realizado um inventário florestal (SOARES et al., 2006), através da alocação de 24 parcelas amostrais nos diferentes povoamentos de cada espécie, com dimensões de 15 m x 22,5 m ou 15 m x 20 m, dependendo do espaçamento, perfazendo um total de 50 árvores avaliadas em cada parcela. Essa avaliação procedeu-se através da medição do diâmetro a altura do peito (DAP) com o auxílio de uma fita diamétrica. Após essa avaliação abateu-se uma árvore em cada parcela, sendo esta, a que possuía o diâmetro médio, totalizando 24 árvores abatidas para cada espécie estudada.

Uma vez abatida à árvore média de cada parcela, a mesma era separada nas seguintes frações formadoras da biomassa acima do solo: madeira, casca, galhos e folhas. Para cada fração foi quantificada a massa úmida em balança digital de precisão (1 g), com posterior amostragem da mesma.

Em relação à madeira e a casca, a amostragem procedeu-se da seguinte maneira: distribuiu-se 3 pontos de amostragem no percorrer do comprimento total do fuste, nas posições medianas das secções resultantes da divisão em 3 partes iguais do mesmo. Na fração galhos, amostrou-se de forma aleatória todo o componente, desde galhos finos a grossos localizados em toda a copa e para a fração folhas procedeu-se uma amostragem aleatória de todo o componente.

Após a amostragem de cada componente, o que correspondia a 50g de massa úmida, os mesmos eram colocados em embalagens de papel, devidamente identificados e posteriormente encaminhados ao laboratório de Ecologia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. Onde foram postas para secagem em estufa de circulação e renovação de ar por 72 horas, sendo então determinado à massa seca em balança digital de precisão (0,01g).

No que se refere à determinação dos nutrientes, somente foi possível através da formação de amostras compostas, através da junção de cada 3 árvores amostradas. Essas foram moídas em moinho do tipo Wiley com peneira de 30 mesh. Nas amostras foram determinado os teores de nitrogênio pelo método Kjeldahl, fósforo e boro por espectrometria visível, potássio através da fotometria de chama, enxofre por turbidimetria e o cálcio, magnésio, cobre, ferro, manganês e zinco com espectrofotômetro de absorção atômica, seguindo a metodologia descrita por TEDESCO *et al.* (1995).

Calculou-se a eficiência de utilização dos nutrientes (EUN) para a produção de matéria seca dos diferentes componentes da biomassa através da relação entre a quantidade de biomassa produzida (kg) por conteúdo de nutriente utilizado (kg). As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Genes (CRUZ, 2001) ao nível de 5% de probabilidade de erro. Para a comparação da produção de biomassa entre o *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis* utilizou-se o teste t de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Através da Tabela 3, pode-se observar que, a produção de biomassa nos diferentes componentes não diferiu estatisticamente ($p > 0,05$) entre as duas espécies estudadas. Para SILVA *et al.* (1983), o maior percentual de biomassa produzido por um povoamento florestal encontra-se no tronco, sendo que esta proporção tende a aumentar a medida que as árvores envelhecem, podendo este aumento de biomassa estar relacionado com a eficiência de utilização dos nutrientes de cada espécie.

TABELA 3: Eficiência de utilização de macronutrientes (EUN) nos diferentes componentes da biomassa em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis*, no município de Piratini-RS.

Espécies	Biomassa (kg ha ⁻¹)	EUN (kg de biomassa/kg de nutrientes)					
		N	P	K	Ca	Mg	S
Madeira							
<i>E. saligna</i>	7.701,4 a*	434	3.447	277	547	2.220	5.149
<i>E. urograndis</i>	6.741,9 a	465	3.531	295	542	2.192	5.034
CV (%)	28,4						
Casca							
<i>E. saligna</i>	1.547,3 a	226	1.921	170	58	385	3.418
<i>E. urograndis</i>	1.370,7 a	217	1.968	150	53	376	3.189
CV (%)	34,0						
Galhos							
<i>E. saligna</i>	6.157,5 a	274	2.403	217	80	644	3.816
<i>E. urograndis</i>	6.569,3 a	281	2.362	199	85	631	4.295
CV (%)	24,6						
Folhas							
<i>E. saligna</i>	3.740,1 a	36	620	118	104	367	774
<i>E. urograndis</i>	3.862,6 a	37	609	93	99	384	799
CV (%)	23,8						
Total							
<i>E. saligna</i>	20.309,8 a	119	1.415	180	118	658	2.102
<i>E. urograndis</i>	18.545,8 a	124	1.556	169	119	677	2.193
CV (%)	23,3						

* Médias seguidas pela mesma letra na vertical, não diferem, entre si, pelo teste t de Student, a 5% de probabilidade de

erro.

Para a produção de todos os componentes da biomassa, os elementos enxofre e fósforo, são os macronutrientes mais eficientemente utilizados, tanto pelo *Eucalyptus saligna* como para o *Eucalyptus urograndis*. A eficiência de utilização de macronutrientes da madeira decresceu na seguinte ordem: S > P > Mg > Ca > N > K. Sendo diferente da encontrada por SILVA *et al.* (1983), para cinco espécies diferentes de eucaliptos (*Eucalyptus grandis*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus propinqua*, *Eucalyptus dunni* e *Eucalyptus robusta*) e por SANTANA *et al.* (2002) em três procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, onde ambos autores observaram uma magnitude média de: P > Mg > K > N > Ca, onde os povoamentos estavam em fase adulta.

Em relação à eficiência de utilização de macronutrientes, em ambas as espécies, pela casca e galhos, a magnitude foi de: S > P > Mg > N > K > Ca; para o componente folhas, foi de: S > P > Mg > K = Ca > N. Segundo SANTANA *et al.* (2002), a variação na eficiência de utilização de nutrientes, pode estar vinculada às características de cada espécie; a não obtenção do equilíbrio nutricional ótimo ou crítico entre solo-planta e todos os demais nutrientes, podendo ter ocorrido limitação ou excesso de um ou mais nutrientes disponíveis; e as relações hídricas.

Ao contrário da eficiência de utilização dos macronutrientes, onde as duas espécies estudadas apresentaram-se semelhantes, a eficiência de utilização dos micronutrientes (Tabela 4) foi bem diferente para a produção de madeira, onde o *Eucalyptus saligna* demonstrou uma utilização de micronutrientes, mais eficiente na produção de biomassa. Fato este, que se inverte para os demais componentes da biomassa, sendo então o *Eucalyptus urograndis*, a espécie mais eficiente no uso dos micronutrientes.

TABELA 4: Eficiência de utilização de micronutrientes (EUN) nos diferentes componentes da biomassa em povoamentos de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urograndis*, no município de Piratini-RS.

Espécies	EUN (kg de biomassa/kg de nutrientes)				
	B	Cu	Fe	Mn	Zn
	Madeira				
<i>E. saligna</i>	383.790	566.458	159.854	12.882	271.322
<i>E. urograndis</i>	223.931	278.124	74.416	6.696	151.308
	Casca				
<i>E. saligna</i>	79.587	344.091	36.796	748	117.803
<i>E. urograndis</i>	44.225	330.872	38.191	756	118.336
	Galhos				
<i>E. saligna</i>	81.946	175.901	91.328	1.008	96.835
<i>E. urograndis</i>	93.739	250.377	157.326	1.511	170.883
	Folhas				
<i>E. saligna</i>	38.530	89.498	19.791	533	57.319
<i>E. urograndis</i>	52.118	101.289	21.815	441	64.653
	Total				
<i>E. saligna</i>	71.744	172.439	34.665	1.067	96.529
<i>E. urograndis</i>	82.393	175.510	42.214	1.202	103.565

Em relação à eficiência de utilização de micronutrientes, em ambas as espécies, a magnitude é semelhante, sendo o Cu o micronutriente mais eficientemente utilizado em todos os componentes da biomassa, seguido pelo Zn, com exceção a madeira, onde é o B, e em seguida pelo Fe e Mn.

A alta eficiência apresentada por uma espécie na utilização de nutrientes implica que esta tem menor exigência nutricional, sendo, portanto, um parâmetro de grande utilidade na seleção de espécies a serem utilizadas nos plantios, principalmente em solos pobres em nutrientes (SILVA *et al.*, 1983).

CONCLUSÕES

O *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus urograndis* apresentaram eficiência de utilização de nutrientes semelhantes, com exceção ao componente madeira, onde o *Eucalyptus saligna* foi bem mais eficiente na utilização dos micronutrientes.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a empresa Votorantim Celulose e Papel Unidade Rio Grande do Sul pela disponibilização das áreas para estudo e pelo apoio logístico e financeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; CARMO, D.N. *et al.* Classificação nutricional de sítios florestais – Descrição de uma metodologia. **Árvore**, v. 10, n. 2, p. 112-120, 1986.
- CRUZ, C.D. **Programa Genes** - Aplicativo Computacional em Genética e estatística. Versão 2001.0.0 for Windows, 2001.
- FERREIRA, C.A.; GALVÃO, A.P.M. Importância da atividade florestal no Brasil. In: GALVÃO, A.P.M. **Reflorestamento de propriedades rurais para fins produtivos e ambientais**. Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 351 p.
- FREITAS, R.A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden plantado em solo sujeito à arenização no município de Alegrete – RS**. Santa Maria: UFSM, 2000. 60p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) –Universidade Federal de Santa Maria, 2000.
- HASSE, G. **Eucalipto: histórias de um imigrante vegetal**. Porto Alegre: Já editoras, 2006. 127 p.
- LIMA, W.P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2 ed., São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1996. 301 p.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- REIS, M.G.F.; BARROS, N.F.; KIMMINS, J.P. Acúmulo de nutrientes em uma sequência de idade de *Eucalyptus grandis* W. Hill (ex-Maiden) plantado no Cerrado, em duas áreas com diferentes produtividades, em Minas Gerais. **Árvore**, v. 11, n. 1, p. 1-15, 1987.
- SANTANA, R.C.; BARROS, N.F.; NEVES, J.C.L. Eficiência de utilização de nutrientes e sustentabilidade da produção de procedências de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em sítios florestais do estado de São Paulo. **Árvore**, v. 26, n. 4, p. 447-457, 2002.
- SCHUMACHER, M.V.; CALIL, F.N.; VOGEL, A.L.M. **Apostila de silvicultura aplicada**. Santa Maria, 2005, 120 p. Apostila didática.
- SILVA, H.D.; POGGIANI, F.; COELHO, L.C. Eficiência de utilização de nutrientes em cinco espécies de *Eucalyptus*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, n. 6/7, p. 1-8, 1983.
- SOARES, C.P.B.; NETO, F.P.; SOUZA, A.L. **Dendrometria e Inventário Florestal**. Viçosa: UFV, 2006. 276p.
- STRECK, E.V.; KÄMPF, N.; DALMOLIN, R.S.D. *et al.* **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS; UFRGS, 2002. 107 p.
- TEDESCO, M.J. ; VOLKWEISS, S.J. ; BOHNEN, H. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre: Departamento de solos, UFRGS. 1995. 118p. (Boletim Técnico).
- VIERA, M. **Avaliação da biomassa e nutrientes em povoamentos de *Eucalyptus saligna* Sm. e *Eucalyptus urograndis* no município de Pinheiro Machado, RS**. Relatório de estágio supervisionado em Engenharia Florestal, UFSM. 2007. 53 p.

DESEMPENHO DO *Pinus elliottii* EM SOLOS DEGRADADOS NA DEPRESSÃO CENTRAL DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

PERFORMANCE OF *Pinus elliottii* IN DEGRADED SOIL IN THE CENTRAL DEPRESSION OF RIO GRANDE DO SUL, BRASIL.

Anelisa Pedroso Finger¹ Paulo Renato Schneider² Paulo Sérgio Pigatto Schneider³ Thiago Augusto da Cunha⁴

RESUMO

Muitas espécies florestais têm sido utilizadas para a recuperação de solos degradados, auxiliando no controle da erosão hídrica e eólica. Na região central do Rio Grande do Sul, foi testado o *Pinus elliottii* Engelm., com o objetivo de avaliar o seu crescimento e testar a sua capacidade de recuperação do solo. Para isto, foram instaladas quatro unidades amostrais por estrato, definidos por solo degradado e normal. Em cada unidade amostral foram abatidas e seccionadas quatro árvores-amostras para análise de tronco e estudo do crescimento. Os resultados obtidos permitiram demonstrar o grande potencial da espécie estudada na recuperação de solos degradados, embora com crescimento muito inferior ao obtido em solos sem degradação.

Palavras-chave: Recuperação, crescimento, solo degradado, *Pinus elliottii*

ABSTRACT

Many forest species have been used to recover degraded soil, assisting in the control to erosion. In the central region of Rio Grande do Sul, *Pinus elliottii* Engelm was tested with the objective to evaluate its growth and test its capacity to this activity. For this, four units sample had been installed per ground, definite for degraded soil. In each sample unit four trees were abated for steam analysis and to study of the growth had been parted. The results had allowed demonstrating the great potential of the specie in degraded soil, even so with very inferior growth to the gotten one in ground without degradation.

Key words: Recovery, growth, soil degraded, *Pinus elliottii*

INTRODUÇÃO

A espécie de *Pinus elliottii* é originária do sudeste dos Estados Unidos da América, onde é conhecido como “slash pine” ou “american pitch pine”, este pinheiro cresce em terras de baixa altitude (150m), nos estados de Mississipi, Alabama, Geórgia, Carolina do Sul e Flórida. Em razão do excelente crescimento em zonas de clima subtropical e úmido, é largamente cultivado no sul do Brasil.

O gênero *Pinus*, pelas suas características de ocorrência em solos de baixa fertilidade em suas áreas de distribuição natural, desponta como promissor para essas situações onde o solo foi totalmente degradado e também para condições ecológicas dos cerrados brasileiros, onde baixa fertilidade natural dos solos, quando não associada a fertilização, tem limitado a utilização, tanto agrícolas quanto florestais (CASER, 1984).

Muitas vezes, o reflorestamento ocorre em solos de menor fertilidade ficando os mais férteis reservados as atividades agropecuárias. Devido a isto, o uso de fertilizantes faz-se necessário para o estabelecimento de povoamentos florestais nestas condições adversas. Normalmente, esta adubação que é feita na cova do plantio concentra os nutrientes em um pequeno espaço de superfície, fazendo com que nos estágios superiores de crescimento os nutrientes exigidos sejam supridos pela reserva do solo e pela ciclagem do material orgânico.

O plantio de espécies florestais tem se firmado como uma alternativa para conter processos erosivos e recuperar áreas degradadas e para reequilibrar a ciclagem de minerais em solos empobrecidos pelo uso intensivo (COSTA, 1990; LIMA, 1996). No Brasil, as áreas degradadas somente pelos processos de desertificação e arenização compreendem 10% da superfície do país (SAADI, 2000). O fenômeno de degradação do solo gera condições físicas, químicas e biológicas desfavoráveis (RESENDE e KONDO, 2001).

Para recuperar física, química e biologicamente o solo, a técnica de revegetação promove o retorno de diversas funções do ecossistema afetado. A vegetação pode estabilizar a superfície e intensificar o processo pedogenético pela atuação dos compostos orgânicos na estrutura dos minerais e pela incorporação do próprio material orgânico ao solo, mesmo que a estrutura do solo não seja reconstruída (KLAMT e SCHNEIDER, 1995).

¹ Estudante de Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. 97650-900 Santa Maria – RS.

² Dr. Prof. Titular de Manejo Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. 97650-900 Santa Maria – RS.

³ M. Sc. Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. 97650-900 Santa Maria – RS.

⁴ Eng. Florestal, Mestrando em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria. 97650-900 Santa Maria – RS.

Na recuperação de áreas degradadas, a escolha das espécies a serem empregadas é fundamental para a obtenção de resultados positivos. Tais espécies devem ser rústicas o suficiente para estabelecerem-se em ambientes desfavoráveis, apresentando agressividade na competição com outras espécies, facilidade de estabelecimento e rápido desenvolvimento (DIAS e GRIFFITH, 1998; RESENDE e KONDO, 2001).

A utilização de espécies de *Pinus* na recuperação de áreas degradadas, em muitos casos conhecidas como “áreas de empréstimo”, mostra-se promissora, destacando-se o *P. oocarpa*, *P. patula* var. *tecunumanii* e *P. caribaea* var. *bahamensis*, pois apresentam um bom crescimento aliado a uma sobrevivência, que garante razoável cobertura do solo. Em relação ao preparo de solo recomenda-se o uso do arado de aiveca por proporcionar melhores condições à sobrevivência e ao desenvolvimento das espécies (SILVA, s.d.).

Na tentativa de contenção de erosão em áreas arenizadas vêm sendo utilizando espécies exóticas de rápido crescimento, pela necessidade de proteção e cobertura emergenciais e rápidas, a fim de impedir que avance a arenização. As espécies como o pinus e o eucalipto têm demonstrado facilidade de adaptação aos solos nestas regiões, já degradados ou em vias de degradação (SOUTO, 1984).

Segundo Durigan e Silveira (1999) entre as espécies florestais, se considera o desempenho silvicultural do *Pinus elliottii* var. *densa* como espécie altamente promissora para a formação de florestas às margens dos rios em condições de solos com baixa fertilidade e lençol freático pouco profundo. A floresta de *Pinus elliottii* var. *densa*, nessas condições fornece sem dúvida a mais rápida recobertura do terreno, reestabelecendo a função da mata ciliar de proteção dos recursos abióticos, além de possibilitar exploração econômica de resina. No entanto, deixa muito a desejar quando o objetivo da revegetação é restaurar a diversidade biológica, seja da vegetação, seja da fauna a ela associada. O mesmo pode-se afirmar em relação aos plantios puros com espécies nativas. O plantio puro de *Pinus elliottii* var. *densa*, embora não restitua a diversidade da vegetação, proporciona rapidamente a recobertura do terreno, podendo ser recomendado nas situações em que proteger o solo e os recursos hídricos é o mais importante ou urgente do que restaurar a biodiversidade.

Rovedder e Eltz (2008) estudaram a adaptabilidade do eucalipto e do pinus na recuperação de áreas degradadas, tendo constatado uma boa adaptação às condições desfavoráveis para o crescimento vegetal em solos afetados pela arenização. A influência da competição interespecífica no tratamento Campo + Plantas de cobertura foi mais prejudicial ao crescimento das plantas do que as condições ambientais desfavoráveis do solo degradado, sendo o pinus mais sensível a esta competição do que o eucalipto, tanto em sobrevivência das mudas, quanto em crescimento das plantas. O uso do eucalipto para a contenção da arenização pode ser iniciado sobre o solo já arenizado e em consórcio com plantas de cobertura. Já no plantio do pinus, deve-se ter maior cuidado com consórcio com espécies herbáceas, devido à competição interespecífica.

Segundo Poggiani (1987) a mineração do xisto a céu aberto acarreta grandes alterações no perfil do solo e em suas características físicas e químicas. A PETROBRÁS e o IPEF estão estudando as formas de revegetar e recuperar aquelas áreas através espécies florestais apropriadas e previamente selecionadas para as condições do ambiente. Com este objetivo, foi estudado o efeito da deposição dos nutrientes sobre o solo através da queda do folheto e seu reflexo sobre a fertilidade da camada superficial do solo alterado onde foram plantados o *Eucalyptus viminalis*, *Pinus taeda* e *Mimosa scabrella*. Após dez anos de estudo, concluiu-se que o *E. viminalis* apresentou o maior crescimento, seguido respectivamente pelo *P. taeda* e *M. scabrella*. Todavia, os conteúdos de biomassa seca, nitrogênio, fósforo e potássio do folheto depositado foram nitidamente maiores na *M. scabrella*. Esta espécie evidenciou um forte potencial para enriquecer a camada superficial do solo alterado, principalmente em carbono orgânico, nitrogênio e fósforo.

Por outro lado, segundo Moraes *et al.* (2008) o primeiro passo para garantir o sucesso da restauração de uma área degradada é restabelecer as taxas de ciclagem de nutrientes e os níveis de matéria orgânica no solo. Para avaliar as alterações no solo em áreas sob restauração na Reserva Biológica de Poço das Antas, foram coletadas amostras em áreas de floresta madura, plantios mistos de espécies arbóreas nativas com 8 anos de vida e pastagens abandonadas, nas várzeas e morrotes. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado. As amostras foram coletadas nas profundidades de 0-2,5 cm; 2-5-7,5 cm; e 7,5-20 cm, sendo avaliados o pH do solo e os teores de Al, Ca + Mg, P, K, C e N do solo. Os plantios da várzea apresentaram teores de Ca + Mg, K, C e matéria orgânica do solo (MOS) superiores aos dos outros tratamentos, indicando o rápido estabelecimento de altas taxas de ciclagem de nutrientes e alta taxa de atividade biológica. Os valores das bases trocáveis foram mais altos para a camada mais superficial, pela maior proximidade com a serapilheira. A estabilidade do solo foi alta para todos os tratamentos que apresentaram relação C:N abaixo de 12:1. Para estimar a forma como a MOS está armazenada foi feito o fracionamento químico pela obtenção de extratos ácidos e alcalinos, que apontou maior produção de ácidos fúlvicos (AF) e húmicos (AH), e huminas (HU) no plantio de várzea, para as três profundidades de solo. O plantio no morrote apresentou maiores valores para a relação (AF+AH)/HU, o que sugere uma menor estabilidade nesse tratamento. Os resultados indicam que os plantios têm alto potencial para restabelecer as taxas de ciclagem de nutrientes e os teores de matéria orgânica do solo a curto prazo, e que as áreas de morrote necessitam de técnicas adicionais para acelerar o desenvolvimento dos plantios.

Na reabilitação das áreas degradadas tanto as metas a serem atingidas como os métodos utilizados devem preliminarmente ser submetidos a uma rigorosa análise de custo/benefício, considerando principalmente os aspectos sociais envolvidos (HAUFE, 1980).

No presente estudo, objetivou-se avaliar o potencial de crescimento do *Pinus elliottii* na resiliência de áreas degradadas por empréstimo de terra para aterros comparando com áreas consideradas aptas sem alteração do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo está localizada no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, município de Santa Maria, região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul, delimitada pelas coordenadas geográficas 29°45' de latitude sul e 53°43' de longitude a Oeste de Greenwich. A altitude é cerca de 96 m acima do nível do mar.

O clima da região é subtropical, do tipo Cfa da classificação de Köppen, com temperatura no mês mais frio entre 3 a 18°C e do mês mais quente superior a 22°C, com temperatura média anual entre 19°C a 19,6°C e precipitação anual entre 1.650 mm a 1.976 mm. Durante o ano ocorrem dois períodos térmicos distintos: um de novembro a março, com uma média das médias superior a 20°C e outro de junho a agosto com média das médias inferior a 15°C (MORENO, 1961).

O solo da área do estudo faz parte da unidade de mapeamento São Pedro, classificada como podzólico vermelho-amarelo, substrato arenito e apresentam solos profundos, avermelhados, textura superficial franco-arenosa, friáveis e bem drenados. São solos ácidos, com saturação de bases baixa a média, fracos em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes (BRASIL, 1973).

Para o estudo do crescimento do *Pinus elliottii*, a área florestal foi dividida em dois estratos: um caracterizado por um solo não degradado, denominado de sitio bom (1), no horizonte superficial; e, outro constituído por um solo degradado, denominado de sitio ruim (2), com presença do horizonte B, que outrora fora área de empréstimo de terra para aterro.

A área degradada do estudo é constituída de solo com um horizonte B podzólico vermelho-amarelo, substrato arenito, pouco drenado, fraco em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes.

Em cada estrato foram instaladas quatro unidades amostrais, nas quais foram determinadas as árvores médias para posterior análise de tronco. O número de árvores abatidas para estudo do crescimento foi igual a quatro por estrato. Estas árvores-amostradas foram abatidas e seccionadas em toras no comprimento padrão, previamente definidos. De cada árvore foram extraídos discos na altura de 0,10, 1,3 m, 3,3 m e, os demais, de metro em metro até o topo.

A identificação dos anéis de crescimento foi realizada de acordo com a orientação de Schweingruber (1996) que descreveu os problemas na identificação de anéis de crescimento anual em *Pinus*.

A medição dos anéis de crescimento foi realizada no aparelho Lintab II, sendo os dados processados no programa ANATRO (Análise de Tronco).

Na reconstituição do crescimento em diamétrico das árvores oriundas de solo não degradado e degradado, foi ajustado o modelo de crescimento de Backmann, expresso por:

$$\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln t + b_2 \cdot \ln^2 t$$

Onde: y = variável dependente, expressa pelo diâmetro; t = idade, em anos; b_0 , b_1 , b_2 = parâmetros.

A comparação do crescimento das árvores originadas dos dois estratos foi realizado por análise de covariância, tendo com variável dependente o diâmetro em função do tempo e como classes os dois estratos definidos por solo degradado e normal. Para isto, seguiu-se a orientação descrita por Freund e Littell (1981), utiliza um modelo contendo variáveis contínuas e indicadores de grupo (Class), onde o modelo mais simples é escrito como:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta(x_{ij} - x_{..}) + \varepsilon_{ij}$$

Onde: $\beta_0 = (\mu - \beta x_{..})$ revela se as estimativas representam um grupo de linhas paralelas; a inclinação comum é identificada por β e o intercepto por $(\beta_0 + \tau_i)$.

A análise de covariância permite a comparação de curvas de crescimento em relação ao seu paralelismo, podendo indicar a existência de diferentes padrões de crescimento. A hipótese de igualdade de inclinação e nível das curvas de crescimento foi verificada, através do teste F, para 1 % de erro, tendo sido utilizado o procedimento GLM, no pacote SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para observar a situação de cada sitio, o incremento corrente anual foi representado num diagrama de *Box and Wisker Plots* como se observa na Figura 1.

Analisando a posição da média do incremento, como era de esperar, o sitio 1 proporciona melhores condições para o desenvolvimento da espécie com um incremento médio de 2 cm.ano⁻¹. Já para o sitio 2, devido as condições desfavoráveis de solo o incremento foi bem menor, cerca de 0,69 cm.ano⁻¹, com alto coeficiente de variação (54,4%), indicando uma possível melhora das condições do sitio, ou seja, houve um incremento muito baixo nos primeiros anos de vida, porém com o aumento da idade este incremento tendeu a aumentar de forma significativa causando alta variação.

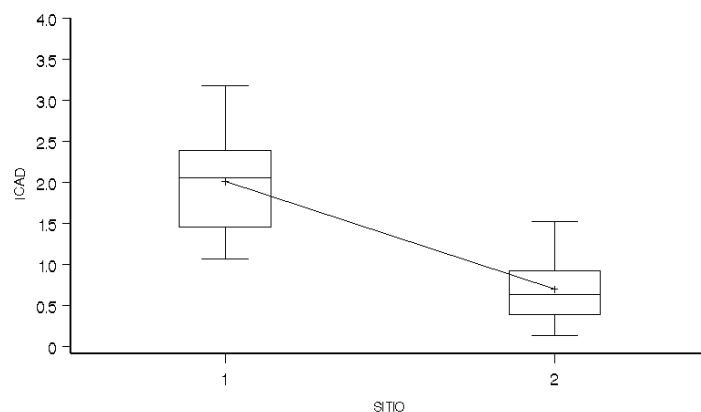


FIGURA 1: Incremento corrente anual em diâmetro de *P. Elliottii* nos sítios 1 (bom) e 2 (ruim), sendo ICAD igual incremento corrente anual do diâmetro.

Na Tabela 1 pode-se observar a estatística descritiva para o incremento corrente anual (ICA) do diâmetro e altura total, para cada sítio estudado.

TABELA 1: Estatística descritiva do incremento do diâmetro e altura de *Pinus Elliottii* para os sítios 1 (bom) e 2 (ruim).

Variável	Sítio	Média	Desvio padrão	CV%
ICA d (cm/ano)	1	2,00	0,64	32,22
	2	0,69	0,37	54,42
ICA h (m/ano)	1	1,49	0,54	36,77
	2	0,63	0,26	41,03

Sendo: ICA d = incremento corrente anual do diâmetro; ICA h = incremento corrente anual da altura; CV% = coeficiente de variância (dispensão relativa).

O efeito do sítio sobre a curva de crescimento do diâmetro e altura total, foi avaliado pela análise de covariância com o emprego da função de Backmann. Esta avaliação foi realizada para verificar uma possível diferença no ritmo de crescimento entre os sítios. Para tal, a variável de classificação sítio (co-variável) foi incluída no modelo e, posteriormente, reajustada e calculada a covariância, sendo os resultados apresentados na Tabela 2 e 3.

TABELA 2: Análise de covariância do ajuste da equação de Backman para o crescimento do diâmetro em função da idade para *Pinus Elliottii*.

F.V.	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	4	87,26045	21,81511	120,93	<,0001
Ln (t)	1	7,51240	7,51240	41,64	<,0001
Ln2 (t)	1	0,55017	0,55017	3,05	0,0155
Sítio*Ln (t)	1	9,87783	9,87783	54,76	<,0001
Sítio*Ln2 (t)	1	4,31389	4,31389	23,91	<,0001
Erro	64	11,54509	0,18039		
Total	68	98,80554			

Sendo: Ln(t) = logaritmo natural da idade; (t) = idade em anos; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Porb>F = nível de significância de F.

TABELA 3: Análise de covariância do ajuste da equação de Backman para o crescimento da altura em função da idade para *Pinus Elliottii*.

F.V.	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	4	41,60431	10,40107	119,45	<,0001
Ln (t)	1	0,47135	0,47135	5,41	0,0232
Ln2 (t)	1	0,49893	0,49893	5,73	0,0196
Sítio*Ln (t)	1	4,96929	4,96929	57,07	<,0001
Sítio*Ln2 (t)	1	2,16772	2,16772	24,90	<,0001
Erro	64	5,57255	0,08707		
Total	68	47,17687			

Sendo: Ln(t) = logaritmo natural da idade; (t) = idade em anos; FV = fonte de variação; GL = graus de liberdade; SQ = soma de quadrados; QM = quadrado médio; F = valor de F calculado; Porb>F = nível de significância de F.

A análise de covariância do modelo máximo mostra que todas as variáveis independentes foram significativas, indicando existir diferenças no crescimento em diâmetro e altura em função da idade entre os sítios estudados, demonstrado pela variável Sítio*Ln (t) que foi significativa para 95% de probabilidade de confiança ($p < 0,0001$), sendo a mesma para ambas variáveis, comprovando estatisticamente a diferença de inclinação para as curvas estimadas, indicando comportamento próprio no padrão de crescimento para cada sítio.

Para uma melhor visualização dessas diferenças, os valores ajustados com a utilização da equação de Backmann, foram representados graficamente, conforme pode ser observado nas Figuras 2 e 3.

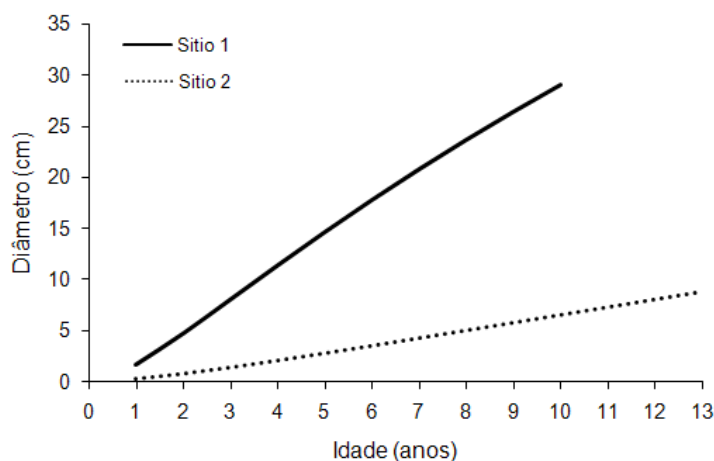


FIGURA 2: Crescimento em diâmetro ajustado pela equação de Backman em função da idade para sítio bom (1) e ruim (2).

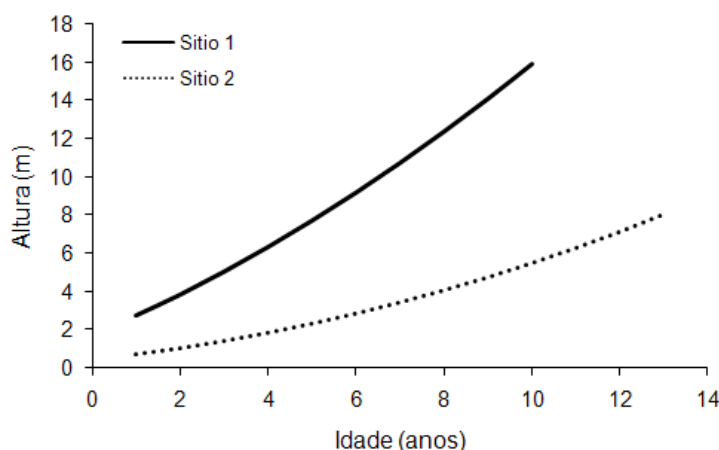


FIGURA 3: Crescimento em altura ajustado pela equação de Backman em função da idade para o sítio bom (1) e ruim (2).

Comprovada a diferença de inclinação entre as curvas de crescimento foi ajustada uma equação para cada sítio, com o objetivo de prognosticar o crescimento em diâmetro e altura em função da idade (Tabela 4).

TABELA 4: Equações ajustadas e critérios estatísticos para o crescimento em diâmetro e altura de *P. elliottii* por sítio.

Variável dependente	Sítio	Equação	$R^2_{Aj.}$	S_{yx}	F
Diâmetro	1	$Lnd = 0,535 + 1,5800.Lnt - 0,1515.Ln^2t$	0,9163	0,25	159,65**
Altura	1	$Lnh = 0,996 + 0,3682.Lnt + 0,1738.Ln^2t$	0,9896	0,05	1379,3**
Diâmetro	2	$Lnd = -1,380 + 1,6598.Lnt - 0,1070.Ln^2t$	0,9138	0,31	202,41**
Altura	2	$Lnh = -0,314 + 0,3635.Lnt + 0,2232.Ln^2t$	0,8839	0,26	145,65**

Sendo: ** = Significativos a 95 % de probabilidade de confiança; $R^2_{Aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa; F = valor de F da análise de variância.

As equações utilizadas para ajustar o diâmetro e altura em função da idade, apresentaram bom ajuste, com um coeficiente de determinação superior 0,88, verificado para altura no sítio 2, e baixo erro padrão da estimativa, com valores inferiores 0,31, verificado para o diâmetro no sítio 2.

CONCLUSÕES

Estatisticamente houve diferença do padrão de crescimento da espécie nos dois sítios estudados.

A espécie estudada apresenta um excelente potencial de desenvolvimento em sítio degradado demonstrado pela tendência da curva de crescimento em diâmetro e altura, embora que o ritmo de crescimento seja baixo em relação há condições normais de desenvolvimento, como verificado no sítio com boa capacidade de crescimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias, Divisão de Pesquisas Pedagógicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**, Recife, 1973. 431p. (Boletim Técnico 30)
- CASER, R. L. **Variações genéticas e interações com locais em pinus tropicais e suas associações com parâmetros climáticos**. Piracicaba - SP, 1984. 104p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.
- COSTA, L. M. Manejo de solos em áreas reflorestadas. In: BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1990. Cap.6, p.237-263.
- DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e caracterização de áreas degradadas. In: **Recuperação de áreas degradadas**. Viçosa, MG, 1998. V.1, p.1-7.
- DURIGAN, G.; SILVEIRA, E. R. Recomposição da mata ciliar em domínio de cerrado, Assis, SP. **Revista Scientia Forestalis**. n. 56, p.135-144. dez.1999.
- FREUND, R. J.; LITTELL, R. C. **SAS for linear models: A guide to the ANOVA and GLM procedures**. Cary, NC: SAS institute, 1985, 230 p.
- HAUFE, H. R. H. Parâmetros conducentes a la definicion de prioridades para La rehabilitacion agroflorestal de maderas degradadas en los neotropicos. In: IUFRO/MAB/FOREST SERVICE SYMPOSIUM: WOOD PRODUCTION IN THE NEOTROPICS VIA PLANTATION. **Proceedings**. Puerto Rico, MAB, 1980. p.349-55.
- KLAMT, E.; SCHNEIDER, P. Solos suscetíveis à erosão eólica e hídrica na região da Campanha do Rio Grande do Sul. **Ciência & Ambiente**, v.11, p.71-80, 1995.]
- LIMA, W. P. **Impacto ambiental do eucalipto**. 2.ed. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1996. 301p.
- MORAES, L. F. D.; CARNEIRO, E. F.; PEREIRA, C. M. G.; LOSS, S. A. Características do solo na restauração de áreas degradadas na reserva biológica de poço das antas, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.18, n.2, p.193-206, abr.-jun., 2008.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura, 1961. 41p.
- POGGIANI, F. Quantificação da deposição de folhedo em talhões experimentais de *Pinus taeda*, *Pucalyptus viminalis* e *Pimosa scabrella* plantados em uma área degradada pela mineração do xisto betuminoso. **IPEF**, n.37, p.21-29, dez.1987.
- RESENDE, A. V.; KONDO, M. K. Leguminosas e recuperação de áreas degradadas. **Informe Agropecuário**, v.22, n.210, p.46-56, 2001.
- ROVEDDER, A. P. M.; ELTZ, F. L. F. Desenvolvimento do *Pinus elliottii* e do *Eucalyptus tereticornis* consorciado com plantas de cobertura, em solos degradados por arenização. **Ciência Rural**. v.38, n.1, Santa Maria. jan./feb. 2008.
- SAADI, A. Os sertões que viram deserto. Boletim Informativo Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 25, n. 1, p. 10-17, 2000.
- SCHWEINBRUGER, F. H. **Tree rings and environment dendroecology**. Viena: Haupt. 1996. 609p.
- SILVA, A. M.; LINS, V. S.; MORAES, M. L. T.; MELLO, L. M. M. Recuperação de áreas degradadas com a utilização de diferentes espécies de *Pinus* sp e manejo do solo, em Selvíria-MS. s.c.e., s.l., s.d.
- SOUTO, J. J. **Deserto, uma ameaça?** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1984. 169p.

SISTEMA DE GESTÃO DO MANEJO FLORESTAL NO ESTADO DE MATO GROSSO

FOREST MANAGEMENT SYSTEM IN THE STATE OF MATO GROSSO

Amanda Pereira Borges¹ Versides Sebastião Moraes e Silva² Chirle Colpini³ Thelma Shirlen Soares⁴
Danielle Parra Travagin³

RESUMO

Este estudo foi desenvolvido no domínio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente –SEMA, com o objetivo de avaliar as rotinas internas para aprovação dos Planos de Manejo Florestais Sustentáveis – PMFS. A metodologia aplicada no desenvolvimento do estudo baseou-se na análise do roteiro mínimo, os trâmites dos projetos nas dependências da secretaria, os procedimentos operacionais de auditoria e os prazos que cada projeto leva para aprovação. Na análise levou-se em consideração a quantidade de funcionários existentes em relação à demanda de projetos a serem analisados e, conseqüentemente, o tempo necessário para ser aprovado. Os dados foram obtidos dos PMFS protocolados no período 01 de janeiro à 31 de julho de 2006. Amostrou-se ao acaso 10% dos projetos protocolados e aprovados disponíveis no arquivo que foram tabulados em planilhas para determinar o tempo de permanência dos projetos em cada setor. Realizou-se, ainda, uma análise crítica do roteiro mínimo, trâmites, as principais causas das pendências e os procedimentos de vistorias. O fluxo do projeto passa por treze locais para ser aprovado. O tempo de aprovação de um projeto, em meses, variou para cada projeto, sendo protocolados 194 e aprovados 45 em que o tempo médio foi de 129 dias. Conclui-se que para melhorar o sistema será necessário reduzir as etapas de tramitação.

Palavras-chave: gestão florestal; plano de manejo florestal.

ABSTRACT

This study was developed in the State Secretary of the Environment - SEMA, with the objective to evaluate the internal routines for approval of the Sustainable Forest Management Plans - PMFS. The methodology applied in the development of the study was based on the analysis of the minimum script, the proceedings of the projects in the dependences of the secretariat, the operational procedures of auditagem and the stated periods that each project leads for approval. In the analysis the amount of existing employees in relation was taken in consideration to the demand of projects to be analyzed and the time necessary to be approved. The data had been gotten of the PMFS protocolled in period 01 of January to the 31 of July of 2006. Perhaps 10% of the projects protocolled and approved available in the archive were showed to it that had been tabulated in spread sheets to determine the time of permanence of the projects in each sector. It was become fulfilled, still, an analysis criticizes of the minimum script, proceedings, the main causes of the pendencies and the procedures of you inspect. The flow of the project passes for thirteen places to be approved. The time of approval of a project, in months, varied for each project, being protocolled 194 and approved 45 where the average time was of 129 days. One concludes that to improve the system it will be necessary to reduce the stages of transaction.

Key words: forest management; forest management plans.

INTRODUÇÃO

O Estado de Mato Grosso possui um Sistema inovador de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais, o SLAPR, que vem sendo utilizado desde o ano de 2000, quando foi efetivado e amparado legalmente pela Lei Complementar Estadual nº. 038/1995, que estabeleceu o Código Ambiental de Mato Grosso.

A então Fundação Estadual do Meio Ambiente - FEMA e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, firmaram um Acordo de Cooperação Técnica, tendo como objetivo a descentralização e promoção da gestão compartilhada dos recursos florestais, e estabeleceu que o IBAMA licenciaria e fiscalizaria propriedades com até 300 hectares e a FEMA ficaria responsável pelo licenciamento e fiscalização em propriedades maiores que 300 hectares. O acordo previa também a troca de relatórios mensais e de informações que permitiriam a articulação entre as ações dos dois órgãos.

¹ Eng. Florestal. Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

² Prof. Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

³ Mestranda em Ciências Florestais e Ambientais – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá-MT.

⁴ Profa. Departamento de Engenharia Florestal – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina – MG.

Porém, essa articulação não ocorreu. Não havia fluxo de informações entre a FEMA e o IBAMA, o que acabou gerando alguns conflitos. O prazo do acordo acabou expirando e as atribuições de cada Instituição continuavam totalmente indefinidas.

Em 2005 foi criada a Secretaria de Estado de Meio Ambiente – SEMA e como consequência foi criada uma nova estrutura de gestão dos recursos florestais no Estado. Na nova estrutura, a SEMA, por força do Termo de Cooperação Técnica de gestão compartilhada dos recursos florestais, assumiu atribuições do IBAMA, como o manejo florestal e transporte de produtos florestais, desde o dia 03 de Janeiro de 2006.

De acordo com Lima et al. (2006), o aspecto mais relevante em todo esse processo de mudanças que está acontecendo no âmbito da SEMA, seja o fato de que representantes de entidades ambientalistas, do empresariado e técnicos do órgão estão sentados juntos participando da construção de um modelo de gerenciamento dos recursos naturais que já é referência na Amazônia.

Este estudo teve como objetivo realizar uma análise do atual Sistema de Gestão do Manejo Florestal no Estado de Mato Grosso.

REVISÃO DE LITERATURA

Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais no Estado de Mato Grosso – SLAPR

O Sistema de Licenciamento Ambiental em Propriedades Rurais – SLAPR entrou em operação no estado de Mato Grosso em 2000, amparado legalmente pela Lei Complementar Estadual nº. 038 de 21 de novembro de 1995, que estabelece o Código Ambiental do Estado de Mato Grosso.

Segundo Lima et. al. (2006), essa Legislação Estadual foi, à época de sua criação, uma inovação no direito ambiental, ao prever expressamente o licenciamento de atividades de desmatamento, exploração madeireira e projetos agropecuários, independentemente do tamanho e da finalidade, algo que só foi incorporado à legislação federal na Resolução CONAMA nº. 237/1997. A disposição em lei estadual e sua implementação com o desenvolvimento de um sistema peculiar tornaram o licenciamento pioneiro no país.

Com a criação da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – SEMA, o Código Ambiental Estadual foi alterado pela Lei Complementar nº. 232 de 21 de dezembro de 2005 e define em seu artigo 18 que “as pessoas físicas ou jurídicas, inclusive os órgãos e entidades da administração pública que vierem a construir, instalar, ampliar e funcionar estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva e potencialmente poluidores, bem como os capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento junto à SEMA, sem prejuízo de outras licenças exigíveis”.

As bases do SLAPR são o tripé Licenciamento, Monitoramento e Fiscalização, com o apoio de tecnologias de geoprocessamento. A idéia principal é que, uma vez efetuado o licenciamento, o proprietário cumpra as obrigações previstas no Código Florestal (Lei Federal nº. 4771/1965) para as áreas de preservação permanente e de reserva legal. Assim, quando emitida a licença o perímetro georreferenciado da propriedade passa para a base cartográfica do estado, localizando com precisão as APPs e RL. Havendo alguma modificação sem autorização na área licenciada, é possível aplicar as penalidades cabíveis sem a necessidade de ir à campo.

Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS

Segundo o art. 23 do Decreto Estadual nº.6958, entende-se por manejo florestal sustentável de uso múltiplo a administração da floresta para a obtenção de benefícios econômicos, sociais e ambientais, respeitando-se os mecanismos de sustentabilidade do ecossistema objeto do manejo, e considerando-se, cumulativa ou alternativamente, a utilização de múltiplos produtos e subprodutos madeireiros e não madeireiros, bem como a utilização de outros bens e serviços de natureza florestal.

O Código Florestal Brasileiro, Lei nº. 4771, de 15 de setembro de 1965, estabelece, em seu 1º artigo, “que as florestas existentes no território nacional e as demais formas de vegetação, reconhecidas de utilidade às terras que revestem, são bens de interesse comum a todos os habitantes do país, exercendo-se os direitos de propriedade, com as limitações que a Legislação em geral e especialmente esta Lei estabelecem”.

Em seu artigo 16 (acrescido pela Medida Provisória nº.2080-58/2000), o Código diz que as florestas de vegetação nativa, ressalvas as situadas em área de preservação permanente, assim como aquelas não sujeitas ao regime de utilização limitada ou objeto de legislação específica, são susceptíveis de supressão, desde que mantidas, a título de reserva legal. A vegetação dessa reserva não pode ser suprimida, podendo apenas ser utilizada sob regime de manejo florestal sustentável, de acordo com princípios e critérios técnicos e científicos estabelecidos em regulamento.

No art. 15 definiu que as florestas da Amazônia só poderiam ser utilizadas por meio de planos de manejo. Em 1989, a Ordem de Serviço 001-89/IBAMA/DIREN definiu um extensivo protocolo de plano de manejo, incluindo especificação de técnicas de extração para diminuir os danos à floresta, estimativas do volume a ser explorado, tratamentos silviculturais e métodos de monitoramento do desenvolvimento da floresta após a exploração. O ciclo de corte mínimo foi fixado, na época, em 30 anos.

Até setembro de 2005, em Mato Grosso, os planos de manejo florestal sustentável – PMFS estavam sob atuação do IBAMA. A partir do referido mês, os PMFS passaram para o Estado, na SEMA, por meio do Termo de Cooperação Técnica para Gestão Florestal compartilhada que entre si celebraram o Ministério do Meio Ambiente e o Estado do Mato Grosso.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram avaliados os planos de manejo protocolados na SEMA no período de janeiro a julho de 2006.

O procedimento adotado para amostragem foi o completamente ao acaso, retirando cerca de 10% dos projetos protocolados das amostras que se encontravam no arquivo, pois estes estavam mais acessíveis do que os processos que estavam em fase de análise.

Os dados foram avaliados em função do tempo de chegada ao protocolo geral da SEMA até a sua aprovação final; pendências apresentadas no projetos; e números de projetos aprovados pela Secretaria, discutidos por meio de estatística descritiva.

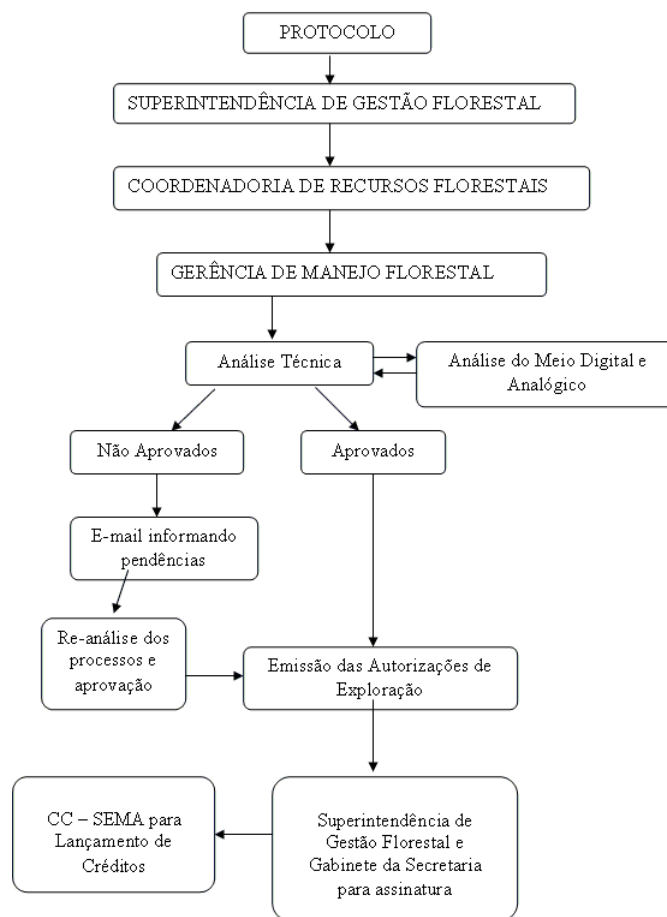
RESULTADOS E DISCUSSÕES

Trâmites dos PMFS na SEMA

O processo de Manejo Florestal Sustentável – PMFS/POA, ao ser protocolado na Gerência de Protocolo/SEMA, é recebido e encaminhado para a Superintendência de Gestão de Florestas – SGF, cujas etapas são:

- Ao ser recebido pela SGF, o Superintendente, toma conhecimento do processo e encaminha para a Coordenadoria de Recursos Florestais – CRF, por meio de despacho e trâmite no sistema de protocolo da SEMA;
- O Coordenador da CRF, recebe os processos, toma conhecimento e ao se tratar de Plano de Manejo Florestal Sustentável – PMFS/POA, este é encaminhado à Gerência de Manejo Florestal – GMF, por meio de despacho e trâmite pelo sistema de protocolo;
- Em seqüência, o Gerente da GMF recebe o processo toma conhecimento, faz uma pré-análise rápida para saber do que se trata o mesmo, e após, encaminha para um dos técnicos da Gerência, para análise, por meio de despacho e trâmite no sistema de protocolo;
- O técnico recebe o processo no sistema de protocolo, faz a pré-análise (em caso de pedido de liberação antecipada de 30% da UPA), do Projeto de Manejo Florestal Sustentável, juntamente com o Plano Operacional Anual apresentado para a Unidade de Produção Anual a ser explorada, e após, encaminha para análise do CD (Meio Digital) e da Imagem Georreferenciada (Meio Analógico), por meio de despacho, para a Coordenadoria de Geoprocessamento - CG;
- Somente o Meio Digital e o Meio Analógico é encaminhado, juntamente com uma Ficha de Solicitação de Análise de Meio Digital e Analógico, onde contém informações sobre o processo e o projeto em análise. Esse trâmite é feito apenas por meio da folha de despacho;
- Após análise pela CG, esses documentos são encaminhados novamente para a GMF para conhecimento e, caso seja necessário, emissão de Ofício encaminhado pendências;
- Quando é solicitado no processo análise de 100% do PMFS/POA, este é analisado pelo técnico, que após encaminha à CG para análise do Meio Digital e Analógico, da mesma maneira que nos 30%;
- Após análise pela CG, este retorna para a GMF, para conhecimento e emissão de Parecer favorável ou não, e quando necessário, emissão de Ofício encaminhando relação de pendências;
- Estando aprovado, esse processo retorna a CG para emissão das Autorizações de Exploração (AUTEX 30% e/ou AUTEX 70 ou 100%);
- Emitidas as autorizações, estas são encaminhadas juntamente com o processo por meio de despacho e trâmite pelo Sistema de Protocolo, ao Sr. Superintendente e posteriormente ao Gabinete do Sr. Secretário para assinatura;
- Após o recebimento das autorizações pelo empreendedor o processo é encaminhado ao CC-SEMA para lançamento de créditos florestais.

Esse procedimento descrito acima também pode ser representado conforme fluxograma a seguir:



Projetos Protocolados e Aprovados – Período de Janeiro a Julho/2006

De 01 de janeiro a 31 de julho de 2006, foram protocolados, 194 Projetos de PMFS, dos quais 123 encontram-se em fase de análise ou já foram analisados. Foram emitidas 35 AUTEX 100 ou 70% e 36 AUTEX 30, totalizando 71 documentos emitidos, conforme relatório apresentado pela CRF/SGF em Julho de 2006 (Figura 1).

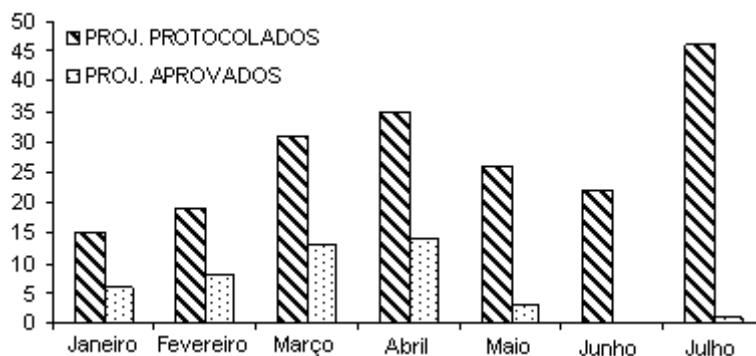


FIGURA 1: Gráfico do relatório mensal dos PMFS no período de 01/01 a 31/07/2006.

É um número considerado baixo, mas o tempo de análise e aprovação dos Projetos, além de ser minuciosa, sofre influências de alguns fatores.

Tempo de Aprovação

O tempo médio gasto para aprovação de um Plano de Manejo sofreu variações durante o período avaliado (Tabela 1).

Em Janeiro, por exemplo, o tempo médio gasto para a aprovação de um PMFS foi de 129 dias. Mas no decorrer dos meses houve uma diminuição no tempo de aprovação chegando a 26 dias em Julho.

Essa redução pode ser atribuída às reuniões periódicas realizadas pela SEMA com representantes do setor madeireiro no sentido de conscientizá-los sobre a importância de apresentar toda documentação exigida por lei e necessária para aprovação dos projetos.

TABELA 1: Relatório mensal dos PMFS

MÊS	PROJETOS PROTOCOLADOS	PROJETOS APROVADOS	TEMPO MÉDIO PARA APROVAÇÃO
Janeiro	15	6	129
Fevereiro	19	8	93
Março	31	13	82
Abril	35	14	59
Maiο	26	3	68
Junho	22	0	0
Julho	46	1	26
TOTAL	194	45	

Pendências apresentadas

O principal motivo no atraso da aprovação dos PMFS são as pendências, ou seja, a falta de documentos previstos no Roteiro Mínimo da SEMA ou a insatisfação dos documentos apresentados no Projetos.

As principais falhas apresentadas nos Projetos são: em primeiro lugar estão as falhas relacionadas com o Projeto Técnico (o responsável técnico não segue o Roteiro Mínimo) aparecendo em 50% dos projetos; logo após, aparecendo em 46,4% dos projetos, está a não apresentação da documentação pessoal tanto do proprietário ou procurador, como do responsável técnico; em 35,7% dos casos estão as falhas relacionadas às Imagens de Satélite (o responsável técnico não segue o roteiro mínimo); em seguida está a falta de LAU aparecendo em 28,6% dos casos. E 28,6% dos projetos amostrados não apresentaram pendências.

A falta de LAU, apesar de não aparecer na maioria dos casos, tem se mostrado o principal fator quando se fala em tempo de aprovação. Essa situação acontece devido ao número reduzido de técnicos na análise dos Projetos de Licenciamento associado ao grande fluxo de processos no setor.

Procedimentos operacionais de auditoria

Os procedimentos adotados para vistoria não são normatizados pela Secretaria, sendo apenas utilizado um procedimento interno, ficando a critério do técnico vistoriador, adotar os parâmetros que julgar mais adequados, o que permite um maior rigor ou não no ato da vistoria.

É comum entre a equipe técnica que o técnico que realiza a vistoria não seja o mesmo que realizou a análise, para, segundo eles, obterem uma segunda opinião sobre o Projeto.

Esse roteiro foi elaborado pela equipe técnica da Secretaria e contempla questões como: segurança no trabalho; Infra-estrutura do acampamento; delimitação das AMF's e UPA; abertura de picadas de orientação; inventário Florestal a 100%; microzoneamento; corte de cipós; corte/abate de árvores; arraste; operações de pátio; monitoramento das atividades; tratos silviculturais; proteção florestal; monitoramento do desenvolvimento da floresta; e manutenção da infra-estrutura.

Para cada questão o técnico aplica uma pontuação, conforme apresentado na Tabela 2.

TABELA 2: Parâmetros utilizados na avaliação dos PMFS durante a vistoria

Conceito	% Acertos	Pontuação
Bom	91 - 100	05
Regular tendendo a bom	71 - 90	04
Regular	51 - 70	03
Ruim tendendo a regular	31 - 50	02
Ruim	01 - 30	01
Não realizada	00	00
Não se aplica	-	-

*No caso de atividade não realizada e com prazo vencido no Cronograma, a pontuação será de “0”. No caso de atividade não realizada por ainda não ser o momento de realiza-la ou por não se aplicar, na pontuação deverá ser colocado “-”.

Verificados todos esses quesitos, são escolhidas 20 árvores (ou um número maior, a critério do técnico) aleatoriamente nas faixas, tendo como finalidade a representação amostral do POA apresentado e conferência de volumetria. Terminada a coleta dos dados são elaboradas tabelas nas quais se encontram os dados obtidos e consequentemente a volumetria total dos indivíduos amostrados. Então é feita a comparação dos dados obtidos na vistoria com os dados apresentados no projeto.

De posse dos dados oriundos da vistoria o técnico dá o seu parecer favorável ou não a aprovação do PMFS. Além da conclusão, que define se o Projeto está deferido ou não, no parecer técnico constam algumas solicitações de melhoria do Projeto ou de cumprimento da legislação.

As solicitações feitas pelos técnicos da SEMA podem ou não ser acatadas pelo executor do PMFS, mesmo que essas solicitações estejam relacionadas a quesitos previstos em lei, pois após essa primeira vistoria não houve, em nenhum caso, outra vistoria para verificar se as modificações foram realizadas ou não. Além disso, as Autorizações de Exploração são liberadas independentemente da defesa do interessado, exceto nos casos em que as solicitações implicaram no indeferimento do PMFS.

O principal problema verificado nas vistorias realizadas é que boa parte das árvores amostradas em campo, não conferem com aquelas apresentadas no projeto. Esse é o principal motivo para o indeferimento dos PMFS, no ato da vistoria.

CONCLUSÕES

Após a realização dos estudos pode-se concluir que a sistemática de tramitação deve ser revisada para evitar trabalho duplicado, entretanto, algumas etapas de tramitação devem ser fortalecidas, tais como: a LAU, o CC-SEMA.

O protocolo deverá sofrer mudanças para permitir maior celeridade nos processos.

Os roteiros mínimos do PMFS/POA deverão ser revisto para dar mais agilidade nas análises técnicas dos projetos.

Os procedimentos operacionais de vistoria devem ser normatizados e regulamentados para garantir segurança e celeridade das análises.

O sistema de tramitação de processos para aprovação de planos de manejo florestal sustentável demonstrou ser eficiente e poderá ser melhorado se adotado as providências acima elencadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

LIMA, A.; IRIGARAY, C.T.; FIGUEIRA, J.C.; SILVA, R.T.; GUIMARÃES, S.; ARAÚJO, S. **Sistema de licenciamento ambiental em propriedades rurais do Estado de Mato Grosso: análise de lições na sua implementação**. Brasília: MMA/ISA/ICV, 2006.

CUIDADOS COM O USO DO COEFICIENTE DE DETERMINAÇÃO NA ANÁLISE DO AJUSTE DE
MODELOS VOLUMÉTRICOS

CAUTIONARY WITH THE USE OF COEFFICIENT OF DETERMINATION IN ANALYSIS OF
VOLUMETRIC MODELS ADJUSTED

Gilson Fernandes da Silva¹ Vinicius Rocha Leite² Rafaella De Angeli Curto³ Rômulo Môra³ Leandro Tose Martins³
Elter Martins do Santos³ Carlos Pedro Boechat Soares⁴

RESUMO

Foi objetivo deste trabalho simular situações de uso do Coeficiente de Determinação (R^2) que poderão levar a enganos em sua interpretação, com o intuito principal de divulgar os cuidados que se deve ter no uso dessa estatística. Para isso, foram utilizados quatro modelos volumétricos de árvores individuais: Schumacher e Hall linearizado (1) e na forma não-linear (2), e Spurr, com intercepto (3) e sem intercepto (4). Para cada um desses modelos considerou-se oito maneiras diferentes de se calcular o R^2 , conforme encontrado em literatura. Com o intuito de comparar as equações ajustadas para os diferentes modelos, além do R^2 , foram calculadas também as medidas de precisão auxiliares, como o erro padrão residual (EP), o erro médio absoluto (EMA) e o quadrado médio do resíduo ($QMRes$). Os R_i^2 , para i variando de 1 a 6, apresentaram resultados iguais para o modelo 3 e para os demais modelos (1, 2 e 4) estes apresentaram resultados diferentes. Os R_7^2 e R_8^2 foram iguais para o modelo 4, como esperado. Para os modelos 1 e 2, os R_7^2 e R_8^2 foram diferentes. O R_1^2 , considerado pela literatura como aquele que atende ao maior número de propriedades desejáveis, mostrou-se coerente com o que se espera dessa medida, não violando nenhuma das propriedades idealizadas. O mesmo não ocorreu com os R_2^2 , R_3^2 , R_6^2 e R_8^2 .

Palavras-chave: Análise de regressão, Coeficiente de determinação, Modelos volumétricos

ABSTRACT

This work had as objective simulates situations of use of the Coefficient of Determination (R^2) that can take to mistakes in his interpretation, with the main intention of inform about the cares that one should have in that statistics use. For that, four volumetric models of individual trees were used: Schumacher e Hall, lineal (1) and no lineal (2), and Spurr, with I intercept (3) and without I intercept (4). For each one of those models was considered eight different ways to calculate R^2 , as found in literature. With the intention of comparing the adjusted equations for the different models, besides R^2 , they were also calculated the auxiliary measures of precision, root mean squared residual or error (EP), the mean absolute residual (EMA) and the mean squared residual ($QMRes$). The R_i^2 , for i varying from 1 to 6, they presented same results for the model 3 and for the other models (1, 2 and 4) these presented different results. The R_7^2 and R_8^2 they were same for the model 4, as expected. For the models 1 and 2, the R_7^2 and R_8^2 they were different. The R_1^2 , according the literature assists to the largest number of desirable properties, in case of this work was shown coherent with what is waited of that measured, not violating none of the idealized properties. The same didn't happen with the, R_2^2 , R_3^2 , R_6^2 and R_8^2 .

Key words: Regression analysis, Coefficient of Determination, Volumetric models

INTRODUÇÃO

Diversas têm sido as experiências com a aplicação de modelos de regressão na estimação de diferentes variáveis dendrométricas obtidas na mensuração de florestas equiâneas e inequiâneas. A partir de medidas consistentes,

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Av. Carlos Lindenberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES). gilson.silva@pq.cnpq.br
2. Biólogo, estudante do programa de pós-graduação em Ciências Florestais, CCA-UFES, Av. Carlos Lindenberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES).
3. Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal do CCA-UFES, Av. Carlos Lindenberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES).
4. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, UFV, Campus Universitário, DEF/UFV, CEP: 36.570-000, Viçosa (MG).

como a cubagem rigorosa, são ajustadas equações para estimação de volume de árvores individuais, as quais serão importantes na realização dos inventários florestais.

A literatura apresenta diversas possibilidades de modelos para a estimação do volume de árvores individuais, cabendo citar: Schumacher & Hall, transformado e não transformado, Spurr, com e sem intercepto, Meyer, Ogaya e Takata, todos esses citados por Loetsch *et al.* (1973). Na prática, o mensurador florestal deverá optar entre esses modelos para a realização do inventário, empregando em geral medidas de precisão das equações para fazer sua escolha. Entre as principais medidas de precisão encontram-se o Coeficiente de Determinação (R^2) e o erro padrão absoluto e relativo. A análise gráfica dos resíduos também é uma importante ferramenta no processo de seleção de equações de volume.

O Coeficiente de Determinação (R^2) informa o nível de explicação que as variáveis independentes de um modelo oferecem para esclarecer as variações ocorridas na variável dependente. Devido à facilidade de utilização e aplicabilidade, o R^2 corresponde a uma das mais utilizadas alternativas para o estudo e seleção de modelos (DIAS *et al.*, 2005; NOGUEIRA *et al.* 2001; SOARES *et al.*, 2005; SCHNEIDER *et al.*, 1999; NUTTO, 2001).

Contudo, muitas vezes o R^2 tem sido aplicado de forma inadequada e inconsistente, em função da incorreta utilização das estatísticas cabíveis, podendo resultar em interpretações equivocadas. Kvalseth (1985) menciona oito maneiras diferentes de se calcular o R^2 , ressaltando em seu trabalho que, dependendo da situação, nem sempre elas produzirão resultados equivalentes. Entre as situações mais preocupantes destacadas por este autor, estão as comparações de modelos com e sem intercepto, modelos com a variável dependente transformada e não transformada, e modelos lineares e não lineares. Em situações especiais como essas, há que se ter cuidado no cálculo do R^2 com vistas a seleção de equações com base nesta estatística.

Tendo em vista o exposto, é notável a grande aplicação do R^2 no meio florestal como medida de precisão na seleção de modelos. Sendo assim, foi objetivo deste trabalho simular situações de uso do R^2 que poderão levar a enganos em sua interpretação, com o intuito principal de divulgar as advertências em relação ao uso dessa estatística. Para isso, foram utilizados modelos volumétricos de árvores individuais, uma vez que são muito utilizados no setor florestal.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o intuito de se verificar as diferentes interpretações que podem ser dadas ao Coeficiente de Determinação (R^2), foram escolhidos quatro modelos em situações que podem levar a enganos na interpretação desta estatística, a saber:

Modelo de Schumacher e Hall

$$\text{Forma não linear: } V = \beta_0 DAP^{\beta_1} H^{\beta_2} \varepsilon \quad (1)$$

Forma linear com a variável dependente transformada:

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 \ln DAP + \beta_2 \ln H + \ln \varepsilon \quad (2)$$

Modelo de Spurr

$$\text{Com intercepto: } V = \beta_0 + \beta_1 (DAP^2 H) + \varepsilon \quad (3)$$

$$\text{Sem intercepto: } V = \beta_1 (DAP^2 H) + \varepsilon \quad (4)$$

Em que: V = Volume (m^3); DAP = Diâmetro a 1,30 metros de altura (cm); H = Altura (m); β_0 , β_1 , β_2 e ε = Parâmetros do modelo

Os quatro modelos escolhidos foram ajustados aos dados de 34 árvores de *Eucalyptus grandis*, calculando-se para cada um deles o R^2 por diferentes estratégias, tal como sugerido por Kvalseth (1985) e descrito como se segue:

$$R_1^2 = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (1)$$

$$R_2^2 = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{y})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (2)$$

$$R_3^2 = \frac{\sum (\hat{y} - \bar{\hat{y}})^2}{\sum (y - \bar{y})^2} \quad (3)$$

$$R_4^2 = 1 - \frac{\sum (e - \bar{e})^2}{\sum (y - \bar{y})^2}, \quad e = y - \hat{y} \quad (4)$$

$$R_5^2 = \text{Razão entre as somas de quadrados da regressão e do total} \quad (5)$$

$$R_6^2 = \text{Coeficiente de correlação entre } y \text{ e } \hat{y} \text{ elevado ao quadrado} \quad (6)$$

$$R_7^2 = 1 - \frac{\sum (y - \hat{y})^2}{\sum y^2} \quad (7)$$

$$R_8^2 = \frac{\sum \hat{y}^2}{\sum y^2} \quad (8)$$

Com o intuito de comparar as equações ajustadas para os diferentes modelos, além do R^2 , foram calculadas também medidas de precisão auxiliares, tal como proposto por Kvalseth (1985) e apresentado a seguir:

$$\text{Erro padrão residual: } EP = \left[\sum (y - \hat{y})^2 / n \right]^{1/2}$$

$$\text{Erro médio absoluto: } EMA = \sum |y - \hat{y}| / n$$

$$\text{Quadrado médio do resíduo: } QM Res = \sum (y - \hat{y})^2 / n - p$$

Em que: p = número de parâmetros do modelo; y = valores de volume (m^3); \hat{y} = valores de volume estimado (m^3); n = número de observações

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tendo em vista as diversas possibilidades apresentadas na literatura para se calcular o R^2 , o usuário de modelos florestais pode às vezes se sentir confuso em relação a qual seria a maneira mais adequada para se calcular esta estatística na sua situação específica. No sentido de esclarecer esta dúvida, Kvalseth (1985) propõe algumas exigências ou **propriedades** para que a estatística R^2 possa ser empregada de modo a conduzir a resultados satisfatórios na avaliação e seleção de modelos, a saber:

1. O R^2 deveria representar uma medida da qualidade do ajuste do modelo e sua interpretação deveria ser razoavelmente intuitiva.
2. O R^2 deveria ser independente das unidades de medida das variáveis do modelo, ou seja, o R^2 deveria ser uma medida adimensional.
3. A faixa potencial dos valores de R^2 deveria ser bem definida com o maior valor correspondendo a um perfeito ajuste e o menor valor a uma inadequação do modelo, tal que $0 \leq R^2 \leq 1$, em que $R^2 = 1$ corresponde a um ajuste perfeito e $R^2 \approx 0$ indica uma má especificação do modelo.
4. O R^2 deveria ser suficientemente geral para ser aplicado: (a) para qualquer tipo de modelo; (b) se X_j forem variáveis fixas ou aleatórias e (c) sem considerar as propriedades estatísticas dos parâmetros do modelo (incluindo o termo residual ε).
5. O R^2 não deveria estar confinado a uma única técnica de ajustamento de modelos.
6. O R^2 deveria ser tal que os seus valores para diferentes modelos ajustados para o mesmo conjunto de dados sejam diretamente comparáveis.
7. Valores de R^2 deveriam ser geralmente compatíveis com aqueles derivados de outras medidas aceitáveis de ajuste (erro padrão residual, por exemplo).
8. Resíduos negativos e positivos deveriam ser igualmente ponderados pelo R^2 .

Na Tabela 1, encontram-se as estatísticas calculadas para as equações ajustadas para os modelos de 1 a 4, incluindo as diversas possibilidades de se calcular o R^2 . Considerando os resultados apresentados nesta tabela e as características tidas como desejáveis para a estatística R^2 , apresentadas anteriormente, pode-se fazer algumas inferências importantes sobre que maneira de calcular o R^2 levará a um acúmulo maior de características desejáveis.

Observando-se a Tabela 1, é possível notar que os R_i^2 , para i variando de 1 a 6, apresentaram resultados iguais para o modelo 3. Isto ocorreu porque eles foram idealizados para modelos lineares, com intercepto e com a variável dependente não transformada, assim como é o caso do modelo 3. Em situações diferentes dessa, ou seja, o modelo é não-linear (1), ou o modelo tem a variável dependente transformada (2) ou não apresenta intercepto (4), os R_i^2 , para i variando de 1 a 6, podem apresentar resultados diferentes, tal como se pode verificar na Tabela 1.

Já os R_7^2 e R_8^2 foram idealizados para modelos lineares, sem intercepto, e com a variável dependente não transformada, que é o caso do modelo 4, em que os resultados dos R_7^2 e R_8^2 foram iguais (Tabela 1). Embora os resultados dos R_7^2 e R_8^2 também tenham sido iguais para o modelo 3, isto não significa que eles são adequados para este tipo de modelo, que apresenta intercepto. Para melhor compreender este fato, cabe ressaltar que para o modelo 3, os R_i^2 (para i variando de 1 a 6) foram iguais, mas diferiram dos R_7^2 e R_8^2 . Finalmente, é importante observar que para os modelos 1 e 2, os R_7^2 e R_8^2 foram diferentes, o que já era esperado, já que estes modelos são não-lineares e com a variável dependente transformada, respectivamente.

Um das condições descritas em relação aos valores de R^2 , é que estes devem variar de 0, correspondendo a total falta de ajuste, até 1, representando um ajuste perfeito (propriedade 3). Assim, com base nos dados apresentados na Tabela 1, os valores de R_2^2 , R_3^2 e R_8^2 obtidos para o modelo 2 não atendem a propriedade 3, visto que seus valores

ultrapassaram 1, ocorrendo o mesmo para o R_2^2 e R_3^2 do modelo 4. Conforme já discutido, quando o modelo é linear, com intercepto e com a variável dependente não transformada, os R_i^2 , para i variando de 1 a 6, deverão ter seus valores contidos entre 0 e 1. O mesmo se espera para os R_7^2 e R_8^2 com modelos lineares sem intercepto e variável dependente não transformada. Isto explica o fato de se encontrar valores de R^2 maiores que 1 para os modelos 2 e 4, indicando, tendo em vista a propriedade 3, que os R_2^2 , R_3^2 e R_8^2 não são boas medidas de comparação quando os modelos comparados apresentam naturezas diferentes.

TABELA 1: Estatísticas calculadas para os modelos avaliados, em que os modelos 1 e 2 correspondem a Schumacher e Hall não linear e linear com a variável dependente transformada, respectivamente, e os modelos 3 e 4 correspondem a Spurr com e sem intercepto, respectivamente

Parâmetros Estimados	Modelos avaliados			
	(1)	(2)	(3)	(4)
$\hat{\beta}_0$	0,000038	-10,208673	0,012197	-
$\hat{\beta}_1$	1,693809	1,845208	0,000033	0,000033
$\hat{\beta}_2$	1,249748	1,120439	-	-
R_1^2	0,9899	0,9888	0,9876	0,9867
R_2^2	0,9887	1,0332	0,9876	1,0326
R_3^2	0,9887	1,0332	0,9876	1,0322
R_4^2	0,9899	0,9888	0,9876	0,9867
R_5^2	0,9957	0,9888	0,9876	0,9867
R_6^2	0,9899	0,9893	0,9876	0,9876
R_7^2	0,9957	0,9953	0,9947	0,9944
R_8^2	0,9936	1,0190	0,9947	0,9944
<i>EP</i>	0,02738	0,02880	0,03059	0,03186
<i>EMA</i>	0,01874	0,02020	0,02309	0,02311
<i>QM Res</i>	0,00082	0,00091	0,00099	0,00105

De acordo com diversas literaturas (HAHN, 1973; HEALY, 1984; KVALSETH, 1985; SPRECHER, 1994; WILLETT & SINGER, 1988) o R_1^2 é o mais recomendado para a comparação de modelos, pois atende um conjunto maior das oito propriedades anteriormente apresentadas, com exceção da propriedade 3. O não atendimento da propriedade 3 pode acontecer quando o modelo for mal especificado, especialmente quando o modelo não tem intercepto e é ajustado pelo método de mínimos quadrados. Nestas condições, o R_1^2 pode ser negativo. Este fato não chega a ser preocupante, pois se o modelo é tão mal especificado a ponto de produzir um R^2 negativo, é porque dificilmente ele será utilizado. Outra situação em que o R_1^2 não atende a propriedade 3 é quando a técnica de ajuste é outra que não a de mínimos quadrados, como por exemplo, o método de regressão para dados resistentes, ou seja, que apresentam *outliers* ou pontos extremos. Assim, quando é preciso utilizar métodos resistentes a *outliers* ou dados grosseiramente discrepantes, um dado muito discrepante pode tornar o R_1^2 negativo.

Uma propriedade importante a ser avaliada é a 7, que preconiza que os valores de R^2 deveriam ser geralmente compatíveis com aqueles derivados de outras medidas aceitáveis de ajuste (erro padrão residual, por exemplo). Isso significa que para maiores valores de R^2 , deve-se encontrar menores valores para as estatísticas *EP*, *EMA*, *QM Res*. Nesse sentido, o R_1^2 atendeu também à propriedade 7, ou seja, os maiores valores de R^2 estão associados aos menores valores das medidas *EP*, *EMA*, *QM Res* para os quatro modelos avaliados. Este mesmo resultado não foi encontrado para os R_2^2 , R_3^2 , R_6^2 e R_8^2 .

Outra preocupação com o R^2 é quando ele é usado para comparar modelos com número de variáveis independentes diferentes. De acordo com Regazzi (1992), uma das críticas que se faz ao coeficiente de determinação para modelos de regressão múltipla (R^2) é que ele nunca diminui com a inclusão de novas variáveis independentes no

modelo, mesmo que elas não tenham nenhuma relação com a variável dependente. Para contornar essa crítica, sugere-se o uso do coeficiente de determinação corrigido para graus de liberdade ou R^2 ajustado. Considerando as oito possibilidades de cálculo do R^2 apresentadas neste trabalho, poderia se calcular um R^2 ajustado para cada uma delas. Entretanto, a partir do fato de que o R_1^2 apresenta o maior número de características interessantes, Kvalseth (1985) recomenda que se dê preferência a esta forma de calcular o R^2 ajustado, recomendando a seguinte expressão de cálculo para o R_1^2 ajustado.

$$R_{1a}^2 = 1 - a \sum (y_i - \hat{y}_i)^2 / \sum (y_i - \bar{y})^2 = 1 - a(1 - R_1^2),$$

$$\text{Em que: } a = (n-1)/(n-k-1)$$

Finalmente, com o intuito de alertar os usuários florestais da estatística R^2 na seleção e avaliação de modelos, é válido ressaltar o cuidado que se deve ter com o uso dos diversos *softwares* estatísticos empregados no ajuste de modelos de regressão. Em geral, os *softwares* seguem uma única estratégia de cálculo, normalmente a do R_5^2 . Se os modelos comparados são todos lineares, com intercepto e sem transformação da variável dependente, não ocorrerão maiores problemas na comparação. Entretanto, quando se foge disso, o usuário deverá tomar cuidado para que as comparações não sejam comprometidas, e se necessário calcular o R^2 de forma independente ao *software* que utiliza para que possa tomar as melhores decisões. É muito importante ressaltar também que o R^2 não deve ser a única estatística utilizada na seleção e avaliação de modelos, devendo-se levar em conta outras estatísticas como as apresentadas neste trabalho (*EP*, *EMA*, *QM Res*) e principalmente a análise gráfica dos resíduos.

CONCLUSÕES

- ✓ Os R_i^2 , para i variando de 1 a 6, apresentaram resultados iguais para o modelo 3 e para os demais modelos (1, 2 e 4) estes apresentaram resultados diferentes.
- ✓ Os R_7^2 e R_8^2 foram iguais para o modelo 4, como esperado. Para os modelos 1 e 2, os R_7^2 e R_8^2 foram diferentes.
- ✓ O R_1^2 não violou nenhuma das propriedades idealizadas. O mesmo não ocorreu com os R_2^2 , R_3^2 , R_6^2 e R_8^2 .
- ✓ O R_1^2 atendeu também à propriedade 7, ou seja, os maiores valores de R^2 estão associados aos menores valores das medidas *EP*, *EMA*, *QM Res* para os quatro modelos avaliados. Este mesmo resultado não foi encontrado para os R_2^2 , R_3^2 , R_6^2 e R_8^2 .

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DIAS, A. N.; LEITE, H. G.; NOGUEIRA, G. S.; RODRIGUES, F. L. Avaliação de métodos de ajuste de curvas de índice de local em povoamento de Eucalipto desbastados. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.741-747, 2005.
- GIANNAKOS, I.B.S.; LUIZ, L.M. Transformações de variáveis – regressão não linear. **XI Congresso Brasileiro de Engenharia de Avaliações e Perícias – XI COBREAP**.
- HAHN, G.J. The Coefficient of Determination Exposed! *Chemtech*, n3, p. 609-612, 1973.
- HEALY, M.J.R. The Use of R^2 as a Measure of Goodness of Fit. **Journal of the Royal Statistical Society**, Ser. A, 147, p.608-609, 1984.
- KVALSETH, T.O. Cautionary note about R^2 . **The American Statistician**, v. 39, n4, p.279-285, 1985.
- LOETSCH, F. et all. Forest inventory. Munich, Verlagsgesellschaft, 1973. 469p.
- MAZUCHELI, J. ACHCAR, J.A. Algumas considerações em regressão não linear. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, p.1761-1770, 2002.
- NOGUEIRA, G. S.; LEITE, H. G.; CAMPOS, J. C. C.; SOUZA, A. L. de; COUTO, L. Determinação da idade técnica de desbaste em plantações de eucalipto utilizando o método dos ingressantes Percentuais. **Revista Scientia Forestalis**, Piracicaba, n.59, p.51-59, 2001.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento diamétrico de Araucária Angustifolia (Bert.) O. Ktze. Baseado na Árvore Individual. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.11, n.2, p. 9-25, 2001.

OLIVEIRA, M.L.R.; SOARES, C.P.B.; SOUZA, A. L.; LEITE, H.G. Equações de volume de povoamento para fragmentos florestais naturais do município de Viçosa, Minas Gerais. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n2, p.213-225, 2005.

REGAZZI, A. J. Modelos Lineares I. **Notas de Aula**. 1992

SCHNEIDER, P. R.; CAMILLO, S. B. A.; FINGER, C. A. G.; FRIZZO, S. M. B.; Determinação de equações da produção de tanino de acácia negra, *acacia mearnsii* de wild. **Revista Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p. 103-113, 1999.

SCOTT, A.; WILD, C. Transformations and R^2 . **The American Statistician**, v.45, n2, p.127-129, 1991.

SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G; GÖRGENS, E. B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. **Revista Árvore**, Viçosa, v.29, n.5, p.711-718, 2005.

SOUZA, G.S. **Introdução aos modelos de regressão linear e não-linear**. Brasília: EMBRAPA, p. 505, 1998.

SPRECHER, R. A. Model comparisons and R^2 . **The American Statistician**, v. 48, n2, p.113-116, 1994.

TOMÉ, M.; TOMÉ, J.; RIBEIRO, F.; FAIAS, S. Equação de volume total, volume percentual e de perfil do tronco para *Eucalyptus globulus* Labill. em Portugal. **Silva Lusitana**, v.15, n1, p.25-39, 2007.

WILLETT, J. B. SINGER, J.D. Another Cautionary Note About R^2 . Its Use in Weighted Least Squares Regression Analysis. **The American Statistician**, v. 42, p.236-238, 1988.

EQUAÇÕES VOLUMÉTRICAS PARA PLANTAÇÕES DE PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) NA REGIÃO DE PARAGOMINAS, PA

VOLUME EQUATIONS FOR PLANTATIONS OF PARICÁ (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) IN PARAGOMINAS REGION, PA

Gilson Fernandes da Silva¹ Raphael Gomes Hoffmann² Nilton César Fiedler³ Rômulo Môra⁴
Ludmila de Castro Piassi⁴ Elter Martins do Santos⁴ Onair Mendes de Oliveira⁴

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo avaliar a precisão de modelos estatísticos na estimação do volume de árvores de paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), em diferentes idades. Foram utilizadas 180 árvores-amostra, provenientes de plantios com idades de 5, 6 e 7 anos implantados no espaçamento 4 x 4 metros. Após as análises, observou-se que para a idade de cinco anos, o modelo 3 foi ligeiramente mais preciso. Para a idade de seis anos, o modelo 4 apresentou melhor desempenho. Finalmente, para a idade de sete anos, o modelo 2 foi o que se mostrou mais preciso. A análise gráfica dos resíduos revelou uma pequena tendência na estimação do volume das menores árvores.

Palavras-chave: paricá, equações volumétricas, Paragominas.

ABSTRACT

This research had the aim of evaluate the precision of statistical models in the estimate of the volume of paricá trees (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) in different ages. It has been used 180 trees-samples coming of plantations in ages of 5, 6 and 7 years and planted in spacing of 4 x 4. After the analyses, was observed that for the five year-old age, the model 3 was lightly more precise. For the six year-old age, the model 4 presented better performance. Finally, for the seven year-old age, the model 2 was what was shown more precise. The graphic analysis of the residues revealed a small tendency in the estimate of the volume of the smallest trees.

Key words: paricá, volume equations, Paragominas.

INTRODUÇÃO

As florestas naturais no Brasil têm sido, desde o descobrimento, a principal fonte de madeira para atender as demandas internas do país e de outros países que importam a matéria prima e produtos relacionados. No entanto, a capacidade de suprir as demandas atuais e futuras vem diminuindo ao longo do tempo, haja vista a exploração predatória destas florestas.

A aplicação de uma legislação ambiental mais rigorosa para exploração das florestas naturais, bem como o plantio de florestas com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, tem equilibrado as relações entre a oferta e a demanda por madeira, diminuindo a exploração indiscriminada dos remanescentes florestais naturais. Mais recentemente tem ocorrido um esforço para encontrar espécies nativas que produzam madeira de qualidade e em quantidade, em substituição aos gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. Contudo, de acordo com a Sociedade Brasileira de Silvicultura (SBS, 2004), as áreas de plantio com espécies da flora brasileira correspondem a menos de 2% do território nacional.

Como exemplo de espécie nativa plantada para a produção de madeira em escala comercial tem-se o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke), na região amazônica (MARQUES, 1990), com destaque para a região de Paragominas – PA. Esta espécie pertence à família *Caesalpinaceae*, tem crescimento muito rápido e idades de corte dos povoamentos homogêneos variando entre os cinco e nove anos. Sua madeira é considerada leve (0,30 g/cm³), possui cor branca e é muito utilizada para a produção de compensados, brinquedos e caixotaria leve (COSTA et al., 1998).

No contexto da mensuração florestal, toda empresa florestal cujo produto é a madeira, tem como necessidade desenvolver metodologias para estimar a produção de volume ou biomassa desse produto tanto para o planejamento da

¹ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES). gilson.silva@pq.cnpq.br

² Engenheiro Florestal, estudante do programa de pós-graduação em Ciências Florestais, CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES).

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES).

⁴ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal do CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES).

produção como para a comercialização do mesmo. Assim sendo, as estimativas normalmente são obtidas através de procedimentos de inventário florestal, que utilizam equações de volume para árvores individuais, tornando a atividade de coleta de dados mais operacional.

De acordo com Couto e Bastos (1986) o método da equação de volume (método estimativo) é o mais preciso dos métodos de determinação do volume de árvores em pé, contrapondo-se aos métodos do volume do cilindro e o da área basal. Ainda, de acordo com estes autores, a grande vantagem das equações de volume é o cálculo do volume sólido, árvore a árvore, por meio de modelos estatísticos, especialmente testados, para apresentar os menores erros possíveis.

Para os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, vários modelos estatísticos já foram testados e são correntemente empregados pelas empresas florestais do país. Por outro lado, para espécies pouco estudadas, como é o caso do paricá, pouco se sabe sobre quais modelos poderiam descrever com precisão as variações de altura em função, por exemplo, do DAP e da Altura total.

Considerando o exposto, este estudo teve como objetivo principal avaliar o uso de modelos volumétricos já desenvolvidos para outras espécies florestais aplicados a espécie paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber ex Ducke) em diferentes idades.

MATERIAIS E MÉTODOS

O volume das árvores tem relação direta com a forma das mesmas, sendo esta afetada por uma série de fatores, dentre os quais cabe destacar: a espécie, a idade, a qualidade do local e a densidade do plantio. Neste sentido, para se obter estimativas precisas do volume das árvores de paricá, foram abatidas árvores-amostra representando três idades de modo a se obter uma amostragem representativa da relação desejada.

Os dados para este estudo foram coletados em povoamentos homogêneos de paricá, situados entre os municípios de Dom Eliseu e Paragominas, Estado do Pará, pertencentes ao Grupo Concrem, com idades de 5, 6 e 7 anos e cujas árvores foram plantadas em espaçamento 4 x 4 metros.

Foram selecionadas 62 árvores para a idade de 5 anos, 57 árvores para as idades de 6 anos e 61 árvores para a idade de 7 anos, totalizando 180 árvores, abrangendo todas as classes de diâmetro e condições de plantio. Em cada árvore-amostra mediu-se o DAP (diâmetro com casca medido a 1,30 metros do solo), empregando-se uma suta, e a altura total da árvore (H), empregando-se uma trena.

Na cubagem rigorosa, devido a maior parte do volume das árvores se concentrar na região basal, e, ainda, considerando que as maiores variações na forma do tronco se encontram na sua base, fez-se um maior número de medições nessa região, visando aumentar a exatidão na determinação do volume. Assim, foram feitas medições sucessivas dos diâmetros e das espessuras de casca, nas alturas de 0; 0,5; 1,0; e 1,3 metros. A partir dos 1,3 metros, as medições sucessivas dos diâmetros e das espessuras de casca foram feitas em intervalos de 1 metro. Os volumes foram obtidos por meio da fórmula de Smalian.

Considerando as espécies florestais tradicionalmente produzidas em plantios, principalmente os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, pode-se encontrar na literatura vários modelos volumétricos propostos para estas espécies (LOESTSCH et al., 1973). Os modelos propostos para teste neste trabalho foram os seguintes:

$$1 - V = \beta_0 D^{\beta_1} H^{\beta_2} \varepsilon$$

$$2 - V = D^2 (\beta_0 + \beta_1 H) \varepsilon$$

$$3 - V = \beta_0 + \beta_1 (D^2 H) + \varepsilon$$

$$4 - V = \beta_0 + \beta_1 D + \beta_2 D^2 + \beta_3 DH + \beta_4 (D^2 H) + \varepsilon$$

Em que: V = Volume total da árvore; D = DAP = diâmetro com casca medido à 1,30 metros; H = Altura total da árvore; $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ = parâmetros do modelo; ε = erro aleatório.

A seleção do melhor modelo volumétrico foi feita com base nas medidas de precisão das equações ajustadas: coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2), erro padrão absoluto ($S_{y,x}$), em metros cúbicos (m^3), erro padrão relativo ($S_{y,x} \%$) e na análise gráfica dos resíduos.

Considerando as diversas possibilidades de cálculo para a estatística R^2 , tal como apresentado em kvalseth (1985), e nos cuidados que se deve ter ao se empregar esta estatística para comparar equações de modelos com naturezas diferentes, adotou-se neste trabalho uma expressão de cálculo sugerida por este mesmo autor, tendo em vista as características dos modelos comparados neste trabalho, a saber:

$$R^2 = 1 - \frac{\left(\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y})^2 \right)}{\sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{Y})^2}; \quad \bar{R}^2 = 1 - a(1 - R^2) \quad \text{e} \quad a = \frac{n-1}{n-p-1}$$

Em que: Y_i = i-ésimo valor observado para a variável dependente Y, no caso deste trabalho a altura total; \hat{Y}_i = i-ésimo valor estimado para a variável dependente Y; \bar{Y} = Média dos valores observados para a variável dependente Y; $n - 1$ = graus de liberdade do total na análise de variância da regressão; $n - p - 1$ = graus de liberdade do resíduo na análise de variância da regressão.

Os gráficos para avaliação dos resíduos tiveram como variável independente o *DAP* e como variável dependente os erros percentuais das estimativas dos volumes, obtidos pela expressão a seguir:

$$e (\%) = \left(\frac{Vobs - Vest}{Vobs} \right) 100$$

Em que: $e (\%)$ = resíduo da regressão, em percentagem; *Vobs.* = volume observado; *Vest.* = volume estimado.

Foi calculado também a estatística *t* para os parâmetros das equações ajustadas, em nível de 5% de probabilidade, com o objetivo de verificar a significância destes parâmetros.

Considerando que os modelos propostos foram ajustados para as idades de 5, 6 e 7 anos e considerando também que a idade é uma das variáveis que pode afetar o desempenho de uma relação volumétrica, tornou-se necessário verificar se a idade estaria afetando as relações entre o volume, o diâmetro e a altura, tendo em vista os modelos volumétricos selecionados.

Para verificar esta hipótese, assumiu-se que, se diferentes modelos forem escolhidos como os melhores nas diferentes idades, isso indicaria que a idade está afetando a relação volumétrica, pois para cada idade seria necessário um modelo diferente. Por outro lado, se um único modelo for escolhido para todas as idades, ainda assim não se pode dizer que a idade não afeta a relação volumétrica. As equações ajustadas podem ter estimativas dos parâmetros estatisticamente diferentes, evidenciando o efeito da idade. Nesse caso, é necessário aplicar um teste estatístico para avaliar se as equações referentes a um mesmo modelo são ou não estatisticamente iguais. Se forem iguais, aí sim se pode dizer que a idade das árvores não afeta a relação entre o volume e o diâmetro e a altura.

Assim sendo, se um mesmo modelo linear for selecionado em todas as idades (Modelos 3 e 4), será utilizado o teste de Chow, citado por Greene (1997), cuja estatística é a seguinte:

$$F_c = \frac{[SQRes^* - (SQRes_1 + SQRes_2)]/P}{(SQRes_1 + SQRes_2)/(n_1 + n_2 - 2P)}$$

em que: F_c = Valor de *F* calculado; $SQRes^*$ = Soma de quadrados do resíduo para a equação considerando os dados das situações 1 e 2 a serem comparadas ($n_1 + n_2$). As situações 1 e 2 poderiam ser, por exemplo, duas idades diferentes; $SQRes_1$ = Soma de quadrados do resíduo para a equação estimada apenas com os dados da situação 1 (n_1); $SQRes_2$ = Soma de quadrados do resíduo para a equação estimada apenas com os dados da situação 2 (n_2); P = número de parâmetros; n_1 ; n_2 = número de observações.

A não rejeição da hipótese H_o para o teste de Chow leva a concluir que as equações ajustadas para as diferentes idades são iguais, podendo-se, portanto, empregar uma única equação que represente todas as idades. Conclusão em contrário ocorrerá se for rejeitada H_o , ou seja, será necessária uma equação para cada idade.

Se um mesmo modelo não linear for selecionado em todas as idades, será utilizado o teste apresentado por Regazzi (2003), no qual a identidade entre modelos não lineares pode ser testada pela estatística Qui-quadrado, tal como se segue:

$$\chi^2_{calculado} = -n \ln \left(\frac{SQR_{\Omega}}{SQR_w} \right)$$

Em que: $\chi^2_{calculado}$ = Qui-quadrado calculado; SQR_{Ω} = soma de quadrados do resíduo do modelo completo; SQR_w = soma de quadrados do resíduo do modelo reduzido; n = número total de dados.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com os resultados apresentados na Tabela 1, observa-se que, de maneira geral, as equações ajustadas para os quatro modelos avaliados apresentaram desempenho semelhante nas diferentes idades em termos de precisão, com ligeiras diferenças em favor de um ou de outro modelo. No caso na idade de cinco anos, o modelo 3 apresentou-se ligeiramente mais preciso. Já para a idade de seis anos, o modelo 4 apresentou melhor desempenho. Finalmente, para a idade de sete anos, o modelo 2 apresentou-se ligeiramente mais preciso, embora o seu \bar{R}^2 tenha sido praticamente igual ao do modelo 4 haja vista os efeitos do arredondamento.

TABELA 1: Equações ajustadas para diferentes idades e suas respectivas medidas de precisão

TABLE 1: Adjusted equation for different ages and its respective precision measures

IDADE (Anos)	EQUAÇÕES	$S_{y,x}$	$S_{y,x}$ (%)	
5	1. $\hat{V} = 0,000053 * D^{1,906293} * H^{0,961878}$	0,02247	7,21	96,55
	2. $\hat{V} = D^2(0,000102 * + 0,000031 * H)$	0,02235	7,17	96,59
	3. $\hat{V} = 0,012615 * + 0,000034 * D^2 H$	0,02227	7,15	96,67
	4. $\hat{V} = -0,180127^{ns} + 0,029949^{ns} D - 0,001040^{ns} D^2 - 0,000472 DH^{ns} + 0,000059 * D^2 H$	0,02239	7,18	96,63
6	1. $\hat{V} = 0,000047^{ns} D^{1,807666} * H^{1,092361}$	0,04165	12,52	93,31
	2. $\hat{V} = D^2 (0,000122 * + 0,000029 * H)$	0,04187	12,58	93,24
	3. $\hat{V} = 0,016017 * + 0,000033 * D^2 H$	0,04160	12,50	93,32
	4. $\hat{V} = 0,838322 * - 0,152083 * D + 0,005428 * D^2 + 0,003192 * DH - 1,21291 * D^2 H$	0,03695	11,11	94,83
7	1. $\hat{V} = 0,000207 * D^{2,014257} * H^{0,465263}$	0,03349	7,55	96,78
	2. $\hat{V} = D^2(0,000471 * + 0,000020 * H)$	0,03312	7,46	96,90
	3. $\hat{V} = 0,041013 * + 0,000036 * D^2 H$	0,03837	8,65	95,77
	4. $\hat{V} = -0,206219^{ns} + 0,026296^{ns} D - 0,000247^{ns} D^2 - 0,000316^{ns} DH + 0,000032^{ns} D^2 H$	0,03314	7,47	96,90

No caso da idade de sete anos, é interessante notar que o modelo 4 teve os seus parâmetros estimados considerados não significativos tomando-se como base o teste t em nível de 5% de probabilidade, mesmo apresentando um \bar{R}^2 elevado. Isto pode ocorrer em casos em que há uma alta correlação entre as variáveis independentes do modelo, o que é o caso do modelo 4, fazendo com que o determinante da matriz $(X'X)$ seja bem próximo de zero, inflacionando a variância dos parâmetros estimados, comprometendo assim a sensibilidade do teste t em detectar a significância dos parâmetros. Para a idade de sete anos, poderia se afirmar então que o modelo 4 não está bem especificado e que alguma(s) variável(is) poderia(m) ser eliminada(s).

A Tabela 1 permite concluir também que para a idade de seis anos as equações ajustadas apresentaram precisão inferior à apresentada para as idades de cinco e sete anos, que tiveram desempenhos semelhantes. Isto pode denotar algum tipo de influência da idade no desempenho das equações, mas pode significar também algum tipo de efeito aleatório decorrente das amostras coletas, necessitando-se de mais pesquisas para se definir melhor a influência da idade na estimação do volume de árvores individuais de paricá.

As Figuras 1, 2 e 3 representam a análise gráfica dos resíduos para os modelos avaliados nas idades de 5, 6 e 7 anos, respectivamente. Observa-se para todos os modelos em todas as idades, uma tendência em se produzir estimativas menos precisas para as árvores menores. Nota-se na Figura 2, associada à idade de seis anos, que esta tendência foi mais pronunciada, com dois ou três *outliers* os quais provocaram uma maior variação na escala dos resíduos para as menores árvores. Estes resultados estão de acordo com as medidas de precisão apresentadas na Tabela 1, que indicam equações menos precisas para a idade de seis anos. Contudo, de uma maneira geral, as equações associadas a cada modelo apresentaram distribuição dos resíduos semelhantes dentro de cada idade.

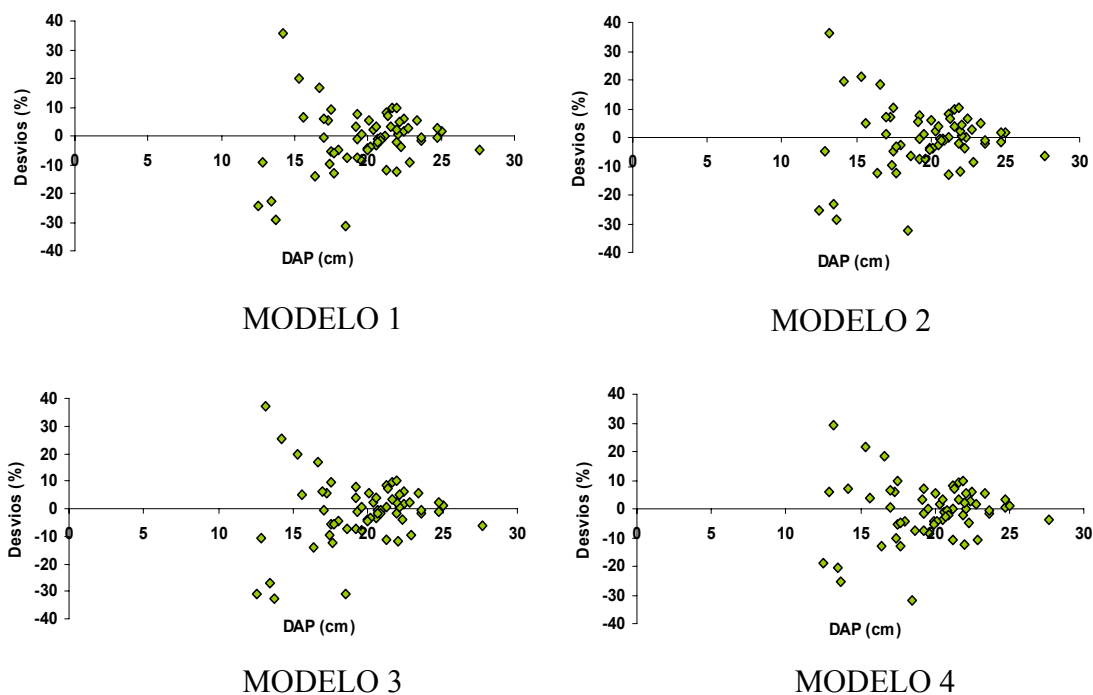


FIGURA 1: Resíduos percentuais em função do *DAP* para os modelos avaliados, considerando a idade de 5 anos.
 FIGURE 1: Percentages residues in function of *DAP* for the evaluated models considering the age of 5 years old.

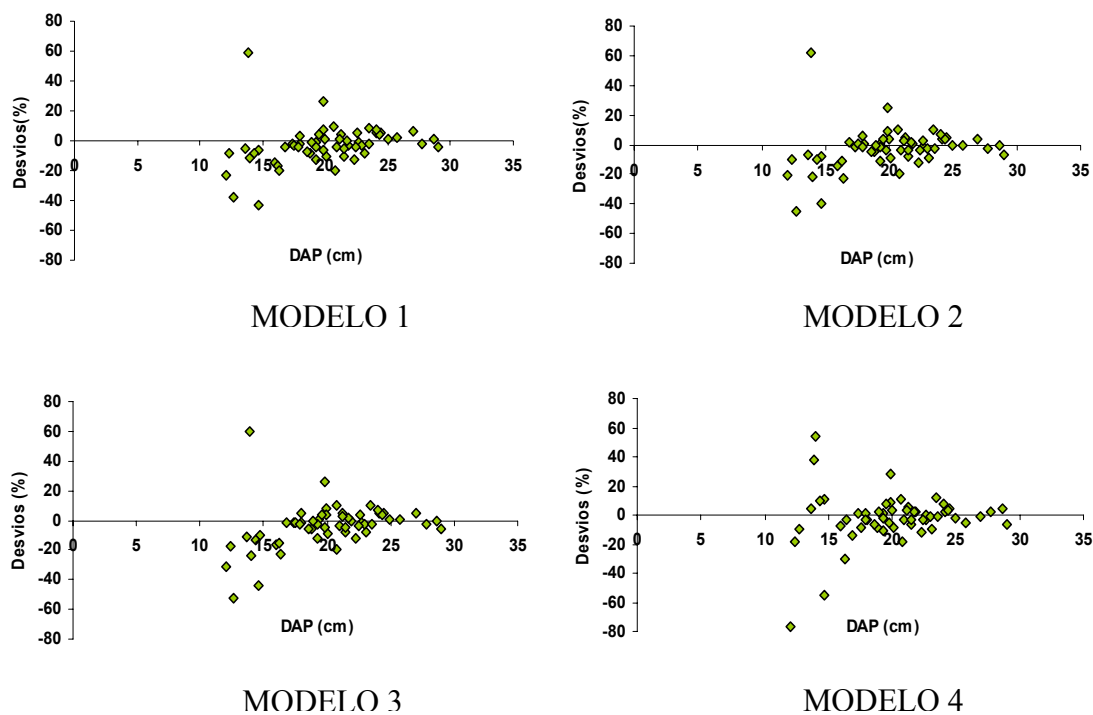


FIGURA 2: Resíduos percentuais em função do *DAP* para os modelos avaliados, considerando a idade de 6 anos.
 FIGURE 2: Percentages residues in function of *DAP* for the evaluated models considering the age of 6 years old.

Sendo assim e tomando-se como base o fato de que o modelo 3 foi ligeiramente mais preciso para a idade de cinco anos, o modelo 4 para a idade de seis anos e o modelo 2 para a idade de sete anos, poderia se dizer que para cada idade as variações do volume foram explicadas por diferentes modelos. Com isso, não há necessidade da aplicação do teste de identidade de modelos para comparar semelhanças estatísticas entre parâmetros, uma vez que os modelos mais

precisos foram diferentes em cada idade. Por outro lado, este resultado reforça a importância da idade no ajuste de equações de volume para árvores de paricá.

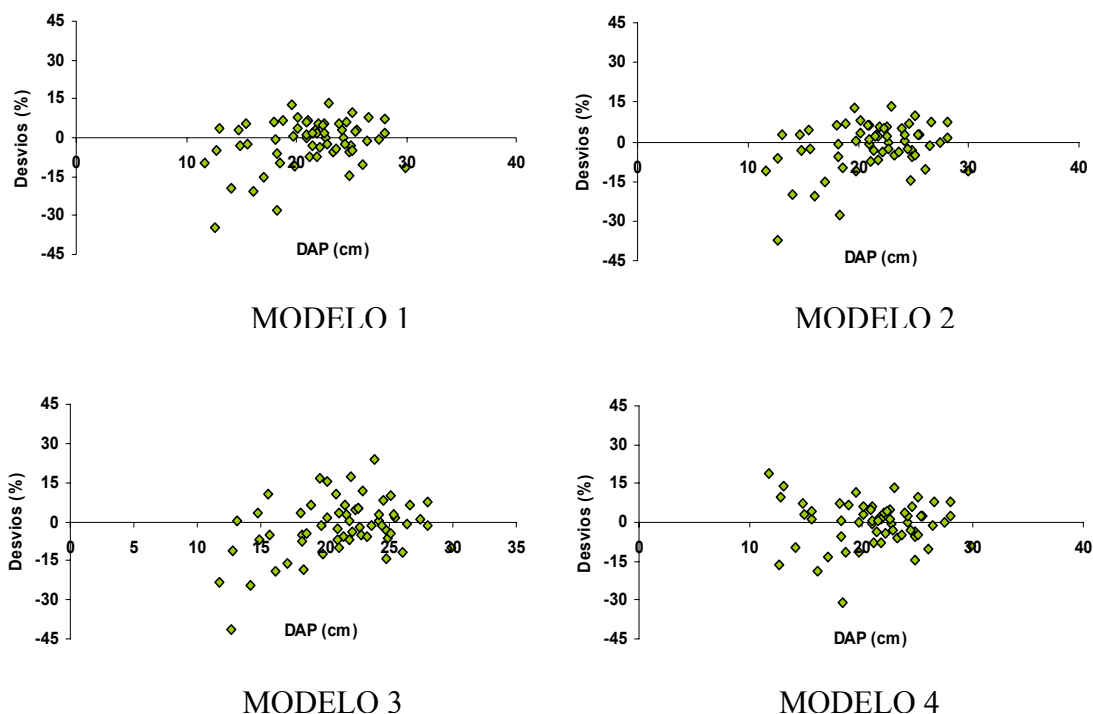


FIGURA 3: Resíduos percentuais em função do *DAP* para os modelos avaliados, considerando a idade de 7 anos.
FIGURE 3: Percentages residues in function of *DAP* for the evaluated models considering the age of 7 years old.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos, pode-se concluir que:

- Os modelos avaliados apresentaram desempenhos semelhantes nas diferentes idades em termos de precisão, com ligeira vantagem para o modelo 3 na idade de cinco anos, o modelo 4 na idade de seis anos e o modelo 2 na idade de sete anos.

- Há indícios de que as variações de volume na espécie paricá são afetadas pela idade.

- A análise gráfica dos resíduos revelou uma pequena tendência na estimativa do volume das menores árvores em todos os modelos avaliados em todas as idades.

- De maneira geral, pode-se dizer que os quatro modelos avaliados são alternativas viáveis em termos de precisão para se estimar o volume de árvores individuais de paricá.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAMPOS, J.C.C.; LEITE, H.G. Mensuração florestal: Perguntas e respostas. 2 ed. Viçosa: Ed. UFV, p. 470, 2006.

COSTA, D.H.M.; REBELLO, F.K.; D'AVILA, J.L.; SANTOS, M.A.S.; LOPES, M.L.B. Alguns aspectos silviculturais sobre o paricá (*Schizolobium amazonicum* Huber). Banco da Amazônia, 1998. 24p. (Série Rural, 2).

COUTO, H.T.Z.; BASTOS, N.L.M. Modelos de equações de volume e relações hipsométricas para plantações de *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. Revista do IPEF, Piracicaba, v.1, p.33-44, 1986.

GREENE, W. H. Econometric Analysis. New Jersey: New York University, p. 1075, 1997.

KVALSETH, T.O. Cautionary note about R2. American Statistics. v. 39, n.1, p. 279-285, 1985.

LOETSCH, F.; ZOEHRER, F.; HALLER, K. E. Forest Inventory, Munchen: BLV. 1973, v.2, 469p.

MARQUES, L. C. T. Comportamento inicial de paricá, tatatuja e eucalipto, em plantio consorciado com milho e capim marandu, em Paragominas, Pará. 1990 92p, Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal), UFV, Viçosa, 1990.

REGAZZI, A. J. Teste para verificar a igualdade de parâmetros e a identidade de modelos de regressão não-linear. Revista Ceres, v.50, n.287, p.9-26, 2003.

SBS. Disponível em : <http://www.sbs.org.br/>. Acesso em: 03 jun. 2004.

SCOLFORO, J. R. S. Mensuração Florestal 3: Relações quantitativas: Em volume, peso e a relação hipsométrica. Lavras: DCF-ESAL, 291p. 1993.

EXTRAÇÃO DE PRODUTOS FLORESTAIS NÃO MADEIREIROS

EXTRACTION OF FOREST PRODUCTS NO WOOD

Nilton César Fiedler¹ Gilson Fernandes da Silva² Júlio César da Silva³ Ludmila de Castro Piassi⁴
Rafaella De Angeli Curto⁴ Onair Mendes de Oliveira⁴ Leandro Tose Martins⁴

RESUMO

A extração de produtos florestais não madeireiros no Brasil está recebendo, a cada dia, maior importância social, econômica e ambiental, já que atua prioritariamente em pequenas propriedades e preserva parte importante da biodiversidade das florestas nativas. No entanto, as políticas públicas e o desenvolvimento científico devem estar voltados para disponibilizar para estes projetos de extração meios que permitam a manutenção de suas atividades sem que haja comprometimento de sua viabilidade e sustentabilidade econômica, social e ambiental.

Palavras-chave: Produtos florestais não madeireiros; extração de não madeireiros.

ABSTRACT

The extraction of forest products no wood in Brazil are receiving actually, larger importance social, economical and environmental, since it happens in small properties and it preserves important part of the biodiversity of the native forests. However, the public politics and the scientific development should available for these projects of extraction means that allow the maintenance of their activities without to compromise his viability and sustainability economical, social and environmental.

Key words: Forest products no wood; extraction of forest no wood.

INTRODUÇÃO

A ocupação do território brasileiro se deu principalmente na região costeira, onde as condições eram aparentemente mais propícias à extração e exportação da produção, que foram os motores principais dos ciclos de desenvolvimento da história do País. O cerrado, por apresentar terras pouco férteis, e a Amazônia, pelas condições extremamente inóspitas, tiveram sua ocupação relegada a um segundo momento, o que subsidiou a baixa densidade demográfica ora existente.

Com o avanço da economia nas regiões central e norte do País e a procura de oportunidades como terra e bens naturais exploráveis, começaram a surgir distorções pelo uso inadequado das riquezas naturais. Entre estas se podem registrar desmatamentos feitos de forma predatória, morte dos povos indígenas, conflitos fundiários e exploração mineral inadequada. Tais ações contribuíram para o desequilíbrio ambiental. Contudo, as mudanças causadas por pressões ambientalistas e econômicas em todo o mundo catalisaram o interesse da ciência e de governos contemporâneos para a direção dos Produtos Florestais Não Madeireiros (PFNM's). Estas mudanças têm ocorrido, particularmente, devido aos estudos que mostram que além do potencial de ampliação dos produtos obtidos, a atividade pode proporcionar maior engajamento de pessoas, que passam a ter na atividade um importante componente de subsistência. Há indicações de que a geração de emprego em florestas onde se trabalha com a obtenção de PFNM's é de 5 a 15 vezes maior do que no processo da simples exploração madeireira.

Segundo Timothy Synnott, citado por Amaral *et al.* (2005) o sucesso ou fracasso do manejo florestal comunitário na América Latina depende de uma variedade de situações legais e institucionais, por exemplo, direitos de propriedade, direitos de uso, força institucional e capacidade empresarial. Ou seja, o mero acesso a uma floresta e seus produtos não é suficiente para prever o sucesso do manejo florestal comunitário e seus impactos na redução da pobreza ou da vulnerabilidade das comunidades.

Para Souza (2005), a extração de produtos não madeireiros é uma ferramenta fundamental para os moradores da região provedora de recursos naturais, pois permite valorizar a floresta que é preservada em pé, ou seja, sem a

¹ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Associado do Departamento de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES). fiedler@pq.cnpq.br.

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto IV do Departamento de Engenharia Florestal, CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES). gilson.silva@pq.cnpq.br.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Analista Ambiental do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis – IBAMA, SCIN, Edifício Sede, IBAMA, CEP: 70.000-000, Brasília(DF).

⁴ Acadêmicos do curso de Engenharia Florestal do CCA-UFES, Av. Carlos Lindemberg, S/N, CEP: 29.550-000, Jerônimo Monteiro(ES).

derrubada das matrizes, já que a exploração madeireira muitas vezes contribui para a erosão genética das espécies de maior valor comercial, o que compromete seu aproveitamento futuro.

Contudo, algumas organizações defendem que a exploração dos PFM's não contribui para a redução dos níveis de pobreza das comunidades florestais. Hoje esses produtos já receberam, pelo CIFOR (2006), a alcunha de "armadilhas da pobreza", significando que a realidade sobre o sonho de uma vida melhor com o uso econômico desses produtos pode não ser mais do que uma ilusão. Além disso, relatórios de organizações ligadas à temática ambiental, incluindo WWF, CI, CIFOR, UNEP e IUCN, apontam para o aumento da ameaça de extinção de espécies devido ao superuso destas pela comunidade.

Tendo em vista o exposto, este trabalho teve como objetivo fazer uma análise da situação de extração de produtos florestais não madeireiros no Brasil e fornecer subsídios para políticas públicas que visam à melhoria da qualidade de vida das comunidades extrativistas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Tendo em vista as discussões que envolvem o uso de produtos florestais não madeireiros, algumas delas levando a pontos polêmicos, este trabalho procurou fazer um levantamento de diversas ações e suas conseqüências no que diz respeito à produção e uso deste tipo de produto florestal. A partir deste levantamento, foi feita uma análise crítica dos resultados encontrados, no sentido de se verificar como essas ações poderiam ser úteis na definição de políticas públicas. A pesquisa acerca deste tipo de produto foi orientada mirando-se os seguintes aspectos: Os produtos não madeireiros e sua dinâmica; ações associativista para produção; sustentabilidade da produção; melhoria da qualidade de vida e políticas públicas associadas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Considerando os tópicos a serem discutidos conforme definido na metodologia, a seguir são apresentados os principais resultados para a pesquisa realizada.

Produtos e sua Dinâmica

A gama de produtos e serviços encontrados nos biomas brasileiros à disposição das populações e que podem ser utilizados para os mais diversos fins é enorme. Pode-se relacionar as seguintes categorias de produtos florestais não madeireiros: fármacos, alimentos, condimentos, temperos, artesanatos, decoração, plantas ornamentais, látex, resinas, cosméticos, serviços diversos (turismo, seqüestro de carbono, manutenção da qualidade da água etc).

Considerando-se os fármacos, pode-se inferir que a maioria das moléculas separadas nos laboratórios tem princípio ativo proveniente de plantas e síntese em modernas técnicas laboratoriais. A utilização de produtos não madeireiros tem uma amplitude significativa. Como exemplo, se pode citar aqueles obtidos das leguminosas arbóreas da Amazônia: óleo de copaíba (extraído de perfurações no tronco de árvores de *Copaifera multijuga*), verniz copal (extraído de *Hymenea courbaril*, o jatobá, cujos frutos também têm valor alimentício). Há também o cumaru (*Dipteryx odorata*) que possui sementes com alto conteúdo de cumarina, utilizada na indústria de cosméticos (SOUZA, 2005).

Para Souza (2005), se incluem à elevada biodiversidade natural de vegetação amazônica, inúmeras espécies com potencial de exploração por seus princípios curativos e medicinais (*Dimorphandra mollis*, a fava danta; *Crudia amazônica*, a orelha de cachorro; e a própria *Copaifera multijuga*), e também espécies com potencial para produção de gomas naturais (*Parkia discolor*, a faveira do igapó; que produz grande quantidade de goma no fruto, com propriedades similares às da goma arábica) entre outros.

Atualmente, existem diversos projetos onde está sendo pesquisada a utilização de produtos florestais não madeireiros, tais como: (i) Projeto Flona de Tapajós, que é desenvolvido na Floresta Nacional de Tapajós, Município de Belterra-PA (ii) couro vegetal, que é o tecido de algodão banhado em látex, defumado e vulcanizado em estufas especiais produzido em reservas extrativistas nos Estados do Acre e Amazonas em parceria com associações locais, o Instituto Nawa e a empresa Amazon Life, (iii) cacau orgânico, apoiado pelo WWF-Brasil e desenvolvido na cidade de Una, no sul da Bahia, por trabalhadores rurais assentados pelo Inra numa região de Mata Atlântica que adotaram o conceito no âmbito do Projeto Reforma Agrária Ecológica, um programa do WWF-Brasil em parceria com Jupará.

Associativismo

Na exploração de produtos não madeireiros, deve ser incentivado o associativismo, onde as comunidades se organizam em cooperativas, trabalham e compram seus insumos em conjunto, comercializando os mesmos inclusive para exportação. A grande vantagem desse modelo, segundo Universidade de São Paulo (2005), é a profissionalização da atividade, em que se adquirem os insumos por preços menores. Além disso, os extratores são treinados para um maior rendimento da sua atividade. Outra grande vantagem é que durante a venda é analisado o mercado consumidor para obter maior valor agregado dos produtos. Por outro lado, o modelo extrativista, tradicionalmente praticado pelas

comunidades locais, tem como principal limitação o fato de que o trabalho é realizado para conseguir um mínimo de sobrevivência.

Manutenção da Sustentabilidade

No Brasil, a extração de produtos florestais não madeireiros teve como um de seus propulsores a realização da II Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (Rio 92). Desta conferência emergiu o conceito de sustentabilidade, cujo princípio é que a ação humana, no presente, não deve comprometer os recursos naturais e a qualidade de vida das gerações futuras (Siqueira, 2001). Este conceito incorpora diversas dimensões, a saber: sustentabilidade ambiental, ecológica, social, política, econômica, demográfica, cultural, institucional e espacial. A questão da importância da dimensão humana do desenvolvimento sustentado tem ganhado importância diária, revelando aspectos da estética de florestas que podem definir seu papel na sociedade.

Diante destes fatos e para buscar novas alternativas de renda para as populações locais, faz-se mister a inclusão e desenvolvimento de programas voltados à extração, beneficiamento e comercialização de PFNM's. Esta atividade produtiva, assim como qualquer outra, tem na sustentabilidade econômica, na busca de informações científicas e culturais alguns de seus pilares de sustentação.

Por analogia aos programas de Manejo Florestal Comunitário desenvolvido na Amazônia Legal, pode-se considerar que três caminhos devem ser seguidos para fomentar a adoção de procedimentos de extração de PFNM's: (i) reduzir a burocracia na implementação de processos de produção de PFNM's; (ii) apoiar a formalização de comunidades mais carentes através da regularização fundiária, comercial e acesso a assistência direta (técnica e financiamento); e (iii) combater a informalidade predatória, ou seja, aumentar a transparência dos processos, definir o foco estratégico e punir de maneira eficiente os infratores.

Melhoria da Qualidade de Vida

A melhoria da qualidade de vida das pessoas que têm como atividade principal a extração de produtos florestais não madeireiros dificilmente atingirá os preceitos estabelecidos pela Constituição Brasileira de 1988. Contudo, para se melhorar a qualidade de vida de pessoas que estejam inseridas no sistema de produtos florestais não madeireiros, algumas linhas precisam ser estudadas e colocadas em prática com mais profundidade, cabendo mencionar: melhor entrosamento entre a realidade e a teoria; conscientização das pessoas que trabalham no setor florestal no que tange aos PFNM's; e implantação de postos avançados nessas regiões como modelos adequados de produção para promover melhor qualidade de vida para as comunidades envolvidas.

Políticas Públicas

A relação do Estado com os programas de incentivo à extração, beneficiamento e comercialização de PFNM's tem como seus principais alicerces de sustentação as áreas de infraestrutura, interfaces culturais, aproveitamento sustentável dos bens florestais, legalização fundiária e soberania nacional.

A infraestrutura deve ser ampla em função de regiões muito extensas, existência de diversas comunidades e inúmeros PFNM's a serem produzidos. Assim, de acordo com Marshall *et al.* (2005), a criação de uma estrutura de pesquisa para otimizar os processos de extração bem como ações públicas que apoiem a implantação de instalações de beneficiamento nas comunidades, devidamente equipadas, além de uma infra-estrutura mínima para apoio à comercialização, são desejáveis. As questões culturais, por serem complexas e com enorme diversidade, devem ser harmonizadas, disciplinadas e orientadas por políticas públicas que deverão apoiar o desenvolvimento sustentável e a conservação ambiental em todos os setores. A estas devem ser incluídas ações voltadas para a manutenção das condições sanitárias adequadas.

Para Amaral *et al.* (2005), as propostas de políticas públicas para os manejos comunitários devem ser agrupadas para aumentar o direito de acesso aos recursos naturais, terras e serviços; evitar a sub-valorização da floresta; e aumentar a organização e a mobilização comunitária.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, os esforços para implantar o Manejo Florestal Comunitário como ferramenta chave para a promoção do desenvolvimento das populações rurais e contribuição para a conservação das florestas têm sido focados na extração madeireira. Porém, os PFNM's têm papel fundamental no manejo comunitário, fato que não tem sido refletido adequadamente na iniciativa dos Manejos Florestais Comunitários (MFC). Portanto, é importante que a pesquisa florestal integre, além da madeira, os PFNM's e suas dicotomias: valores visíveis *versus* valores invisíveis; uso madeireiro *versus* uso não-madeireiro; extrativismo *versus* cultivo; conhecimento científico *versus* conhecimento popular; e biodiversidade global *versus* valor local da biodiversidade.

Logo, a pesquisa futura sobre os PFNM's deve responder perguntas sobre os produtos que serão utilizados mais amplamente pelas comunidades, sua abundância, produção, manejo, a sua contribuição para a renda e subsistência,

além de investigar os recursos utilizados tanto para os produtos florestais não madeireiros ou para produtos florestais madeireiros.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, P.; KRAMER, F. e AMARAL-NETO, M. (Orgs.) **Oficina de Manejo Comunitário e Certificação Florestal na América Latina: Resultados e Propostas**. Imazon, Belém (PA), 2005, (não paginado).

CIFOR - Centro para Pesquisa Florestal Internacional. Available from www:<URL: <http://www.eco-web.com/register/01625wtml>. Acessado em 01/06/2006.

MARSHALL, E; SCHRECKENBERG, K e NEWTON, A (2005) *Factors Influencing Success: Using Research Findings to Predict the Livelihood Impact of NTFP Commercialisation*. Workshop Working Forests in the Tropics: Policy and Market Impacts on Conservation and Management. Universidade da Florida, Gainesville, Florida. 14-15 de fevereiro.

SIQUEIRA, T.V. Desenvolvimento sustentável: Antecedentes históricos e propostas para a agenda 21. **Revista do BNDES**, Rio de Janeiro, v. 8, nº 15, p 247-288, jun.2001.

SOUZA. L.A.G. **Cientistas estudam produtos renováveis das leguminosas arbóreas da Amazônia**. Available from www: <URL: http://www.canalciencia.ibict.br/pesquisas/pesquisa.php?ref_pesquisa=183. Acessado em 19/04/2005.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO. **Parcerias florestais**. Available from www:<URL: <http://www.parceriasflorestais.org/projeto.htm>. Acessado em 26/04/05.

FLORÍSTICA, DIVERSIDADE E GRUPOS ECOLÓGICOS DA VEGETAÇÃO ARBÓREA EM DIFERENTES ÁREAS DE UM FRAGMENTO FLORESTAL, FREDERICO WESPHALEN, RS

FLORISTIC, DIVERSITY AND ECOLOGICAL GROUPS OF THE ARBOREAL VEGETATION IN DIFFERENT AREAS OF A FOREST FRAGMENT, FREDERICO WESPHALEN, RS

Marcelo C. Scipioni¹ Edison Bisognin Cantarelli² Luciano Denardi² Rafael Serejo de Jesus¹
Edenilson Sabino da Silva³ João Marcos Duarte da Silveira³

RESUMO

O inventário florístico foi conduzido num fragmento florestal com 60 ha de área total em 10 unidades amostrais (20 x 50 m) de 0,1 ha distribuídas de forma aleatória. Foram identificadas 79 espécies, distribuídas em 29 famílias e 64 gêneros. O valor do índice de Shannon (H') e equabilidade de Pielou (J') foram 3,50 e 0,79 respectivamente para área total. A diversidade de espécies apresentou variação nas 10 unidades amostrais, constatando uma pequena distinção na similaridade dos grupos florísticos no fragmento.

Palavras-chave: floresta decidual, espécies florestais, similaridade florística.

ABSTRACT

The floristic inventory was made in a forest fragment with a total area of 60 ha which was divided in 10 sample plots (20 x 50 m) of 0,1 ha of area each that were randomly distributed. We have identified 79 species distributed in 29 families and 64 genera. Shannon's diversity index (H') and Pielou's evenness index (J') were respectively 3,50 and 0,79 for the total area. The 10 sample units presented variation concerning the diversity of species, since we have observed a small distinction in the similarity of the floristic groups in the fragment.

Key words: deciduous forest, forest species, floristic similarity.

INTRODUÇÃO

As florestas estacionais decíduas constituem as formações florestais com maior área de cobertura do Estado do Rio Grande do Sul (11.762,45 km²), representando 4,16% da superfície do Estado (RIO GRANDE DO SUL, 2002). As florestas decíduas predominam na região do alto e médio curso do rio Uruguai, ao longo das encostas da Serra Geral e leste do Planalto Sul-Rio-Grandense ou Serra do Sudeste (RAMBO, 1961).

As formações florestais apresentam ampla variação na composição florística em relação variações espaciais e ambientais existentes no território gaúcho. Essas variações devem-se principalmente a diferenças de altitude, condicionando modificação climática pela presença do Planalto Sul-Brasileiro, além da proximidade ou distanciamento dos dois corredores de entrada de espécies tropicais no estado. No leste, entre as encostas da Serra Geral e oceano Atlântico, predomina as espécies do corredor atlântico, enquanto no oeste, ao longo da bacia dos rios Paraná e Uruguai, dominam as espécies dos corredores fluviais continentais (RAMBO, 1961, JARENKOW & WAECHTER, 2001).

O desmatamento das florestas tropicais é um processo histórico da ocupação humana que iniciou com a finalidade de suprimento de madeira, lenha, caça, uso agrícola pelos indígenas (CORLETT, 1995), além de outros usos não madeiráveis. No sul do Brasil, esses impactos iniciais foram posteriormente agravados com ocupação das áreas florestais pela imigração européia na segunda metade do século XIX. Mas, foi no século passado até a década de 70, o auge da exploração florestal de madeira nativa para exportação, associado à expansão das fronteiras agrícolas (Mendes, 2004). O mesmo autor (2004) estimou uma redução significativa de 66,8% das áreas florestais na região sul, no período de 1940 a 2004, alterando 37,61 milhões de hectares para 12,47 milhões ha.

Deste modo, procedeu a maioria da exploração florestal no sul do Brasil, sem planejamento estratégico dos recursos florestais, possibilitando a perda de conhecimento das formações primárias e dos fenótipos e genótipos de interesse, tornando impossível mensurar a perda econômica causada pela falta de manejo dessas florestas no passado.

A ausência de conhecimentos básicos na área florestal para subsidiar os manejos florestais visando uma população de indivíduos jovens em quantidade e qualidade adequada, num espaço de tempo ecologicamente e

¹. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná (UFPR), CEP 81.210-170, Curitiba, PR. E-mail: marscip@hotmail.com *Autor para correspondência.

². Departamento de Ciência Florestal, Centro de Educação Superior Norte, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil.

³. Curso de Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Educação Superior Norte, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), CEP 98400-000, Frederico Westphalen, RS, Brasil.

economicamente viável, com controle de estoque, é um pressuposto fundamental para o uso constante dos recursos florestais (FILHA, 2002; SOUZA *et al.*, 2002). Porém, para melhorar o manejo e reduzir o impacto na floresta, deve-se conhecer florística, fitossociologia e ecologia (auto e sinecologia) para compreensão da diversidade existente nas florestas remanescentes.

A diversidade e os genótipos regenerados das florestas secundárias, atualmente não são os mesmos, devido a grande erosão genética provocada pela extinção de grandes áreas de florestas e ao mesmo tempo a pressão constante de cortes seletivos de espécies de importância econômica, sem reposição das mesmas. Ainda resta avaliar e conhecer a dinâmica e a complexidade biológica das florestas secundárias e dos seus estágios sucessionais, conforme Corlett (1995) apresentam um conhecimento insipiente.

Deste modo, o trabalho visa conhecer a florística e a diversidade de um fragmento florestal na região noroeste do estado do Rio Grande do Sul, como também detectar a presença de grupos ecológicos no fragmento florestal para auxiliar nos estudos futuros de dinâmica e manejo da área.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A composição florística implica na produção de uma lista com os nomes das espécies presentes na área de estudo e a correta identificação taxonômica dos espécimes, com manutenção de material testemunho em herbário que são fundamentais e imprescindíveis ao estudo de vários atributos da comunidade (MARTINS, 1990; JACOMASSA, 2005).

A avaliação da diversidade da vegetação pode ser determinada por vários índices, no entanto o de Shannon é o mais utilizado para expressar a diversidade florística do local, devido ao seu nível de organização biológica. O índice considera o número de espécies na comunidade e a proporção de cada espécie na área (LONGHI, 2000).

A similaridade ou dissimilaridade florística está ligada à presença/ausência de mesmas espécies em diferentes áreas de estudo de comunidade. O índice de similaridade de modo geral tem base na relação do número de espécies comuns para o número total de espécies em duas áreas, ou seja, $(\text{espécies comuns} / \text{total de espécies}) \times 100$ (MUELLER-DOMBOIS e ELLEMBERG, 1976). Dentre as análises de similaridade, o índice de Jaccard e o coeficiente de comunidade de Sørensen são os mais difundidos e populares, caracterizados pelos dados de presença/ausência das espécies, representados pelas seguintes fórmulas respectivamente (TONGEREN, 1995).

$$\text{ISj} = (c / a+b+c) \times 100 \quad \text{ISs} = (2c/a+b) \times 100$$

a=total de espécies na área A
b= total de espécies na área B
c= número de espécies comuns

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em um fragmento de Floresta Estacional Decidual Submontana (LEITE & KLEIN, 1995; OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 2006), com aproximadamente 60 ha, localizado no município de Frederico Westphalen e pertencente ao Centro de Educação Superior Norte – RS (CESNORS) e Colégio Agrícola de Frederico Westphalen (Figura 1). As coordenadas geográficas da área são 53°25'59.26"O e 27°23'44.40"S e a altitude com variação entre 520 a 550 m. A floresta apresenta perturbações em decorrência de cortes seletivos de árvores de grande porte, com formação de grandes clareiras na borda e interior do fragmento, predominando a regeneração de taquaras do gênero *Guadua* sp..



FIGURA 1: Localização da área de estudo (■), Frederico Westphalen, RS.

Conforme a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Subtropical Temperado Úmido (Cfa), caracterizado pela temperatura do mês mais quente superior a 22°C e a do mês mais frio superior a 3°C. As ocorrências médias de geadas ficam entre 5 a 15 por ano. A região apresenta um equilíbrio no regime pluviométrico pela ausência

de estação seca definida, tendo uma média pluviométrica anual de 1900 mm, com variação mensal entorno de 130 – 197 mm (MORENO, 1963; NIMER, 1990).

Os indivíduos arbóreos e arborescentes foram amostrados em 10 parcelas de 20 x 50 m, distribuídas aleatoriamente, totalizando 1 ha. de área amostral. Em cada parcela foram medidos todos os indivíduos, vivos e mortos, com 5 cm de diâmetro à altura do peito (DAP). Foram coletados materiais botânicos para identificação dos indivíduos que não foram determinados em campo, para isso utilizou-se das coleções do Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria (HDCF/UFSM), literatura especializada e consulta a especialistas. Os materiais coletados foram incorporados ao acervo do HDCF e as duplicatas foram enviadas para a coleção didática do curso de Engenharia Florestal do CESNORS.

As espécies foram classificadas com base na proposta do Angiosperm Phylogeny Group II (APG II, 2003).

Os índices de diversidade de Shannon (H'), equabilidade de Pielou (J') e coeficiente de mistura de Jentsch e os índices de similaridades de Sørensen e Jaccard, foram calculados com auxílio do software Mata Nativa 2, versão 2.08. (CIENEC, 2007). A análise de agrupamento florístico das parcelas foi realizada pela análise de Cluster, através método de Ward pela distância Euclidiana do índice de Sørensen, com auxílio do programa computacional PC-ORD for Windows versão 5.0 (McCUNE e MEFFORD, 2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, na área estudada, um total de 1.461 indivíduos de árvores, arvoretas ou lianas. Foram identificadas 79 espécies, pertencentes a 29 famílias botânicas. As famílias com maior diversidade de espécies foram Fabaceae (14) e Myrtaceae (8). As espécies *Chrysophyllum gonocarpum* (18 ind./ha.), *Chrysophyllum marginatum* (35 ind./ha.), *Gymnanthes concolor* (240 ind./ha.), *Nectandra megapotamica* (64 ind./ha.), *Pilocarpus pennatifolius* (50 ind./ha.), *Trichilia clausenii* (130 ind./ha.) foram as únicas espécies que estavam presentes em todas as parcelas amostradas no fragmento (Tabela 1), e conseqüentemente, as espécies com maior valor de densidade na área. Enquanto, as demais apresentaram uma freqüência e densidade muito variável, comum em florestas secundárias, com alta estratificação vertical.

Dentre as espécies que apresentaram apenas um indivíduo por hectare, pode-se citar: *Albizia niopoides*, *Allophylus guaraniticus*, *Aralia warmingiana*, *Cordia ecalyculata*, *Luehea divaricata*, *Myrcianthes pungens*, *Phytolacca dioica*, *Plinia rivularis* e *Styrax acuminatus*. Apesar de raras no fragmento, somente *Styrax acuminatus* está contida na lista de espécies da flora ameaçada do Rio Grande do Sul, com a categoria de ameaça em perigo. *Dicksonia sellowiana*, *Apuleia leiocarpa* e *Myrocarpus frondosus* também estão contidas na lista, mas na categoria de vulnerável (RIO GRANDE DO SUL, 2003), demonstrando a importância florística e ambiental do fragmento.

TABELA 1: Lista das espécies lenhosas presentes nas diferentes áreas do fragmento florestal.

Família	Nome Científico	Parcelas									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Achatocarpaceae	<i>Achatocarpus praecox</i> Griseb.	X								X	X
Annonaceae	<i>Rollinia salicifolia</i> Schldtl.	X			X		X	X	X		
Araliaceae	<i>Aralia warmingiana</i> (Marchal) J. Wen	X									
Araliaceae	<i>Schefflera morototoni</i> (Aubl.) Maguire <i>et al.</i>	X	X				X		X		
Arecaceae	<i>Syagrus romanzoffiana</i> (Cham.) Glassman						X		X		
Bignoniaceae	<i>Jacaranda micrantha</i> Cham.	X	X			X					
Boraginaceae	<i>Cordia americana</i> (L.) Gottschling & J.E.Mill.		X						X		
Boraginaceae	<i>Cordia ecalyculata</i> Vell.	X									
Boraginaceae	<i>Cordia trichotoma</i> (Vell.) Arráb. ex Steud.	X		X				X			
Cannabaceae	<i>Celtis brasiliensis</i> (Gardner) Planch.		X					X			
Cannabaceae	<i>Trema micrantha</i> (L.) Blume	X				X					
Dicksoniaceae	<i>Dicksonia sellowiana</i> Hook.	X					X				
Euphorbiaceae	<i>Alchornea triplinervia</i> (Spreng.) Müll. Arg.						X			X	
Euphorbiaceae	<i>Gymnanthes concolor</i> Spreng.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania brasiliensis</i> Spreng.	X	X		X	X					X
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) L. B. Sm. et Downs		X					X	X		
Euphorbiaceae	<i>Tetrorchidium rubrivenium</i> Poepp. et Endl.	X		X		X	X				X
Fabaceae	<i>Albizia niopoides</i> (Spruce ex Benth.) Burkart						X				
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vogel) J. F. Macbr.	X	X	X		X	X		X	X	X

TABELA 1: Continuação.

Fabaceae	<i>B. forficata</i> Link subsp. Pruinosa Fortunato e Wunderlin (Vogel)		X		X						
Fabaceae	<i>Bauhinia forficata</i> Link	X						X	X		
Fabaceae	<i>Calliandra foliolosa</i> Benth.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
Fabaceae	<i>Dalbergia frutescens</i> (Vell.) Britton	X				X	X				
Fabaceae	<i>Erythrina falcata</i> Benth.	X	X	X		X	X	X		X	
Fabaceae	<i>Holocalyx balansae</i> Micheli		X		X	X		X	X	X	X
Fabaceae	<i>□ess marginata</i> Willd.		X	X	X	X		X	X	X	
Fabaceae	<i>Lonchocarpus</i> sp.	X		X	X		X	X	X		X
Fabaceae	<i>Machaerium paraguariense</i> Hassl.	X		X	X	X		X	X	X	
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	X		X	X			X	X	X	X
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> M. Allemão	X	X			X			X		X
Fabaceae	<i>Parapiptadenia □esse</i> (Benth.) Brenan		X		X						
Hippocrateaceae	<i>Pristimera andina</i> Miers									X	
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> □esse t Mart.ex Nees	X	X			X		X	X		
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Lauraceae	<i>Ocotea diospyrifolia</i> (Meisn.) Mez						X	X	X	X	
Loganiaceae	<i>Strychnos brasiliensis</i> (Spreng.) Mart.	X						X			X
Malvaceae	<i>Ceiba speciosa</i> (A. St-Hil.) Ravenna	X									
Malvaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart. & Zucc.							X			
Meliaceae	<i>Cabralea canjerana</i> (Vell.) Mart.	X	X	X	X	X	X	X			
Meliaceae	<i>Cedrela fissilis</i> Vell.	X	X		X	X	X		X	X	
Meliaceae	<i>Guarea macrophylla</i> Vahl			X		X		X			
Meliaceae	<i>Trichilia catigua</i> A.Juss.	X	X	X	X			X	X	X	X
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i> C.DC.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Meliaceae	<i>Trichilia elegans</i> A.Juss.				X	X		X	X	X	
Monimiaceae	<i>Hennecartia omphalandra</i> J. Poiss.				X			X	X		
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) W. C. Burger <i>et al.</i>	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Myrtaceae	<i>Campomanesia guazumifolia</i> (Cambess.) O. Berg				X		X		X		
Myrtaceae	<i>Campomanesia xanthocarpa</i> O. Berg			X	X					X	
Myrtaceae	<i>Eugenia burkartiana</i> (D. Legrand) D. Legrand								X	X	
Myrtaceae	<i>Eugenia involucrata</i> DC.		X	X					X		X
Myrtaceae	<i>Eugenia rostrifolia</i> D. Legrand	X	X	X	X	X	X	X	X		X
Myrtaceae	<i>Eugenia schuechiana</i> O. Berg	X	X	X	X	X	X				X
Myrtaceae	<i>Myrcianthes pungens</i> (O. Berg) D. Legrand										X
Myrtaceae	<i>Plinia rivularis</i> (Cambess.) Rotman										X
Nyctaginaceae	<i>Pisonia zapallo</i> Griseb.		X							X	
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.										X
Phytolaccaceae	<i>Seguiera aculeata</i> Jacq.		X		X				X	X	
Rosaceae	<i>Prunus myrtifolia</i> (L.) Urb.	X	X	X							
Rubiaceae	<i>Randia ferox</i> (Cham. & Schltdl.) DC.			X	X			X			X
Rutaceae	<i>Balfourodendron riedelianum</i> (Engl.) Engl.	X		X	X	X	X		X		X
Rutaceae	<i>Pilocarpus pennatifolius</i> Lem.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Rutaceae	<i>Zanthoxylum petiolare</i> A. St.-Hil. & Tul.					X		X			
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> L.							X	X		
Salicaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos				X			X			
Salicaceae	<i>Casearia decandra</i> Jacq.		X		X					X	
Salicaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	X	X	X	X	X		X	X	X	X
Salicaceae	<i>Xylosma pseudosalzmannii</i> Sleumer			X				X			
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (A. St.-Hil. <i>Et al.</i>) Radlk.	X	X		X		X	X	X	X	
Sapindaceae	<i>Allophylus guaraniticus</i> (A. St.-Hil.) Radlk.									X	

TABELA 1: Continuação.

Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Cambess.	X			X			X	X		
Sapindaceae	<i>Diatenopteryx sorbifolia</i> Radlk.		X		X		X		X	X	X
Sapindaceae	<i>Matayba elaeagnoides</i> Radlk.							X	X		
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eichler)Engl.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. & Arn.) Radlk.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Simaroubaceae	<i>Picrasma crenata</i> (Vell.) Engl.	X		X							
Solanaceae	<i>Solanum sanctaecatharinae</i> Dunal	X		X		X		X	X		
Styracaceae	<i>Styrax acuminatus</i> Pohl										X
Styracaceae	<i>Styrax leprosus</i> Hook. et Arn.			X		X			X	X	
Urticaceae	<i>Urera baccifera</i> (L.) Gaudich.			X			X		X		X

Apesar de algumas espécies serem dominantes e presente em toda área da floresta, essa possui uma alta diversidade de espécies, constatada pelo alto valor do índice de Shannon (3,50) e pelo índice de equabilidade de Pielou (0,79). O número de espécies por parcela variou de 31 a 44 do total de 79 espécies, refletindo na variação da diversidade espacial da área constatados nos índices de diversidade das amostras, conforme Tabela 2.

TABELA 2: Número de indivíduos (N), número de espécies (S), índice de Shannon (H'), índice de equabilidade de Pielou (J) e coeficiente de mistura de Jentsch nas diferentes áreas do fragmento florestal e na amostra geral.

Parcela	N	S	H'	J	QM
1	139	44	3,19	0,84	1 : 3,16
2	145	40	2,95	0,8	1 : 3,63
3	173	35	2,88	0,81	1 : 4,94
4	130	39	3,24	0,89	1 : 3,33
5	127	33	2,91	0,83	1 : 3,85
6	162	31	2,64	0,77	1 : 5,23
7	119	41	3,35	0,9	1 : 2,90
8	156	44	3,19	0,84	1 : 3,55
9	135	35	2,87	0,81	1 : 3,86
10	175	31	2,76	0,80	1 : 5,65
Geral	1461	79	3,51	0,79	1 : 18,49

O índice de diversidade de Shannon variou nas parcelas entre os valores de 2,64 a 3,35 H' e o de equabilidade de Pielou entre 0,77 e 0,90 J, sendo a parcela 6 com menor diversidade em decorrência da dominância florística de indivíduos de *Dicksonia sellowiana* que apresenta uma distribuição espacial agregada na área. Na tabela 3 estão os índices de similaridades de Sørensen e Jaccard entre as 10 parcelas amostrais.

TABELA 3: Similaridade florística pelos índices de Sørensen e Jaccard em 10 parcelas amostrais de 20x50 m, Frederico Westphalen, RS.

Jaccard/Sørensen*	P1	P2	P3	P4	P5	P6	P7	P8	P9	P10
P1	1	0,42	0,49	0,41	0,54	0,47	0,42	0,44	0,34	0,42
P2	0,60*	1	0,39	0,52	0,46	0,37	0,37	0,45	0,44	0,37
P3	0,66*	0,56*	1	0,45	0,51	0,40	0,46	0,41	0,37	0,47
P4	0,66*	0,56*	0,62*	1	0,41	0,40	0,48	0,51	0,45	0,4
P5	0,70*	0,63*	0,68*	0,58*	1	0,42	0,42	0,43	0,39	0,39
P6	0,64*	0,54*	0,58*	0,57*	0,59*	1	0,31	0,44	0,35	0,38
P7	0,59*	0,54*	0,63*	0,65*	0,59*	0,47*	1	0,52	0,38	0,31
P8	0,61*	0,62*	0,58*	0,67*	0,60*	0,61*	0,68*	1	0,49	0,39
P9	0,51*	0,61*	0,54*	0,62*	0,56*	0,52*	0,55*	0,66*	1	0,32
P10	0,59*	0,54*	0,64*	0,57*	0,56*	0,55*	0,47*	0,56*	0,48*	1

Através do dendrograma da Figura 2, pode-se concluir que internamente o fragmento possui dois grupos florísticos influenciada pela alta densidade de *Dicksonia sellowiana* no estrato inferior que caracterizou o agrupamento

das parcelas 1 e 6, distinguindo-se das demais parcelas que foram caracterizadas pelo estrato inferior por representantes das espécies do gênero *Trichilia*.

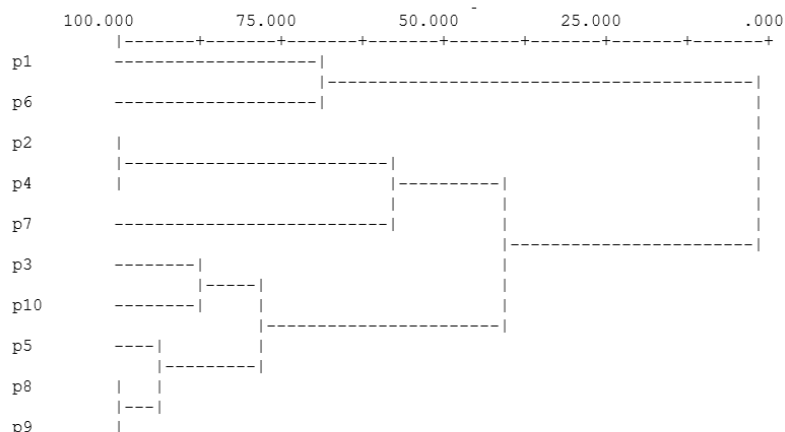


FIGURA 2: Análise de Cluster através do método de Ward pela distância Euclidiana do índice de Sørense.

CONCLUSÕES

Assim, pode-se concluir que o fragmento florestal apresentou duas comunidades florísticas, uma com menor diversidade em decorrência da alta densidade de indivíduos de *Dicksonia sellowiana* que possibilitou a distinção entre as demais áreas que apresentaram as espécies do gênero *Trichilia* como característica do estrato inferior.

AGRADECIMENTO

Aos pesquisadores que auxiliaram na determinação das espécies: Marcos Sobral (UFMG), Osmar dos Santos Ribas (Museu Botânico Municipal de Curitiba) e Solon Jonas Longhi (UFSM).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, London, n. 141, p. 399-436, 2003.
- CIENTEC. Software Mata Nativa 2: Sistema para Análise Fitossociológica, Elaboração de Inventários e Planos de Manejo de Florestas Nativas. Viçosa - MG: Cientec, 2007.
- CORLETT, R.T. Tropical secondary forests. **Progress in Physical Geography**, v.19, n.2, p. 159-172, 1995.
- FILHA, I. G. Manejo florestal: questões econômica-financeiras e ambientais. **Estudos Avançados**, v. 16, n. 45, p.91-106, 2002.
- JACOMASSA, F.A.F. Levantamento da Flora Arbórea Ciliar do Rio Lajeado Tunas no Parque Municipal de Turismo e Lazer da Faguense, Frederico Westphalen, RS. In: I Simpósio Sul de Gestão e Conservação Ambiental, **Anais...**, Erechim: Universidade Regional Integrada - URI, 2005, p. 441-449.
- JARENKOW, J.A.; WAECHTER, J.L. Composição, estrutura e relações florísticas do componente arbóreo de uma floresta estacional no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 24, n. 3, p. 263-272, 2001.
- LEITE, P. F.; KLEIN, R. M. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.113 - 150.
- LONGHI, S.J. *et al.* Aspectos fitossociológicos de fragmento de floresta estacional decidual, Santa Maria, RS. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.
- MARTINS, F.R. Atributos das comunidades vegetais. **Quid**, v.9, p. 12-17, 1990.
- McCUNE, B.; MEFFORD, M. J. **PC-ORD. Multivariate Analysis of Ecological Data Version 5.0**. Oregon, USA: 2006. 40p.
- MENDES, J.B. Incentivos e Mecanismos Financeiros para o Manejo Florestal Sustentável na Região Sul do Brasil, Curitiba, 2004. Relatório: FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nation. 136 p.

- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Rio Grande do Sul, 1961. 42p.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: John Wiley & Sons, 1974. 547 p.
- Tongeren, O.F.R. van Cluster analysis. *In Data analysis in community and landscape ecology* (R.H.G. Jongman, C.J.F. ter Braak & O.F.R. van Tongeren, eds.). Cambridge University Press, Cambridge, 1995. 174-191 p.
- NIMER, E. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. **Geografia do Brasil – Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. p.151 - 187.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; JARENKOW, J. A.; RODAL, M. J. N. Floristic relationships of seasonally dry forests of eastern South America based on tree species distribution patterns. In: Pennington, R. T.; Lewis, G. P.; Ratter, J. A. (Org.). **Neotropical savannas and dry forests: Plant diversity, biogeography and conservation**. Boca Raton: CRC Press, 2006, v.1, p. 159-192.
- RAMBO, B. Migration routes of the south brasilian rain florest. **Pesquisas, botânica**, v. 12, p. 1-54, 1961.
- RIO GRANDE DO SUL. Decreto n. 42.099 de 01de janeiro de 2003. Lista final das espécies da flora ameaçadas - RS.
- RIO GRANDE DO SUL. Governo do Estado. Secretária Estadual do Meio Ambiente. **Inventário do Rio Grande do Sul** [online]. Porto Alegre: FATEC/SEMA, 2002. Available from www:<URL: <http://w3.ufsm.br/ifers/frame.htm>>
- SOUZA, A.L. de *et al.* Dinâmica da regeneração natural em uma floresta ombrófila densa secundária, após corte de cipós, Reserva Natural da Companhia Vale do Rio Doce S.A., Estado do Espírito Santo, Brasil. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 26, n,4, p/ 411-419, 2002.

RELAÇÕES HIPNOMÉTRICAS PARA LAURACEAE

HIPSOMETRIC RELATIONS FOR LAURACEAE

Adriane Roglin¹ Andréia Pimentel² Ana Paula Dalla Corte² Carlos Roberto Sanquetta³

RESUMO

A família Lauraceae possui grande importância econômica dentro da Floresta Ombrófila Mista, destacando-se das demais famílias. Além disso, compreende um extenso número de espécies, aproximadamente 3.000 espécies, distribuídas em 50 gêneros. É uma família que se destaca, principalmente no setor florestal, no entanto, poucos estudos fazem referência à mesma. As relações hipsométricas são importantes, pois permitem estimativas das alturas, demandando apenas de uma amostragem das mesmas para o ajuste. Com isso, estima-se a variável de difícil acesso em função da mais fácil e de rápida medição, como DAP, reduzindo-se o tempo e principalmente os custos de mensuração. Deste modo, este estudo objetivou a avaliação dos melhores modelos de relações hipsométricas para estimação das alturas de algumas espécies que compõem a família Lauraceae no fragmento de Floresta Ombrófila Mista situado no município de São João do Triunfo, Estado do Paraná. Os dados coletados para o desenvolvimento deste trabalho são oriundos de parcelas permanentes, três com 1 ha e uma com 0,5 ha. A metodologia consistiu na medição dos CAP's de todos os indivíduos da família Lauraceae que possuíam devida identificação e aproximadamente 92% das alturas totais. O total amostrado dentro das parcelas foi de 299 indivíduos, em média 85,42 ind./ha, compreendendo oito espécies pertencentes à família Lauraceae. Com intuito de se obter bons ajustes nas equações hipsométricas para esta família, foram realizadas estratificações por espécie, devido aos indivíduos estarem concentrados nas menores classes diamétricas, dificultando o ajuste propriamente dito. Foram ajustados diversos modelos para cada espécie, utilizando como critério de escolha o R² ajustado, erro padrão da estimativa (Syx%) e análise gráfica dos resíduos. A estratificação melhorou os ajustes para a maioria das espécies como *Ocotea porosa*, *Piptocarpha macropoda* e *Ocotea puberula*. Entretanto esta metodologia não foi satisfatória para a espécie *Nectandra grandiflora*. Um dos fatores que podem afetar o ajuste é quando não se tem uma relação altura/diâmetro definida. Os resultados mostraram que a metodologia utilizada foi satisfatória para a maioria das espécies, mostrando uma boa correlação entre diâmetro/altura. No entanto, no caso da possível obtenção de resultados mais satisfatórios, propõe-se nova estratificação dos dados da família Lauraceae ou apenas da espécie *Nectandra grandiflora*, utilizando a estratificação vertical através da metodologia do Diagrama h-M.

Palavras-chave: Lauraceae, relações hipsométricas, espécies.

ABSTRACT

The Lauraceae families have great economic importance within the Atlantic Forest and have a major value than the other families. The family includes an extensive number of species, 3.000 species approximately, it was distributed in 50 genera. There are few studies of this forest sector. It is a family that stands out, mainly in the forest sector, however, few researches refer to it. The hypsometric relations produce data with one or few estimates of heights. For the quick and easy measurement, variable access are estimated which reducing and costs, for example DBH. This paper describes results of a forest structure made in an Atlantic Forest fragment, with the objective of assessing the best models of hypsometric relations to heights estimate of some species of the Lauraceae family. The study areas are located in the State of Parana, at São João do Triunfo city. Data collected for the development of this work are from permanent plots, three with 1 ha and one a 0.5 ha. The methodology consists of measuring the CBH's of all individuals of the Lauraceae family who had proper identification and of approximately 92% the total heights was measured. In the total of the sampled plots have been 299 individuals, with an average of 85.42 ind. / ha, including eight species belonging to the family Lauraceae. In order to obtain good adjustments in the hypsometric equations for this family, distributions by species have been realized because the individuals are concentrated in smaller diameter classes, making difficult the adjustment itself. Various models were adjusted for each species, using as criterions the R² adjusted, the standard error of estimate (Syx%) and the graphic analysis of the variance. The stratification improved the settings for most species as *Ocotea porosa*, *Piptocarpha macropoda* and *Ocotea puberula*. However this approach was not acceptable for *Nectandra grandiflora*. One of the factors that can affect the adjustment is when you do not have a diameter height set. The results showed that the methodology was satisfactory for most species, presenting good correlation between diameter/height. However, the possible acquisition of more acceptable results, are proposed new stratification of the

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, e-mail: adrianerog@gmail.com, Curitiba-PR.

² Pós-graduação do Curso de Engenharia Florestal da UFPR, e-mail: andreia_pimentell@hotmail.com e anacorte@ufpr.br, Curitiba-PR.

³ Professor do Departamento de Ciências Florestais da UFPR, e-mail: sanquetta@ufpr.br, Curitiba-PR.

data from the Lauraceae family or just of *Nectandra grandiflora*, using the vertical stratification by methodology Diagram h-M.

Key words: Lauraceae, hipsometric relations, species.

INTRODUÇÃO

A família Lauraceae pertence à ordem Laurales, a qual está posicionada entre as linhagens basais de Angiospermas (CRONQUIST, 1981; APG II, 2003), formando um clado com Canellales, Piperales e Magnoliales (APG II, 2003). Hoje, são reconhecidos cerca de 50 gêneros e entre 2500 a 3000 espécies (ROHWER & KUBITZKI, 1993). O maior gênero é *Litsea* Lam. (cerca de 400 spp.), seguido por *Ocotea* Aubl., *Cryptocarya* R.Br. e *Cinnamomum* (cerca de 350 spp. cada) (ROHWER, 1993b). Lauraceae é uma família pantropical com poucos membros ocorrendo em clima temperado (ROHWER, 1993b). O grupo é melhor representado nas Américas e Ásia tropical, ocorrendo também na Austrália e Madagascar, mas é pobremente representado na África Central (VAN DER WERFF & RICHTER, 1996).

Esta família, geralmente destaca-se entre as demais famílias, pela sua importância econômica. Pois, algumas espécies têm sido utilizadas pelas indústrias para a fabricação de diversos produtos, porém, a maioria das espécies tem seu uso restrito às comunidades tradicionais que detêm o conhecimento empírico da utilização dessas plantas. As Lauraceae são todas plantas lenhosas, comumente árvores, excetuando-se o gênero parasita *Cassytha* (ROHWER, 1993a).

O gênero *Nectandra* está restrito às Américas tropical e subtropical (BAITELLO, 2003), com origem no hemisfério norte e imigrando para América do Sul, provavelmente depois da conexão estabelecida pela América Central, no Plioceno (ROHWER & KUBITZKI, 1993). Hoje, estão descritas 114 espécies, sendo 43 brasileiras (BAITELLO, 2003). *Nectandra* é um gênero com grande importância econômica no Paraná, pois sua madeira é utilizada principalmente pela indústria da construção civil e moveleira. Normalmente, a madeira é considerada de boa qualidade, com algumas exceções onde esta pode desprender odor, o que limita seu uso (ROHWER, 1993a).

Atualmente, ainda existem poucos trabalhos que fazem referência a esta família tão importante no meio florestal. Para tanto, se faz necessário estudos como este que permitem estimativas de variáveis de difícil obtenção, como a altura, em trabalhos de inventário florestal em floresta nativa.

A relação hipsométrica é um instrumento essencial na prática tradicional do inventário florestal. Em 1957, pesquisadores descreveram uma técnica de mensuração que ainda hoje é regra na maioria dos inventários em florestas plantadas no Brasil. A técnica consiste em medir o diâmetro de todas as árvores na parcela de inventário, mas selecionar algumas poucas árvores, em geral de 5 a 10, para a mensuração da altura. Utilizando os dados das árvores em que diâmetro e altura foram medidos, constrói-se uma curva altura-diâmetro (relação hipsométrica) com a qual se estima as alturas das demais árvores, das quais apenas o diâmetro foi medido. Esta técnica resulta numa sensível redução do custo de inventário, dado o elevado custo relativo da mensuração da altura comparada a do diâmetro (BATISTA *et al.*, 2001).

Tem-se utilizado cada vez mais a amostragem e a modelagem matemática dos dados para descrever a altura das árvores. Muitos modelos de equações foram desenvolvidos com essa finalidade e, dependendo da situação, algumas equações se adaptam melhor do que outras e algumas vezes há dificuldade em se decidir que modelo deve ser utilizado. Pois, a comparação do desempenho de diversos modelos é uma praxe na pesquisa e na prática de inventário florestal.

O objetivo do presente estudo foi avaliar os melhores modelos de relação hipsométrica na estimação das alturas totais das árvores pertencentes às espécies da família Lauraceae, comumente encontradas em uma Floresta Ombrófila Mista.

MATERIAIS E MÉTODOS

Caracterização da área de estudo

A área de estudo apresenta cerca de 32 ha e está localizada no município de São João do Triunfo, que se localiza na Região Centro-Sul do Paraná, a uma distância de aproximadamente 125 km de Curitiba. A altitude do local é de 780 m, latitude Sul de 25°34'18" e longitude Oeste de 50°05'56" de Greenwich (PIZATTO, 1999).

A vegetação do local é caracterizada como um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, de acordo com VELLOSO *et al.* (1991). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é classificado como tipo Cfb – clima temperado sempre úmido, sem estação seca, com verões frescos e mais de cinco geadas noturnas por ano (PIZATTO, 1999). O solo da floresta é do tipo podzólico vermelho-amarelo distrófico com uma pequena porção do solo tipo cambissolo distrófico álico.

A área de estudo possui quatro parcelas permanentes que são anualmente monitoradas por meio de inventário florestal contínuo desde 1995. Existem três parcelas de 1 ha cada e com formato quadrado (100 X 100 metros) e uma parcela que tem 0,5ha. As parcelas são divididas em sub-parcelas de 100 m² (10 x 10 metros), com os limites marcados com cano de PVC.

Análise dos dados

Os dados utilizados para o desenvolvimento do presente trabalho são oriundos do inventário florestal contínuo realizado em julho de 2007 na Estação Experimental de São João do Triunfo – PR. Com o auxílio da equipe de campo realizou-se a coleta de dados dos indivíduos pertencentes à Família Lauraceae, mensurando as variáveis CAP de toda a população que possuía devida identificação por placas numeradas.

Além disso, aproximadamente 92% das alturas totais dos indivíduos pertencentes à família Lauraceae foram medidos com aparelho denominado Clinômetro, sendo que a utilização de tal metodologia pode gerar uma operação onerosa e sujeita a erros. Desse modo, procurou-se medir parte das alturas nas parcelas permanentes de inventário florestal e, através de relações hipsométricas, estimar as demais.

Os ajustes das equações hipsométricas permitem a obtenção de estimativas das alturas totais das árvores. Para tanto, foram utilizados os modelos citados na Tabela 1, retirados da literatura. Os dados foram ajustados por regressão linear com a ajuda do programa EXCEL®, sendo altura total (H) – variável (y) - e diâmetro à altura do peito (DAP) – variável (x).

TABELA 1: Modelos testados para estimativas das alturas.

Modelos testados	
$H=b_0+b_1(D)$	
$H=b_0+b_1\ln(D)$	Modelo de Henriksen
$H=b_0+b_1(D)+b_2(D^2)$	Modelo Parabólico
$H=b_0+b_1(1/D)+b_2(D)$	
$1/H=b_0+b_1(1/D)$	Modelo Inverso
$D^2/H =b_0+b_1(D)+b_2 (D^2)$	Modelo de Prodan

Onde: H – altura total (m); dap – diâmetro a altura do peito (cm).

A família Lauraceae normalmente é encontrada na Floresta Ombrófila Mista e possui a distribuição diamétrica na forma de “J-invertido”, em que a maioria dos indivíduos esta concentrada nas menores classes, propiciando dificuldades ao ajuste. Os dados mensurados mostram a concentração de maior número dos indivíduos até o diâmetro de 55 cm, sendo que nas classes superiores encontra-se menos que 1% dos indivíduos. Para tanto, optou-se pela estratificação dos dados por espécies, possibilitando um melhor ajuste.

Para a determinação e escolha dos melhores modelos foram utilizados os seguintes critérios:

▪ **Erro padrão da estimativa (absoluto e percentual):**

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y - \hat{Y})^2}{n - p}} \quad \text{e} \quad S_{yx} \% = \frac{S_{yx} \times 100}{\bar{Y}}$$

Em que: \hat{Y} = altura estimada; Y= altura real; n= n° de observações; p= n° de coeficientes; S_{xy} = erro padrão; \bar{Y} = altura média.

▪ **Coefficiente de determinação – R² ajustado:**

$$R^2 = 1 - \left(\left(\frac{n-1}{n-p} \right) * \left(\frac{SQ_{res}}{SQ_{total}} \right) \right)$$

Em que: n= n° de observações; p = n° de coeficientes; SQ= Soma de quadrados.

A utilização deste critério se fez necessária pelo uso de variáveis transformadas no ajuste das equações hipsométricas.

▪ **Análise gráfica dos resíduos:** utilizada para definir qual o melhor modelo a partir da distribuição homogênea de seus dados em relação ao eixo x.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para ajuste de equação hipsométrica, foi realizada uma amostragem das alturas dentro do fragmento, onde 92% do total de indivíduos tiveram suas alturas medidas procurando obter uma boa representatividade da família Lauraceae dentro do fragmento.

A princípio, foram testadas seis equações para cada espécie e posteriormente foram escolhidos os dois melhores ajustes para que fosse realizada uma comparação para seleção do melhor modelo. A seguir são apresentados os melhores ajustes, considerando o maior R² ajustado, menor erro padrão da estimativa e melhor distribuição dos resíduos.

Quando se analisou o conjunto total dos dados das Lauraceae, verificou-se uma grande concentração de indivíduos nas menores classes diamétricas, o que dificultou a modelagem em questão, pois foi obtido um R² = 0,43, considerado médio para esta família. Porém, com intuito de melhorar este índice, realizou-se uma maior estratificação dos dados, criando assim, novos grupos para serem considerados para ajuste. Neste caso, a estratificação foi feita por espécies, em que as mais representativas em número de indivíduos foram consideradas como grupos individuais, já aquelas espécies com pouquíssimos indivíduos foram reunidas em um grupo apenas denominado como “outras espécies de Lauraceae”. Neste grupo estão espécies como: *Nectandra* sp. (Canela-imbuia), *Cinnamomum vesiculosum* (Ness) Kosterm. (Canela-alho), *Cinnamomum selowianum* (Ness&Mart.)Kost.(Canela-sebo) e *Persia* sp. (Pau-andrade).

Na Tabela 2, são apresentados os ajustes por grupos, com seus respectivos R² ajustado, erro padrão e erro padrão da estimativa.

TABELA 2: Modelos que obtiveram melhores ajustes para cada grupo considerado

Grupos	Nº de ind.	Equação ajustada	R ² ajustado	Syx	Syx %
Família Lauraceae	299	$H = 16,63317019 - 77,1806074*(1/dap) + 0,075475362*(dap)$	0,43	2,433	19,02
<i>Nectandra grandiflora</i>	210	$H = 4,811778866 + 0,625015528*(dap) - 0,009274382*(dap^2)$	0,29	2,090	17,36
<i>Ocotea puberula</i>	20	$H = 44,05950638 - 339,6498817*(1/dap) - 0,462795722*(dap)$	0,52	2,635	15,83
<i>Ocotea porosa</i>	15	$H = 10,61984846 + 0,16784899*(dap)$	0,47	2,603	16,30
<i>Piptocarpha macropoda</i>	37	$H = 8,474639064 + 0,279957227*(dap)$	0,47	2,057	16,04
Outras espécies de Lauraceae	17	$H = 2,412826701 + 39,5557166*(1/dap) + 0,486772282*(dap)$	0,66	3,019	20,55

Onde: H – altura total (m); dap – diâmetro a altura do peito (cm).

O ajuste realizado para a família Lauraceae não possibilitou bons resultados, como citado anteriormente. Sendo assim, buscou-se na literatura resultados semelhantes de ajustes hipsométricos para a referida família, não sendo encontradas informações específicas. No entanto, podem ser feitas comparações com outros ajustes para a mesma tipologia florestal. PIZATTO (1999) realizou um estudo no mesmo local e encontrou um R² ajustado de 0,64 para folhosas. Comparando-se os dois valores, pode-se tentar inferir essa variação à heterogeneidade de indivíduos encontrada nesta tipologia florestal, diferente da família Lauraceae que possui poucos representantes neste fragmento. Baseando-se nesta teoria, buscou-se estratificar os dados e trabalhar com outros possíveis grupos.

Analisando a Tabela 2, verifica-se que entre os grupos das espécies estudadas, apenas a espécie *Nectandra grandiflora* não obteve um bom ajuste. Dentre os demais grupos, o R² ajustado variou de 0,47 para *Ocotea porosa* e *Piptocarpha macropoda*, R² ajustado igual a 0,52 para *Ocotea puberula* e R² ajustado de 0,66 para outras espécies de Lauraceae, considera-se um bom ajuste para essas espécies, principalmente por se tratarem de nativas.

O ajuste desenvolvido para a espécie *Nectandra grandiflora* não alcançou bons resultados, mostrando que a estratificação desse grupo não foi tão satisfatória quanto esperada. Para tanto, recomenda-se novas estratificações dos dados desse grupo em relação aos estratos que ocupam na floresta, onde poderiam ser encontradas melhores estimativas, tanto para o ajuste de equações quanto para a distribuição de resíduos.

Provavelmente, o baixo valor do ajuste neste grupo possa ser explicado pela baixa correlação entre o dap e a altura dos indivíduos selecionados, pois, os indivíduos podem ter um dap desenvolvido e serem de baixo porte e vice-versa. Ainda, outras variáveis relacionadas à posição dos indivíduos poderão estar tendo influência direta sob os desempenhos dendrométricos das espécies e indivíduos medidos.

A distribuição dos resíduos para a família Lauraceae (Figura 1, a) teve uma grande concentração de indivíduos nas menores classes diamétricas, dificultando o ajuste. Entretanto, buscou-se alternativas como a estratificação dos dados, possibilitando a obtenção de melhores resultados para alguns grupos, como pode ser visualizado na Figura 1.

Para a maioria dos grupos a estratificação pode ser considerada boa, no entanto possivelmente um estudo mais aprofundado fosse interessante. A espécie *Nectandra grandiflora* não obteve uma distribuição de resíduo tão uniforme ao longo das classes de DAP.

Na Figura exposta abaixo, verifica-se que alguns grupos (espécies) não tiveram uma homogeneidade na distribuição dos resíduos. Isso pode ser explicado, na maioria das vezes, pela falta de informação em algumas classes diamétricas, como por exemplo, as espécies *Nectandra grandiflora*, *Ocotea puberula*, entre outras.

A seguir são apresentadas as análises de resíduos para os ajustes feitos por espécies para este fragmento de Floresta Ombrófila Mista (Figura 1).

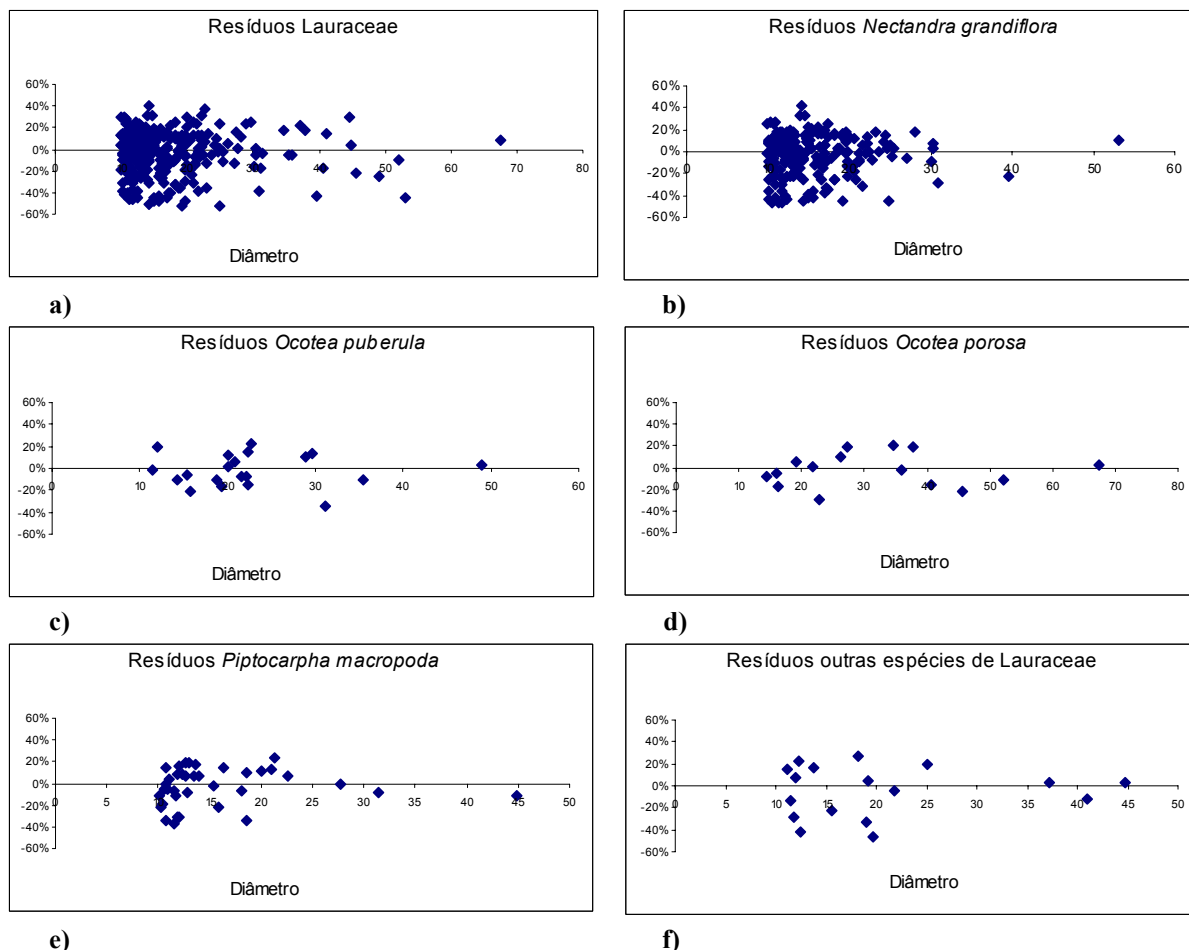


FIGURA 1: Distribuição dos resíduos para cada grupo em relação ao DAP

Analisando os dados ajustados, verifica-se que os resíduos para alguns grupos foram bastante grandes o que implicará em estimativas menos precisas geradas pelos modelos. No entanto, sugere-se que sejam observadas essas variações antes da aplicação dos modelos mencionados.

Algumas espécies tiveram poucos indivíduos medidos dentro do fragmento, sendo assim procurou agruparem-se esses indivíduos num grupo apenas, conforme citado anteriormente. Este grupo, mesmo tendo uma miscelânea de espécies, obteve o melhor desempenho dos ajustes realizados neste trabalho. Talvez isso possa ser explicado pela alta correlação entre diâmetro e altura, conforme explicado anteriormente.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem as seguintes conclusões:

- A estratificação dos dados em grupos permitiu melhor estimativa das alturas dentro do fragmento, principalmente para as espécies *Ocotea porosa*, *Ocotea puberula*, *Piptocarpha macropoda*. Porém, em algumas situações o ajuste foi bom, como no caso do grupo “outras espécies de Lauraceae”, mas os erros apresentados neste ajuste para as estimativas tornam o mesmo inadequado para uso. No entanto, compete ao pesquisador uma análise adequada dos modelos apresentados para melhor atender as estimativas.

- O ajuste de equações hipsométricas não foi tão promissor para a espécie *Nectandra grandiflora* pelo fato de não haver forte correlação entre as variáveis altura e diâmetro, além de existirem outros fatores determinantes para expressão das variáveis dendrométricas.

- Propõe-se a realização de outros possíveis estudos de estratificação para ajustes levando em consideração outras variáveis, como por exemplo, estratificação vertical da Família Lauraceae ou apenas da espécie *Nectandra grandiflora* através da aplicação do diagrama h-M.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APG II. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, n.141, p. 399-436, 2003.

BAITELLO, J. B.; LOREA-HERNÁNDEZ, F.G.; MORAES, P.L.R. DE; ESTEVES, R.; MARCOVINO, J.R. Lauraceae. *In*: WANDERLEY, M.G.L.; SHEPHERD, G.J.; GIULIETTI, A.M.; MELHEM, T.S. **Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo**. São Paulo, v.3, p. 149-223, 2003.

BATISTA, J.L.F.; COUTO, H.T. Z do; MARQUESINI, M. Desempenho de modelos de relações hipsométricas: estudo em três tipos de floresta. **Scientia Forestalis**, n. 60, p. 149-163, 2001.

CRONQUIST, A. **An Integrated System of Classification of Flowering Plants**. New York: Columbia University Press, 1981.

PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo – PR: 1995 a 1998**. Curitiba: UFPR. 1999. 172p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias. Universidade Federal do Paraná, 1990.

ROHWER, J. G. Lauraceae: *Nectandra*. **Flora Neotropica**, Monograph, n.60, p.1- 332, 1993 a.

ROHWER, J. G. Lauraceae. *In*: KUBITZKI, K.; ROHWER, J. G.; BITTRICH, V. **The families and genera of vascular plants**. v. 2, p. 366-391. Berlin: Springer-Verlag, 1993b.

ROHWER, J. G. & KUBITZKI, K. Ecogeographical differentiation in *Nectandra* (Lauraceae) and its historical implications. **Botanica Acta**, n.106, p.88-99, 1993.

VAN DER WERFF, H. & RICHTER, H. G. Toward an improved classification of Lauraceae. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, n. 83, p. 409-418, 1996.

VELLOZO, H. P.; RANGEL FILHO, A.L.R. & LIMA, J.C.A. **Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1991. 123 p.

**QUANTIFICAÇÃO DA BIOMASSA E VARIAÇÃO NOS TEORES DE CARBONO EM NIM,
Azadirachta indica A. Jussieu**

**QUANTIFICATION OF BIOMASS AND VARIATION IN LEVELS OF CARBON IN NIM,
Azadirachta indica A. Jussieu**

Marcela de Oliveira Bernardes Moura¹ Carlos Roberto Sanquetta² Dirceu Lúcio Carneiro de Miranda³
Ana Paula Dalla Corte³ Andréia Pimentel³ Laércio Barbeiro⁴

RESUMO

Popularmente chamada nim-indiano, *Azadirachta indica* A. Juss é uma espécie de rápido crescimento, com grande potencial para fixação de carbono e contribui para amenização dos efeitos do aquecimento global. O objetivo desta pesquisa foi quantificar a biomassa seca, determinar os teores de carbono existentes nas diferentes partes (compartimentos) da espécie estudada, e avaliar se existem diferenças estatisticamente significativas entre os compartimentos. Os dados foram coletados em plantios do município de Xambê, Estado do Paraná onde foram amostrados: galhos, folhas, madeira e casca de 20 árvores em pé. Para a análise do teor de carbono foi necessário: secar, pesar, picar e moer as amostras individualmente, e, posteriormente, proceder à determinação do carbono utilizando o analisador de carbono em sólidos modelo Leco C-144. Para se obter a biomassa seca do fuste primeiramente foram calculados os volumes através do fator de forma da espécie, e em seguida multiplicados pela densidade básica da madeira (0,70 g/cm³). A biomassa seca total foi estimada através do fator de expansão desta espécie de 1,6, (fornecido pelo Laboratório de Inventário Florestal da UFPR). O peso do carbono em kg foi adquirido pela biomassa de cada compartimento multiplicada pelo respectivo teor de carbono. O resultado da biomassa aérea média foi de 55,59 kg sendo que fuste contribuiu com 34,75 kg ou 62,5% da biomassa aérea. O teor médio de carbono para a folhagem foi de 44,6%, seguido dos galhos vivos, casca e fuste com respectivamente 42,1%, 41,8 % e 38,3%. O resultado da análise de variância (ANOVA) indicou diferenças estatísticas significativas entre os compartimentos, ao nível de 95% probabilidade. O teste Tukey constatou diferença estatística entre o fuste e a folhagem. Já a casca mostrou homogeneidade entre os demais compartimentos, exceto comparado à folhagem. Com base neste estudo, conclui-se que a espécie *Azadirachta indica* apresenta diferentes teores de carbono em seus compartimentos aéreos e essas diferenças devem ser consideradas para efeitos de quantificação de carbono em projetos de reflorestamento.

Palavras-chave: Teor de carbono, *Azadirachta indica* A. Juss, Nim indiano, mudanças climáticas.

ABSTRACT

Popularly called nim indiano, *Azadirachta indica* A. Juss is a kind of rapid growing species, with great potential of reducing global warming by fixing atmospheric carbon. The goal of this research was to quantify the dry biomass, determining the levels of carbon in the various parts of the studied species, and assess (evaluate) whether there are statistically significant differences between them. The data was collected in the municipal plantations of Xambê, in the state of Paraná where they were sampled: twigs, leaves, wood and bark of 20 trees standing. For the analysis of the carbon content was necessary to: dry, weigh, bite and grind the samples individually, before determining the carbon analyzer using the carbon in solid model Leco C-144. To obtain the dry biomass of stem primarily the volumes were calculated by using the form factor of the species, and multiply them by the basic density of wood (0.70 g / cm³). The total dry biomass was estimated with the factor of expansion for this species (growth factor of 1.6, provided by the Laboratory of Forest Inventory of UFPR). The weight of carbon in kg was purchased by the biomass of each compartment multiplied by their carbon content. The average result of biomass was 55.59 kg of which stem contributed 34.75 kilograms or 62.5% of biomass. The average carbon content of the foliage was 44.6%, followed by live twigs, bark and trunk with respectively 42.1%, 41.8% and 38.3%. The result of the analysis of variance (ANOVA) showed statistically significant differences between the compartments at the probability level of 95%. The Tukey test showed statistical differences between the stem and foliage. Already the bark provided homogeneity among other compartments, except compared to the foliage. Based on this study, concluded that the species *Azadirachta indica* has different levels of carbon in its air compartments and these differences should be considered for quantification of carbon in reforestation projects.

Key words: Carbon content, *Azadirachta indica* A. Juss, Nim indiano, climate change.

¹ Acadêmica, Curso de Engenharia Florestal – IC voluntária, marcelaenflorestal@hotmail.com

² Professor, Departamento de Ciências Florestais, Curso de Engenharia Florestal

³ Pós-Graduandos do Curso de Pós-graduação em Ciências Florestais da UFPR

⁴ Acadêmico, Curso de Engenharia Florestal

INTRODUÇÃO

Impactos negativos causados ao meio ambiente são intensamente divulgados por cientistas da área, esses impactos são ocasionados pelo crescente avanço industrial, principalmente pelo uso dos combustíveis fósseis que aumentam as emissões de gases causadores do efeito estufa. Estes efeitos nada mais são do que as mudanças climáticas globais. Pesquisadores mundiais investem em estudos na busca de mitigações dessas mudanças, através da redução da concentração desses gases, especialmente o CO₂ atmosférico.

Atualmente as alternativas mais buscadas para mitigar esses efeitos são as reduções de queima de combustíveis fósseis, de material vegetal e pelo “seqüestro” de carbono por meio de plantio de florestas. De acordo com o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (Brown *et al.*, 1996), citado por CARMO *et al.*, 2004, 15% das emissões globais de gases de efeito estufa (GEE) podem ser compensadas através do plantio e/ou bom manejo florestal.

Segundo LEPORACE (2007), a cada ano se acumulam na atmosfera nada menos que três gigatoneladas, ou seja, três bilhões de toneladas de CO₂. Para compensar isso, neutralizando o CO₂ da atmosfera, seriam necessários aproximadamente dez milhões de quilômetros quadrados reflorestados. E, mesmo que houvesse um replantio imediato equivalente a uma área desse porte, há ainda um outro fator: enquanto a emissão se dá de forma acelerada, o seqüestro de carbono é um processo lento.

SOARES *et al.*(2005), citado por SILVEIRA *et al.*(2007) faz a análise “considerando que a redução da queima de combustíveis fósseis implica no desaquecimento da economia de países desenvolvidos e que as mudanças no uso da terra, principalmente devido aos desmatamentos, dificilmente deixarão de ocorrer, tendo em vista ainda o crescimento da população mundial e a conseqüente necessidade de abertura de novas áreas para atividades agrícolas e de pecuária, o seqüestro de carbono por florestas torna-se uma atividade econômica atrativa, desde que ambientalmente correta, do ponto de vista do seqüestro do carbono atmosférico”.

Uma vez que as plantas, através do processo fotossintético, promovem a captura dos GEE, ao retirar CO₂ da atmosfera e incorporá-lo à biomassa vegetal, estocam carbono tanto na biomassa acima como abaixo do solo e representam mais carbono do que atualmente existe em relação ao estoque na atmosfera. Isso é justificado em função de as florestas cobrirem cerca de 30% da superfície da Terra e fixarem em torno de 85% do carbono orgânico (HOUGHTON, 1994).

A quantificação de carbono em florestas tem grande importância, pelo fato de se saber qual a capacidade de estoque a mesma possui, se for feita quantificação por espécies pode se saber em média o quanto essa espécie contribui com o armazenamento de carbono em sua biomassa.

Este trabalho teve, portanto, o objetivo de determinar o estoque individual de biomassa e a capacidade de espécimes de *Azadirachta indica* A. Jussieu (nim) retirar CO₂ da atmosfera, quantificando o carbono estocado nas árvores.

MATERIAIS E MÉTODOS

Descrição da área de estudo

Este estudo foi realizado no município de Xambê localizado na Região Noroeste do Paraná. O município apresenta uma altitude de 418 m, latitude de 23°44'10" sul e longitude de 53°29'24" oeste de Greenwich.

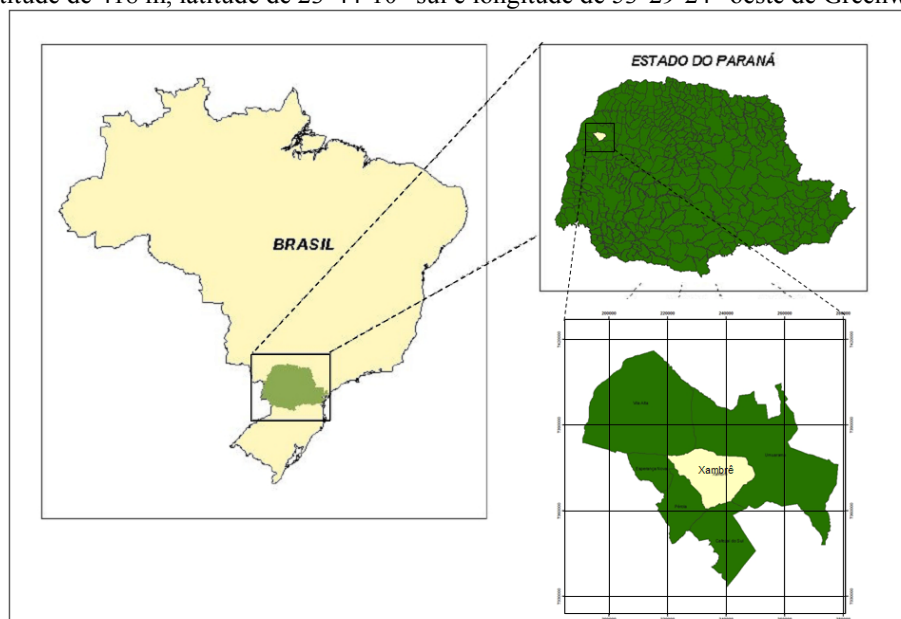


FIGURA 1: Área de coleta das amostras de estudo.

Descrição da espécie

O nim indiano ou margosa (*Azadirachta indica* A. Juss) pertence à família *Meliaceae*. Segundo a classificação taxonômica de DE JUSSIEU (1830) citada por BITTENCOURT (2006) o nim é classificado como pertencente à ordem Rutales, subordem Rutinae, família *Meliaceae*, sub-família *Melioideae*, tribo *Melieae*, gênero *Azadirachta* e espécie *indica*. Origina-se de Burma, na Índia, Ásia.

No Brasil o nim foi introduzido por meio de sementes originárias das Filipinas, no ano de 1986, pelo Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR, com o objetivo de pesquisar a ação inseticida desta planta. Em 1989 e 1990, o IAPAR obteve sementes provenientes da Índia, Nicarágua e República Dominicana, sendo plantadas, respectivamente, em Londrina, Paranaíba (PR), Jaboticabal (SP) e Brasília (DF) para avaliação de desenvolvimento (MARTINEZ, 2002), essa espécie tem sido implantada nas regiões Norte, Nordeste, Sudeste e Centro-Oeste, e em pequena quantidade no Sul.

Com múltiplos usos, o nim tem se destacado e seus produtos têm sido cada vez mais utilizados na agricultura, pecuária, medicina e na fabricação de cosméticos. O principal produto desta espécie é o óleo retirado das sementes, o qual contém inúmeros compostos ativos, sendo a azadiractina o mais importante (NEVES, 2004). Desta espécie praticamente todas as partes da planta são utilizáveis. As folhas, raízes e a madeira, também possuem usos conhecidos (CHATURVEDI et al., 2004, citado por BITTENCOURT, 2006).

É uma espécie que apresenta crescimento rápido, com altura média de 15 a 20 m e sob condições muito favoráveis pode atingir até 40 m de altura na fase adulta. O diâmetro da copa pode atingir 15 a 20 m em árvores velhas e isoladas. Somente perde as folhas em condições extremamente secas. Árvores isoladas podem produzir frutos, devido suas flores serem hermafroditas.

O nim é resistente à seca, podendo se desenvolver sob condições pluviométricas de cerca de 400 mm. Desenvolve-se em diferentes tipos de solos, mas tem preferência por solos arenosos profundos e bem drenados. A luz é bastante importante para o crescimento do nim. Geralmente é plantado em terrenos planos ou levemente ondulado, em altitudes abaixo de 700-800 m. Altitudes acima disso retardam seu desenvolvimento e reduzem a produção de frutos.

Uma planta típica de regiões tropicais e subtropicais se desenvolve bem em temperaturas anuais médias entre 21°C e 32°C, mas toleram temperaturas maiores até 50°C, e precipitação pluvial média anual entre 450 e 1.200 mm.

A madeira de *Azadirachta indica* possui massa específica variando entre 0,56 e 0,85 g/cm³ de acordo com KOUL et al. (1990), o mesmo diz ARAÚJO (1999) que encontrou massa específica de 0,57 g/cm³, tendo então uma média em torno de 0,70 g/cm³. Em estudos realizados na Índia, foi encontrado um valor de 0,80 g/cm³ para a madeira do nim. BISWAS (1995)

Árvores de nim indiano, após sua maturação, rendem entre 10 e 100 t de matéria seca/ha, dependendo das condições climáticas, como chuvas e calor, além da localidade, espaçamento e do genótipo.

Preparação das amostras para as análises

Com o intuito de se estudar mais a espécie foram coletadas amostras de: galhos, folhas, e lascas com fuste e casca de 20 árvores da espécie em pé. Estas coletas foram separadas e identificadas resultando num total de 42 amostras. Esta amostragem deu-se no segundo semestre de 2007.

Ao chegar de campo o material, em sua forma verde, passou por procedimentos de pesagem utilizando balanças de vara (pêndulo), obtendo-se assim o peso verde de cada componente. Posteriormente, foram submetidos à secagem em estufa a uma temperatura de 40°C, até peso constante, e realizou-se a determinação do peso seco de cada material. Cada compartimento da árvore passou pelo processo de fracionamento em partes pequenas utilizando machado, sendo em seguida triturado em moinho de seis facas com peneiras metálicas até adquirir a consistência de pó. Para não haver contaminação das amostras, foi tomado cuidado com a limpeza do moinho com jato de ar comprimido após moer cada amostra. Estas foram acondicionadas e identificadas em potes de plástico. As amostras já preparadas foram analisadas no Laboratório de Inventário Florestal da Universidade Federal do Paraná, conforme descrito a seguir.

Determinação dos Teores de Carbono

As determinações de carbono foram realizadas no analisador modelo Leco C-144. Neste método, a amostra de material sólido é levada à combustão total. O procedimento laboratorial consiste em pesar uma porção de 100 mg de cada amostra em balança analítica e submetê-la à temperatura de 1.000°C por cerca de 60 segundos. O equipamento possui um sensor infravermelho que detecta o carbono que passa pelo mesmo no ato da combustão e, desta forma, quantifica o teor de carbono.

Análises Estatísticas

As análises estatísticas descritivas e experimentais foram processadas a fim analisar suas medidas de tendência central de dispersão e verificar se, estatisticamente, existem diferenças de teores de carbono entre os compartimentos aéreos da espécie *Azadirachta indica*.

Devido a escassez de informações a respeito dessa espécie, em termos de modelagem, optou-se pelo uso de um fator de forma ($ff = 0,41$) e não de uma equação volumétrica, a partir desse fator foram calculados os volumes

individuais e em seguida multiplicados pela densidade básica da madeira, 0,70 g/cm³, de acordo com KOUL et al. (1990), para se obter a biomassa do fuste.

A biomassa seca total foi estimada através do fator de expansão desta espécie de 1,6 (fornecido pelo Laboratório de Inventário Florestal da UFPR), pela biomassa do fuste. O peso do carbono em kg foi adquirido pela biomassa de cada compartimento multiplicada pelo respectivo teor de carbono.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Biomassa Aérea Seca

A biomassa seca das 20 árvores amostradas foi obtida após pesagem das mesmas verdes e secas, conforme explicado previamente. Os DAP's das árvores variaram de 6,05 a 20,37 cm, com média aritmética de 11,15 cm, valores correspondentes à amplitude encontrada na floresta. A média da biomassa aérea para cada indivíduo avaliado foi de 55,59 kg, sendo que fuste contribuiu com 34,75 kg ou 62,5% da biomassa aérea. Os pesos totais variaram entre 2,39 e 164,43 kg, tendo como média 39,71 kg, sendo que o fuste variou entre 1,50 kg e 102,77 kg sendo a média estimada em 24,82 kg.

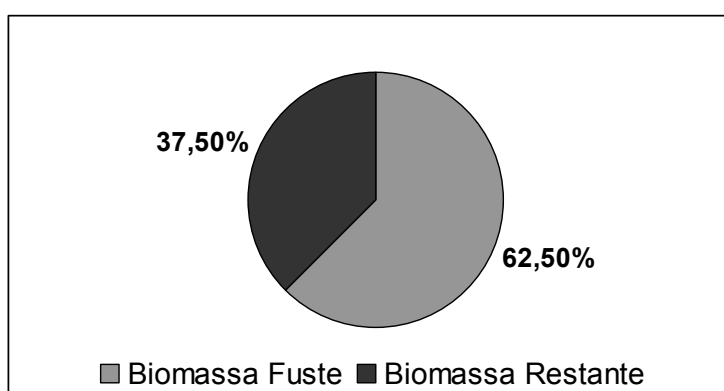


GRÁFICO 1: Biomassa dos compartimentos aéreos do Nim indiano.

GRAPHIC 1: Biomass air compartments of the Nim indiano.

URBANO (2007), estudando bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba, encontrou valores parecidos para biomassa seca do fuste sendo de 69,82%, 11,51% para galhos > 4cm de diâmetro, 9,28% para galhos < 5,57 para as folhas, 3,83% para os galhos mortos.

Teores de Carbono e Estoque Individual

Na avaliação dos teores de carbono entre as respectivas partes da espécie, os resultados estão apresentados na Tabela 1, separados em carbono do fuste, da folhagem, da casca e do galho. Observa-se que as variações foram entre 38,3 a 44,6%. O teor médio de carbono para a folhagem foi de 44,6%, seguido dos galhos vivos, casca e fuste com respectivamente 42,1%, 41,8 % e 38,3%. As variações da folhagem e do fuste também podem ser expressas pelos desvios padrão e pelos coeficientes de variação, os quais são bastante baixos comparativamente a outras variáveis tomadas em estudos de biomassa, oscilando entre 0,88 a 2,49%. Os valores máximos e mínimos apresentados na Tabela 1 também dão idéia da amplitude dos valores dos teores de carbono na espécie, o que é consistente com outras pesquisas semelhantes.

TABELA 1: Estatística descritiva dos teores de carbono por compartimento da biomassa em *Azadirachta indica* A. Juss.

TABLE 1: Descriptive statistic of carbon content per biomass pool of *Azadirachta indica* A. Juss.

Teores de carbono (%)						
Compartimento	Média	Desvio Padrão	CV%	Máximo	Mínimo	N
Folhagem	44,59	1,1084	2,4858	46,43	41,59	20
Galhos*	42,07	0,8804	2,0927	43,44	40,54	20
Casca	41,82	-	-	41,82	41,82	1
Fuste	38,31	-	-	38,31	38,31	1
Média	41,70					

* Determinações efetuadas somente em galhos vivos

O resultado da análise de variância (ANOVA) indicou diferenças estatísticas significativas entre os compartimentos, ao nível de 95% probabilidade (Tabela 2). Ao aplicar o teste Tukey, constatou diferença estatística significativa entre o fuste e a folhagem. Já a casca mostrou homogeneidade entre os demais compartimentos, exceto comparado à folhagem, conforme mostra a Tabela 3.

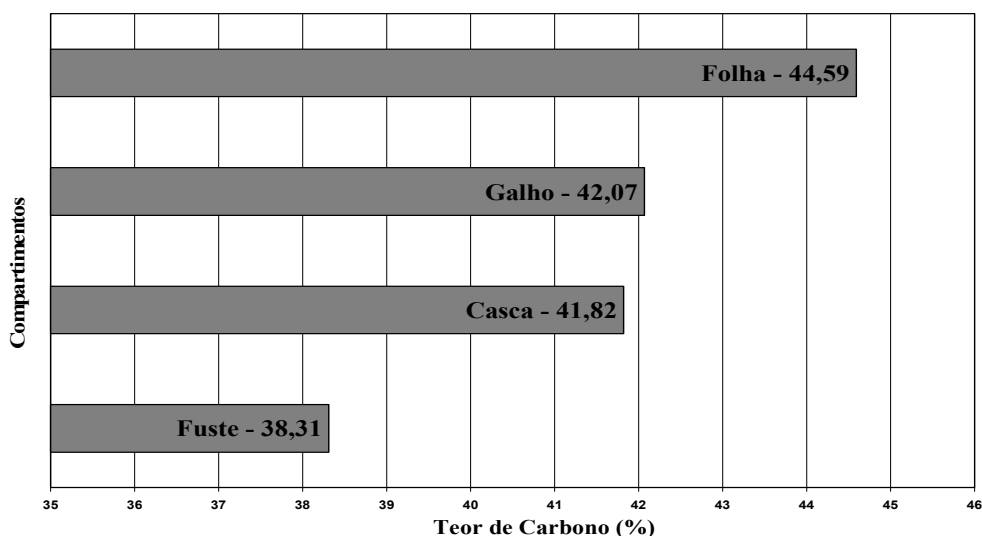


GRÁFICO 2: Teores de carbono por compartimento.

GRAPHIC 2: Carbon per compartment.

TABELA 2: ANOVA para teores de carbono em cada compartimento em *Azadirachta indica* A. Juss.
TABLE 2: ANOVA for carbon content in each biomass pool *Azadirachta indica* A. Juss.

Fonte de variação	Soma de quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	F calculado	F Tabelado
Compartimento	89,8934	3	29,9645	29,88**	0,0000
Resíduo	38,1062	38	1,00279		
Total	127,9996	41			

** Diferenças ao nível de 1% de probabilidade

TABELA 3: Homogeneidade dos tratamentos pelo teste de Tukey.

TABLE 3: Uniformity of treatments by Tukey test.

COMPARTIMENTOS AÉREOS	AMOSTRAS	TEOR DE CARBONO (%)	COMPARAÇÃO ENTRE AS MÉDIAS		
Fuste	1	38,31	A		
Casca	1	41,82	A	B	
Galho	20	42,07		B	
Folhagem	20	44,09			C

Para a interpretação da Tabela 3, vale lembrar que médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Todos os compartimentos apresentaram homogeneidade entre si quando aplicada a análise de variância, porém o teste Tukey indicou variação significativa entre as partes folhagem e o fuste.

O teor médio de carbono da *Azadirachta indica*, 41,7%, pode ser comparado com seis espécies da Floresta Ombrófila Mista que tiveram os seguintes teores médios de carbono: 42,2% para *Myrsine ferruginea*, 41,8% em *Ocotea porosa*, 41,3% em *Ilex paraguariensis*, 41,0% em *Mimosa sacbrella*, 40,7 % em *Symplocos uniflora* e 39,9% em *Styrax leprosus* (Tabela 4). (WEBER et al., 2006)

Em estudo da quantificação de carbono fixado em 4 tipologias vegetais: Floresta Alagável, Floresta de Terra Firme, Cerrado e Campos com Várzea. Os teores médios de carbono para Floresta Alagável foram na vegetação arbórea foi de 46,28%, 45,19% ,46,91% e 43,20 %, respectivamente para a madeira, galho, folha e casca, já no sub-bosque os valores foram de 45,30%, 44,51%, 43,28% no tronco (madeira + casca), galhos e folhas, respectivamente. (REZENDE, MERLIN e SANTOS (2002) citados em SANQUETTA et al., 2004).

CONCLUSÕES

Existe diferença significativa entre as biomassas aéreas da espécie estudada, sendo o fuste correspondendo a 62,5% da biomassa aérea total, ou seja, a maior fração da biomassa.

Estatisticamente existe diferença significativa entre os teores de carbono dos compartimentos da espécie estudada e, na média, o compartimento que possui a maior concentração de carbono é de folhas, seguido de galhos vivos, casca e fuste.

A espécie *Azadirachta indica* apresenta diferentes teores de carbono em seus compartimentos aéreos e essas diferenças devem ser consideradas para efeitos de quantificação de carbono em projetos de reflorestamento com finalidades de fixação de carbono.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, L. V. C. **Características silviculturais e potencial de uso das espécies moringa (*Moringa oleifera* Lam.) e nim indiano (*Azadirachta indica* Juss.): uma alternativa para o semi-árido paraibano.** Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – ESALQ – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1999. 126 p.

BISWAS, K., CHATTOPADHYAY, I., BENERJEE, R.K., ANDYOPADHYAY, U. **Biological activities and medicinal properties of neem (*Azadirachta indica*).** Current Science, v. 82, n. 11, p. 1336-1345. 2002.

BROWN, S.; CANNEL, M.; HEUVELDOP, J.; KAUPPI, P.; SATHAYE, J.; SINGH, N.; WEYERS, S.; DIXON, R.; GRAINGER, A.; LEEMANS, R.; MOURA – COSTA, P. H.; NILSSON, S.; PINARD, M.; SCHOPFHAUSER, W.; SEDJO, R.; TREXLER, M. Establishment and management of forest for mitigation of greenhouse gas emissions. In: CARMO, C. A. F. de S. do; KINDEL, A.; ALVARENGA, A. de P.; MOTTA, P. E. F.; LIMA, J. A. de S.; TÔSTO, S. G.; MENEGUELLI, N. do A. **Comparação de Biomassa e Estoque de Carbono entre os Clones de Seringueira IAN 837 e RRIM 600, Plantados em Solos da Zona da Mata, Minas Gerais.** Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, 2004. 4 p. (Embrapa Solos, Circular Técnica 26, ISSN 1517-5146).

CHATURVEDI, R., RAZDAN, M.K., BHOJWANI, S.S. **In vitro clonal propagation of an adult tree of neem (*Azadirachta indica* A. Juss) by forced axillary branching.** Plant Science 166 (2004) p. 501-506. In: BITTENCOURT, A. M. **O cultivo do Nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss): Uma visão econômica.** Dissertação (Tese de mestrado Engenharia Florestal). CURITIBA, 2006.

DE JUSSIEU, A. Mem. Mus. Hist. Nat., Paris, 1830, **19**, 220. In: BITTENCOURT, A. M. **O cultivo do Nim indiano (*Azadirachta indica* A. Juss): Uma visão econômica.** Dissertação (Tese de mestrado Engenharia Florestal). CURITIBA, 2006.

FOREST SURVEY OF INDIA, MINISTRY OF ENVIRONMENT & FORESTS. Disponível em <http://www.fsi.nic.in/>. Acessado em 05/05/2008.

HOUGHTON, R. A. As florestas e o ciclo de carbono global: armazenamento e emissões atuais. In: SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R., ARCE, J. E. **O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais.** Curitiba, PR: Floresta. v. 38, n. 1. 2008. 185-206 p.

KOUL, O., ISMAN, M. B., KETKAR, C. M. Properties and uses of Neem, *Azadirachta indica*. **Canadian Journal of Botany.** v.68, p.1-11, 1990.

LEPORACE, C. **Os créditos de carbono e a importância das florestas para o equilíbrio ambiental.** 2007. Disponível em <http://opinioenoticia.com.br/interna.php?id=8917>. Acessado em 05/05/2008.

MARTINEZ, S.S. (Ed.). **O nim – *Azadirachta indica*: natureza, usos múltiplos, produção.** Londrina: IAPAR, 2002. 142p.

NEVES, E.J.M. **Importância dos fatores edafo-climáticos para o uso do nim (*Azadirachta indica* A. Juss) em programas florestais e agroflorestais nas diferentes regiões do Brasil.** Colombo: Embrapa Florestas, 2004. Boletim de Pesquisa Florestal, n.49, p.99-107.

SANQUETTA, C. R.; BALBINOT, R.; ZILIO, M. A. B. **Fixação de carbono: atualidades, projetos e pesquisas.** Curitiba: AM Impressos, 2004. p.95-124.

SOARES, C. P. B.; LEITE, H. G.; GORGENS, E. B. Equações para estimar o estoque de carbono no fuste de árvores individuais e em plantios comerciais de eucalipto. In: SILVEIRA, P.; KOEHLER, H. S.; SANQUETTA, C. R., ARCE, J. E. **O estado da arte na estimativa de biomassa e carbono em formações florestais.** Curitiba, PR: Floresta. v. 38, n. 1. 2008. 185-206 p.

URBANO, E. **Quantificação e estimativa aérea da biomassa e do carbono fixado em árvores de bracatingais nativos da região metropolitana de Curitiba.** Curitiba 2007. Dissertação de Mestrado em Engenharia Floresta-UFPR. 140p.

WEBER, K. S. *et al.* **Teores de Carbono Orgânico de Seis Espécies Naturais do Ecossistema da Floresta Ombrófila Mista.** Revista Ambiência, v.2 n.2 p167-177 jul/dez. 2006.

SIMULAÇÃO DA DINÂMICA DE *Araucaria angustifolia* EM FLORESTA NATURAL COM O PROCESSO DE DIFUSÃO

DYNAMIC SIMULATION OF *Araucaria angustifolia* IN NATURAL FOREST WITH THE DIFFUSION METHOD

Luiz Marcelo Brum Rossi¹ Henrique Soares Koehler² Carlos Roberto Sanquetta³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi a aplicação do processo de difusão na simulação e na prognose da dinâmica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, espécie dominante em floresta ombrófila mista. Os dados utilizados são oriundos do sistema de inventário contínuo do “Programa Ecológico de Longa Duração”, instalado em floresta ombrófila mista (mata de araucária), na Estação Experimental de São José do Triunfo, no Estado do Paraná, Brasil. Os dados foram coletados em quatro parcelas de um hectare cada, com medições realizadas anualmente durante dez anos, de todas as árvores de araucária com DAP ≥ 10 cm. A prognose da dinâmica da espécie foi obtida pelo processo de difusão que é descrito pela integração das variáveis da dinâmica florestal (crescimento, mortalidade e recrutamento) simultaneamente em função do tempo e das dimensões dos indivíduos. Para a modelagem do crescimento das árvores foram testados seis modelos, nos quais o incremento periódico anual em DAP é a variável dependente e, o DAP e o índice de competição de Kohyama são variáveis explicativas. Foram considerados, também, os valores relativos anuais de mortalidade e recrutamento calculados em cada um dos períodos analisados. Os períodos de tempo usados foram de três e quatro anos, totalizando seis conjuntos de dados distintos, a partir dos quais foi projetada a dinâmica da espécie. As projeções simuladas para diferentes períodos foram comparadas estatisticamente com os valores observados de abundância, com o uso do teste de qui-quadrado.

Palavras-chave: modelagem, crescimento, recrutamento, mortalidade

ABSTRACT

The objective of the present paper was to use the diffusion method in simulating the dynamics of *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, a dominant species in mixed araucaria-hardwoods forest type. Data were collected from continuous forest inventory permanent plots, part of Long Term Ecological Program, installed in an araucaria-hardwood forest, at the Forest Experimental Station, located at São João do Triunfo, State of Paraná, Brazil. Data were obtained from four one hectare plots, during a ten years period, when all araucaria trees with DBH greater than 10 cm were measured. The dynamics projections for the species were done by the diffusion method, composed by the interaction of forest dynamics variables (growth, mortality and recruitment) simultaneously with time and individuals dimensions. Six models were tested, using DBH current annual increment as a dependent variable and DBH and Kohyama's competition index as dependent variables. Relative values of mortality and recruitment were also used in each analysed period. The time intervals used were three and four years, totalling six sets of distinct data, from which dynamics were projected. The simulated projections were compared statistically with the observed values of abundance by the Chi-Square test.

Keywords: modelling, growth, recruitment, mortality

INTRODUÇÃO

As florestas são sistemas biológicos dinâmicos que estão sempre em contínua mudança e é necessário, muitas vezes projetar estas mudanças a fim de se obter informações importantes para a tomada de decisões, as quais são vitais para o planejamento do manejo, e fundamentalmente baseadas em informações tanto sobre as condições atuais como futuras do povoamento. Na falta de dados de campo de longo prazo, os modelos de simulação florestal, que descrevem a dinâmica (crescimento, mortalidade, sucessão, reprodução), vem sendo utilizados largamente no manejo de florestas pela capacidade de atualizar inventários, prever a produção futura e explorar alternativas de manejo e opções silviculturais, prever a composição de espécies e a estrutura e função do ecossistema sob determinadas condições ambientais. A aplicação de inventários contínuos no Brasil é relativamente recente se comparamos com regiões da Europa e América do Norte. Isto dificulta a obtenção e aplicação de modelos que expliquem a dinâmica da estrutura e do crescimento e produção das florestas naturais. Por isso, há a necessidade de estudos a respeito desta área da ciência florestal. Se por um lado, hoje há maior número de pesquisas dedicadas à modelagem florestal, por outro tem se acompanhado, nos últimos anos, a constante redução das áreas florestais onde estes modelos poderiam ter aplicação.

¹ Eng. Florestal, Embrapa Amazônia Ocidental, Manaus – AM, Brasil, marcelo.rossi@cpaa.embrapa.br

² Eng. Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil, koehler@ufpr.br

³ Eng. Florestal, Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR, Brasil, sanquetta@ufpr.br

O objetivo deste estudo foi a aplicação do processo de difusão na simulação e na prognose da dinâmica de *Araucaria angustifolia* (Bertol.) Kuntze, espécie dominante na floresta ombrófila mista avaliada. Neste trabalho as questões que serão respondidas são: 1) é adequado e prático modelar a dinâmica de uma espécie dominante da floresta nativa utilizando o processo de difusão? 2) As projeções em curto prazo obtidas pelo processo de difusão são semelhantes estatisticamente aos dados observados?

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os modelos não espaciais para classes de povoamento expressam o desenvolvimento deste pela descrição da evolução das distribuições diamétricas ou de outra variável que expresse as classes. Existem três tipos fundamentais de processos para esta modelagem: funções probabilísticas, as matrizes de transição e processos de difusão (Sanquetta, 1996). O processo de difusão é um processo estocástico para a estrutura e crescimento de povoamentos, representado pela equação *forward* Kolmogorov ou equações de Fokker-Planck. Estas equações estocásticas foram estudadas e aplicadas a um problema biológico por Kolmogorov et al. (1937) baseado nas equações integrais estudadas por Smolukhovskii em 1931 e as equações diferenciais introduzidas independentemente por Fokker em 1914 e Planck em 1917 (Kolmogorov, 1933).

Um das primeiras aplicações da equação de difusão em populações de plantas foi o trabalho de Suzuki e Umemura (1974). O modelo, por eles empregado, para mudanças na variância do incremento médio do DAP da árvore foi uma analogia à difusão. As equações (frequentemente equações diferenciais parciais) que são usadas para modelos de difusão em física ou engenharia foram modificadas para serem aplicadas às mudanças na distribuição de diâmetros de florestas. Os autores desenvolveram o trabalho para mudanças na média (crescimento de uma árvore individual), sua variância (um processo de difusão sobre o movimento da média) e uma equação diferencial parcial para a probabilidade de mortalidade das árvores, em função do tamanho (diâmetro) e do tempo. Mais tarde Hara (1984) propôs um modelo estocástico usando como equação básica a equação de difusão:

$$\frac{\partial}{\partial t} f(t, x) = \frac{1}{2} \frac{\partial^2}{\partial x^2} [D(t, x) f(t, x)] - \frac{\partial}{\partial x} [G(t, x) f(t, x)] - M(t, x) f(t, x) \quad (1)$$

onde: $f(t, x)$ é a densidade da distribuição do tamanho x e de idade t ; $G(t, x)$ é o coeficiente *drift* ou média infinitesimal e equivale ao crescimento médio instantâneo do tamanho x e de idade t por unidade de tempo; $D(t, x)$ é o coeficiente de difusão ou variância infinitesimal; equivale a variância instantânea do crescimento do tamanho x e da idade t por unidade de tempo; $M(t, x)$ é o coeficiente *termination*; representa a mortalidade instantânea do tamanho x e de idade t por unidade de tempo. Tendo, então, o autor determinado os coeficientes envolvidos a partir dos dados experimentais e simulando a dinâmica do padrão de distribuição do tamanho das plantas.

Hara (1985) propôs um modelo de mortalidade ($M(t, x)$) para plantios de *Abies sachaliensis* monitorados a cada cinco anos com idades entre 20 e 50 anos. O modelo foi baseado na equação de difusão utilizando o DAP como classes de tamanho e relacionando o tamanho relativo (DAP) com a mortalidade. Kohyama (1987) aplicou a equação de difusão para estudar a dinâmica de clareiras em uma floresta primária sob dois pontos de vista contrastantes: a mudança na distribuição de diâmetros em povoamentos com dossel fechado e em clareiras, e a dinâmica da distribuição de frequência da área basal do povoamento. Kohyama (1989) simulou a mudança na distribuição de diâmetros usando dados de povoamentos secundários com diferentes idades utilizando um índice de efeito de densidade que regula primariamente a taxa de crescimento e a mortalidade da árvore. O índice é formado pela área basal cumulativa de todas as árvores maiores do que um dado DAP x . No Brasil ainda são poucos os trabalhos que empregaram o processo de difusão para simulação e modelagem. Podem ser citados os trabalhos de Arce et al. (1998), Sanquetta et al. (1998) e Eisfeld (2004) nos quais foi avaliado e simulado o crescimento de povoamentos jovens e equiâneos de *Pinus taeda* no Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados utilizados neste trabalho foram originados do sistema de inventário contínuo do “Programa Ecológico de Longa Duração” (PELD) instalado na Estação Experimental de São José do Triunfo, pertencente à Universidade Federal do Paraná. A Estação está situada no Segundo Planalto Paranaense, no município de São João do Triunfo, distante 125 km a sudoeste de Curitiba, no Estado do Paraná. As coordenadas são 25°34'18” de Latitude Sul e 50°05'56” de Longitude Oeste, com altitude média de 780 m s.n.m.m. A região, de acordo com a classificação climática de Köppen, apresenta clima do tipo *Cfb* (subtropical) caracterizado por ser mesotérmico, com chuvas bem distribuídas, verões brandos e sempre úmidos (Longhi, 1980; Durigan, 1999).

A área experimental está dividida em parcelas quadradas de um hectare, sendo cada uma dividida em subparcelas de 10 m x 10 m. Anualmente é executado o inventário contínuo em quatro destas parcelas, nas quais são medidas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm. A implantação das unidades amostrais foi realizada em 1995 e desde então as parcelas tem sido remeidas anualmente. Os dados de inventário de *Araucaria angustifolia* coletados em dez ocasiões (1995 a 2004) das quatro parcelas foram armazenados em planilhas do programa Microsoft Excell® e posteriormente importados e processados no *software* SISDIN (Koehler, 2002), para obtenção das variáveis de

dinâmica da floresta (incremento periódico anual em DAP, mortalidade e ingresso) e o índice de competição de Kohyama.

A prognose da dinâmica da espécie *Araucaria angustifolia* (estrutura e crescimento) foi obtida pelo uso do processo de difusão que é descrito pela integração das variáveis da dinâmica florestal (recrutamento, crescimento e mortalidade) simultaneamente em função do tempo e das dimensões dos indivíduos (classes de DAP). Esta integração foi obtida pela aplicação do modelo composto por equações diferenciais, baseadas em equações da continuidade empregadas em hidráulica. A equação de difusão tem a forma geral definida por Suzuki e Umemura (1974) e Hara (1984) e é representada na forma do modelo (1). Esta equação de difusão geralmente não possui solução analítica, podendo somente ser resolvida numericamente. Para isto, os coeficientes $G(t, x)$, $M(t, x)$ e $D(t, x)$ são obtidos empiricamente por meio de dados experimentais. No caso deste estudo o valor $D(t, x)$ foi considerado igual a zero, conforme sugestão de Kohyama (1989), que ignorou a equação diferencial de segunda ordem no lado esquerdo da equação (1), considerando que a variância da taxa de crescimento dependente do tamanho da árvore é igual a zero.

Além dos coeficientes componentes da equação de difusão, também foi utilizado o índice de competição descrito por Kohyama (1989). Este índice de competição é obtido pela área basal cumulativa das árvores maiores do que o diâmetro x considerado, no tempo t e é representado por:

$$B(t, x) = \frac{\pi}{4} \int_x^{x_{\max}} y^2 f(t, y) dy = \frac{\pi}{4} \sum_i \int_x^{x_{\max}} y^2 f_i(t, y) dy, \quad (2)$$

onde: $B(t, x)$ é o índice de competição, isto é, o efeito de “sombreamento” das árvores maiores sobre uma árvore menor de tamanho x ; $f(t, x)$ é a função de densidade da distribuição de todas as árvores no povoamento de tamanho x no tempo t ; $f_i(t, x)$ é a função de densidade da distribuição das árvores da espécie i de tamanho x no tempo t ; x_{\max} significa o diâmetro máximo no povoamento.

Para a obtenção dos coeficientes anteriormente descritos, foram ajustados modelos de regressão para o crescimento a partir de dados experimentais obtidos no inventário contínuo. As variáveis obtidas a partir dos dados observados no inventário contínuo foram compatibilizadas com os coeficientes com o seguinte relacionamento: a) $G(t, x)$ é a média dos valores de incremento periódico por classe de DAP para os períodos de tempo considerados, calculada pela equação de regressão selecionada; b) $M(t, x)$ é a taxa média anual de mortalidade na classe de DAP em que ocorreu, calculada a partir dos períodos de tempo considerados; c) $B(t, x)$ é o valor cumulativo de área basal das árvores pertencentes às classes diamétricas maiores do que a classe diamétrica considerada (x) referente ao período de tempo considerado; e d) $R(t)$ é a taxa média anual de recrutamento para a classe de DAP em que ocorreu, calculada a partir dos períodos de tempo considerados.

A validação das projeções efetuadas pela simulação foi feita em relação à exatidão, pela comparação dos valores estimados com os valores observados. Para comparar estatisticamente estes conjuntos de valores foi empregado o teste de qui-quadrado (χ^2). Para a validação foram comparadas as projeções baseadas em dados obtidos em três e quatro anos de medição. As projeções e ajustes foram feitos conforme indicado na Tabela 1. Optou-se em usar partes dos períodos de medição para ajuste dos modelos de crescimento e obtenção das taxas de recrutamento e mortalidade, deixando-se outra parte para comparação estatística dos resultados da simulação. Isto evitou que os mesmos dados fossem usados como base para o ajuste dos modelos e para comparação dos valores observados e estimados.

Foram testados seis modelos lineares e não lineares (Tabela 2) para a modelagem do crescimento usando o incremento periódico anual em DAP como variável dependente e o DAP e o índice de competição de Kohyama como variáveis independentes. As equações foram ajustadas com o auxílio do programa *SPSS 14.0 for Windows (Demo version)*.

TABELA 1: Demonstrativo dos períodos de anos dos dados usados para obtenção dos componentes da modelagem (crescimento, recrutamento e mortalidade) e para comparação dos valores estimados e observados.

Intervalo de anos entre medições	Período para obtenção do ajuste e taxas de mortalidade e recrutamento	Período para comparação com os valores projetados	Ano final da projeção
4 anos	1995-1999	1999-2003	2003
4 anos	1996-2000	2000-2004	2004
3 anos	1995-1998	1998-2001	2001
3 anos	1996-1999	1999-2002	2002
3 anos	1997-2000	2000-2003	2003
3 anos	1998-2001	2001-2004	2004

Recrutamento e Mortalidade

Os valores de recrutamento e mortalidade em cada um dos seis períodos analisados foram obtidos a partir dos relatórios do programa SISDIN e recalculados em termos de taxa percentual anual (Tabela 3) e, então, aplicados na simulação dos dados de abundância da *Araucaria*. Dado que os valores de mortalidade e recrutamento são relativamente escassos optou-se, então, em inserir os valores como taxas anuais durante o processo de simulação, em suas respectivas classes diamétricas, que ocorreram no período dos dados tomados como base para o ajuste dos modelos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ajuste e Seleção dos Modelos

Os seis modelos apresentados na Tabela 2 foram ajustados para os seis conjuntos de dados formados por diferentes períodos de cálculos da dinâmica (incremento periódico anual do DAP, mortalidade e recrutamento). Os resultados obtidos no ajuste são apresentados na Tabela 4. Em cada período analisado foi selecionado o modelo com menor valor de erro padrão da estimativa percentual ($S_{xy}\%$) e maior valor de coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}). Estes modelos selecionados, indicados em negrito na Tabela 4, foram usados para simular o número de árvores, projetando para igual número de anos a partir dos quais foi ajustado o modelo.

TABELA 2 : Modelos de crescimento testados para *Araucaria angustifolia*.

Modelos	
$y = \beta_0 * (x^{\beta_1}) * e^{(\beta_2 * x) + (\beta_3 * bk)}$	$y = \beta_0 * \left(1 - (e^{-\beta_1 * x})\right)^3$
$y = x * (\beta_0 - (\beta_1 * \ln x) - (\beta_2 * bk))$	$y = x * (\beta_0 - (\beta_1 * \ln x))$
$y = x * \beta_0 * e^{-\beta_1 * bk - \beta_2 * \ln x}$	$y = e^{\beta_0 + \left(\beta_1 * \left(\frac{1}{x}\right)\right)}$

Onde: y : incremento periódico anual médio do DAP (cm ano^{-1}); x : centro de classe de DAP (cm); bk : índice de competição de Kohyama ($\text{m}^2 \text{ha}^{-1}$); \ln : logaritmo neperiano; e : base do logaritmo neperiano; $\beta_0, \beta_1, \beta_2$ e β_3 : coeficientes do modelo.

TABELA 3: Dados de recrutamento e mortalidade recalculados a partir do programa SISDIN.

Intervalo (anos)	Período	Mortalidade anual (%)			Recrutamento anual (%)	
		Classe 1 (10,0 - 19,9 cm)	Classe 2 (20,0 - 29,9 cm)	Classe 1 (10,0 - 19,9 cm)	Classe 2 (20,0 - 29,9 cm)	Classe 1 (10,0 - 19,9 cm)
4	1995-1999	0,27	-	0,89	-	-
4	1996-2000	0,18	-	1,25	-	-
3	1995-1998	0,27	-	0,54	-	-
3	1996-1999	0,18	-	0,63	-	-
3	1997-2000	0,09	-	1,07	-	-
3	1998-2001	0,09	0,09	1,07	0,09	-

De maneira geral os valores de erro padrão da estimativa foram relativamente altos para a maioria dos períodos e dos modelos analisados. Os valores chegaram a 40% para alguns dos períodos analisados, embora foi possível obter valores menores que 10% para dois dos períodos estudados. Para o período de dados 1996-1999 não foi possível obter equações com erro menor do que 36%. Estes valores ocorrem pela grande variação anual do crescimento em DAP entre as classes diamétricas e provavelmente também pelo relativo pouco tempo entre os intervalos de medições considerados (três e quatro anos). O mesmo comportamento pode ser considerado em relação aos valores do coeficiente de determinação ajustado (R^2_{aj}). Grande parte dos modelos apresentou valores de R^2_{aj} inferiores a 0,5. Para a seleção dos modelos utilizados na simulação optou-se por escolher os modelos com menor erro padrão da estimativa percentual, independente se haviam outros modelos com maior R^2_{aj} , já que nem sempre os modelos com menor valor de erro apresentam maior valor de R^2_{aj} . Alguns períodos de dados apresentaram maiores dificuldades de ajuste, originando valores mais elevados de erros para todos os modelos testados. Isto parece mostrar que, independentemente do tipo de modelo testado, os erros estão mais relacionados com o comportamento irregular dos dados de crescimento em DAP das árvores.

Simulação da Dinâmica de *Araucaria angustifolia*

Na Tabela 5 são apresentados os valores obtidos pela simulação do número de árvores de *Araucaria angustifolia* em cada classe diamétrica, em cada um dos seis períodos de dados analisados. Também são mostrados os valores do desvio percentual entre os valores estimados e observados para cada classe diamétrica e para o total, e os

valores calculados do teste de qui-quadrado (χ^2). Em relação ao desvio relativo entre os valores totais projetados e observados, observou-se que foram bem reduzidos variando de 0,22% a 3,10%, o menor valor (-0,22%) foi obtido para a projeção para o ano 2002, com base em dados do período 1996-1999 (3 anos). O maior, com superestimativa de 3,1% nos valores de abundância foi alcançado na projeção para o ano 2004, baseado no período de 1996-2000 (4 anos). Apesar da pouca diferença entre os valores observados e estimados obtidos para o total do número de árvores por hectare, dentro das classes diamétricas as diferenças são bem mais marcantes, apresentando desvio relativo maior que 100% (alcançando até 320%), principalmente na última classe de DAP (árvores maiores que 80 cm). Isto foi causado pela acumulação do número de árvores na última classe diamétrica ao longo do tempo e foi também pelo fato de que nesta floresta as árvores de *Araucaria* somente morrem (para o período analisado) nas classes menores, principalmente na classe diamétrica de 10 a 19,9 cm, sendo de fato extremamente raro a ocorrência de mortalidade nas classes de árvores de maior tamanho, principalmente em períodos curtos de observação, como é o caso.

TABELA 4: Resultado do ajuste dos modelos de crescimento para cada período considerado*.

Modelo	Período	Coeficientes				S _{yx} %	R ² _{aj.}
		β_0	β_1	β_2	β_3		
$y = \beta_0 (x^{\beta_1}) e^{(\beta_2 x) + (\beta_3 bk)}$	1995-1999	0,5604	1,1708	-0,0644	-0,2230	29,41	0,758
	1996-2000	0,0842	0,9806	-0,0348	-0,0932	35,68	0,467
	1995-1998	0,6489	0,9158	-0,0539	-0,1981	30,37	0,695
	1996-1999	0,5427	1,5818	-0,0878	-0,2687	36,33	0,629
	1997-2000	0,0115	0,8833	-0,0069	0,0227	12,66	0,831
	1998-2001	0,0298	0,6429	-0,0023	0,0022	18,09	0,808
$y = x(\beta_0 - (\beta_1 \ln x) - (\beta_2 bk))$	1995-1999	0,0392	0,0076	0,0004		31,94	0,633
	1996-2000	0,0338	0,0066	0,0002		32,52	0,447
	1995-1998	0,0449	0,0090	0,0005		31,01	0,603
	1996-1999	0,0383	0,0076	0,0003		40,51	0,425
	1997-2000	0,0194	0,0035	-0,0001		11,69	0,820
	1998-2001	0,0272	0,0050	0,0001		15,97	0,813
$y = x\beta_0 e^{-\beta_1 bk - \beta_2 \ln x}$	1995-1999	0,036	0,011	0,007		32,21	0,626
	1996-2000	-1,217	7,899	-0,001		34,47	0,378
	1995-1998	0,421	7,935	-0,002		27,29	0,693
	1996-1999	0,034	0,008	0,007		40,72	0,419
	1997-2000	-0,011	0,077	-0,003		22,77	0,317
	1998-2001	-0,008	0,078	-0,003		24,62	0,555
$y = \beta_0 \left(1 - (e^{-\beta_1 x})\right)^3$	1995-1999	0,4132	0,0545			33,07	0,527
	1996-2000	0,3192	0,0877			31,30	0,385
	1995-1998	0,3673	0,0628			33,42	0,446
	1996-1999	0,3525	0,0689			39,15	0,355
	1997-2000	0,3234	0,0983			9,59	0,855
	1998-2001	0,3854	0,0767			17,31	0,736
$y = x(\beta_0 - (\beta_1 \ln x))$	1995-1999	0,0151	0,0022			30,69	0,592
	1996-2000	0,0202	0,0036			30,25	0,425
	1995-1998	0,0164	0,0026			30,62	0,535
	1996-1999	0,0189	0,0033			37,86	0,397
	1997-2000	0,0239	0,0045			10,83	0,814
	1998-2001	0,0201	0,0034			14,81	0,806
$y = e^{\beta_0 + \left(\beta_1 \left(\frac{1}{x}\right)\right)}$	1995-1999	-0,600	-25,64			31,87	0,561
	1996-2000	-0,903	-15,54			30,34	0,422
	1995-1998	-0,738	-21,49			31,74	0,501
	1996-1999	-0,789	-19,45			38,30	0,383
	1997-2000	-0,924	-12,95			16,61	0,829
	1998-2001	-0,680	-18,86			9,33	0,804

* em negrito são destacados os modelos selecionados para a simulação.

Conforme apresentado na Tabela 5, a aplicação do teste de qui-quadrado resultou que em cinco dos seis períodos analisados, os valores de abundância observados e estimados pela projeção não diferiram estatisticamente entre si ao nível de significância de 5%. A única projeção que apresentou diferença estatística foi a calculada para o ano de 2004, com base nos dados de 4 anos (1996-2000), ou seja, a que também apresentou o maior desvio relativo entre os valores.

TABELA 5: Resultado da simulação da projeção do número de árvores de *Araucaria angustifolia* obtidos para os seis períodos de dados analisados.

Intervalo de medição	Período	Número de árvores (árv ha ⁻¹)	Ano	Classes de DAP (cm)								Total
				10-20	20-30	30-40	40-50	50-60	60-70	70-80	> 80	
4 anos	1995-1999	Observado	2003	39,00	27,25	26,25	22,75	15,75	7,00	3,75	1,25	143,00
		Estimado	2003	32,30	29,53	26,20	21,97	14,86	9,50	6,41	4,17	144,95
		Desvio (%)		-17,18	8,37	-0,19	-3,43	-5,65	35,71	70,93	233,60	1,36
		χ^2 calculado		1,390	0,176	0,000	0,028	0,053	0,658	1,104	2,045	5,453 ^{ns}
4 anos	1996-2000	Observado	2004	39,50	26,00	27,00	22,50	16,00	7,00	3,75	1,25	143,00
		Estimado	2004	26,53	25,47	23,79	22,33	19,64	14,89	9,50	5,29	147,43
		Desvio (%)		-32,84	-2,04	-11,89	-0,76	22,75	112,71	153,33	323,20	3,10
		χ^2 calculado		6,341	0,011	0,433	0,001	0,675	4,181	3,480	3,085	18,21*
3 anos	1995-1998	Observado	2001	39,50	28,00	27,00	22,50	14,75	6,00	3,75	1,25	142,75
		Estimado	2001	36,06	25,05	21,94	20,02	15,96	10,88	6,60	3,69	140,21
		Desvio (%)		-8,71	-10,54	-18,74	-11,02	8,20	81,33	76,00	195,20	-1,78
		χ^2 calculado		0,328	0,347	1,167	0,307	0,092	2,189	1,231	1,613	7,27 ^{ns}
3 anos	1996-1999	Observado	2002	40,25	27,00	26,75	23,00	15,00	6,50	3,75	1,25	143,50
		Estimado	2002	31,86	29,14	26,46	22,27	14,69	9,15	6,08	3,54	143,19
		Desvio (%)		-20,84	7,93	-1,08	-3,17	-2,07	40,77	62,13	183,20	-0,22
		χ^2 calculado		2,209	0,157	0,003	0,024	0,007	0,767	0,893	1,481	5,54 ^{ns}
3 anos	1997-2000	Observado	2003	39,00	27,25	26,25	22,75	15,75	7,00	3,75	1,25	143,00
		Estimado	2003	29,33	24,09	23,81	23,59	20,24	13,71	7,57	3,73	146,08
		Desvio (%)		-24,79	-11,60	-9,30	3,69	28,51	95,86	101,87	198,40	2,15
		χ^2 calculado		3,188	0,41	0,25	0,03	0,99	3,28	1,92	1,64	11,74 ^{ns}
3 anos	1998-2001	Observado	2004	39,50	26,00	27,00	22,50	16,00	7,00	3,75	1,25	143,00
		Estimado	2004	29,09	23,89	23,33	22,53	19,49	13,92	8,18	4,28	144,69
		Desvio (%)		-26,35	-8,12	-13,59	0,13	21,81	98,86	118,13	242,40	1,18
		χ^2 calculado		3,725	0,18	0,57	0,00	0,62	3,44	2,39	2,14	13,10 ^{ns}

^{ns}: os valores observados e estimados não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de χ^2 . *: os valores observados e estimados diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de

CONCLUSÕES

O uso do processo de difusão mostrou-se bastante adequado para simulação e projeção do número de árvores de *Araucaria angustifolia* em floresta natural. O desvio relativo entre os valores totais observados e estimados pelo processo foi pequeno, subestimando os valores observados em um dos períodos e superestimando em até 3,1% nos demais casos. O teste de qui-quadrado revelou que em somente um dos períodos analisados os valores projetados diferiram significativamente dos valores observados em campo. O processo é relativamente simples de ser aplicado, apresentando uma maior complexidade apenas na obtenção de modelos mais adequados para a descrição dos componentes: crescimento, recrutamento e mortalidade, os quais necessitam de uma maior busca e adequação de modelos mais acurados. Também é adequado que estes modelos sejam obtidos a partir de uma base maior de informações, com maior número de árvores e de observações ao longo do tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCE, J.E.; GOMES, F.S.; SANQUETTA, C.R.; CRUZ, E.C. Utilização dos processos de difusão na avaliação e simulação precoces do crescimento de povoamentos de *Pinus taeda* L. *Cerne*, v. 4, n. 1, p. 154-170, 1998.
- DURIGAN, M.E. *Florística, dinâmica e análise protéica de uma floresta ombrófila mista em São João do Triunfo – PR*. Curitiba: UFPR, 1999. 124 p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- EISFELD, R.L. *Modelagem do crescimento e da produção de Pinus taeda L. por meio da função probabilística e processo de difusão*. Curitiba: UFPR, 2004. 67p. (Dissertação - Mestrado em Engenharia Florestal).
- FELFILI, J.M. Growth, recruitment and mortality in the Gama gallery forest in central Brazil over a six-year period (1985-1991). *Journal of Tropical Ecology*, Cambridge, v. 11, n. 1, p. 67-83, 1995.

- HARA, T. A stochastic model and the moment dynamics of the growth and size distribution in plant populations. **Journal of Theoretical Biology**, v. 109, p. 173-190, 1984.
- HARA, T. A model for mortality in a self-thinning plant population. **Annals of Botany**, v. 55, p. 667-674, 1985.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Manual técnico da vegetação brasileira**. Rio de Janeiro: IBGE, 1992. 92p. (Série Manuais Técnicos em Geociências, 1)
- KEEN, R.E.; SPAIN, J.D. **Computer Simulation in Biology: a Basic introduction**. New York: Wiley-Liss, 1992. 498p.
- KOEHLER, H.S. **Sistema computacional de dinâmica para florestas naturais**. Curitiba: UFPR, 2002. 192 p. (Tese – Doutorado em Engenharia Florestal).
- KOHYAMA, T. Stand dynamics in a primary warm-temperate rain forest analyzed by the diffusion equation. **Botanical Magazine (Tokyo)**, v. 100, p. 305-317, 1987.
- KOHYAMA, T. Simulation of the structural development of warm-temperate rain forest stands. **Annals of Botany**, v. 63, p. 625-634, 1989.
- KOLMOGOROV, A.N. Zur theorie der stetigen zufälligen prozesse. **Mathematische Annalen**, v.108, p.149-160. 1933 (English translation: On the theory of continuous random process).
- KOLMOGOROV, A.N.; PETROVSKII, I.G.; PISKUNOV, N.S. Étude de l'équation de la diffusion avec croissance de la quantité de matière et son application à un problème biologique. **Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya I. Matematika, Mekhanika**. v.1, n.6, p.1-26, 1937.(English translation: A study of the diffusion equation with increase in the amount of substance, and its application to a biological problem)
- LONGHI, S.J. **A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze., no sul do Brasil**. Curitiba: UFPR, 1980. 198 p. (Dissertação – Mestrado em Engenharia Florestal).
- PORTÉ, A.; BARTELINK, H.H. Modelling mixed forest growth: a review of models for forest management. **Ecological Modelling**, v.150, p.141-188, 2002.
- SANQUETTA, C.R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. Curitiba: FUPEF, 1996. 49p. (Série Didática, 8).
- SANQUETTA, C.R.; ARCE, J.E.; GOMES, F.S.; PIZATTO, W. Evaluación y simulación precoces Del crecimiento de rodales de *Pinus taeda* con procesos de difusión. **Quebracho** n. 8, p. 5-16, 1998.
- STEEL, R.G.D.; TORRIE, J.H. **Principles and procedures of statistics**. New York: McGraw-Hill, 1980. 633p.
- SUZUKI, T.; UMEMURA, T. Forest transition as a stochastic process II. *In.*: FRIES, J. (ed.) **Growth models for tree and stand simulation**. Stockolm: Royal College of Forestry, 1974, p.358-379. (Research Notes, 30).
- VANCLAY, J.R. **Techniques for modelling timber yield from indigenous forests with special reference to Queensland**. Oxford: Oxford University, 1983. 194 p. (Dissertação – Mestrado em Silvicultura).

RETENÇÃO DE ÁGUA EM GLEISSOLO SOB DIFERENTES ESTÁGIOS SUCESSIONAIS EM FLORESTA OMBROFILA DENSA SUBMONTANA, ANTONINA, PR.

WATER RETENTION IN GLEYSOL UNDER DIFFERENT REGENERATION STAGES IN THE ATLANTIC RAINFOREST IN SOUTHERN BRAZIL.

Tomaz Longhi Santos¹ Kauana Melissa Dickow² Kelly Geronazzo Martins³ Renato Marques⁴
Everaldo dos Santos⁵

RESUMO

Em florestas, a vegetação pode influenciar positivamente a retenção de água no solo, devido ao aporte constante de material vegetal que contribui para aumentar a matéria orgânica do solo. Nesse contexto, o presente trabalho teve por objetivo analisar a influência de diferentes estágios sucessionais na retenção de água no solo em um trecho de Floresta Ombrófila Densa Submontana sob Gleissolo, na Reserva Natural do Rio Cachoira (RNRC), litoral do estado do Paraná. Para tanto, foram selecionadas áreas com vegetação representativa de diferentes estágios da sucessão secundária e denominadas Pastagem (P), Inicial Herbácea (H), Inicial Arbórea (A) e Média (M). Em cada uma das fases da vegetação foram coletadas três amostras de solo (repetições). As amostras de solo foram retiradas na profundidades de 0-5 cm. Todas as amostras de solo, com estrutura deformada, foram saturadas e submetidas a tensões de 6, 33, 100 e 300 KPa, as quais estão dentro do intervalo de tensão no qual a água pode ser aproveitada pelas plantas. A porosidade total foi determinada a partir de dados de densidade aparente e densidade real. Como esperado, os solos com textura mais arenosa retiveram menos água que os solos mais argilosos. Não ficou claro o efeito da vegetação sobre a umidade do solo, talvez devido ao uso de amostras deformadas nos ensaios realizados. A utilização de amostras indeformadas e em maior número; e também a determinação da macro e microporosidade seriam relevantes para a obtenção de resultados mais conclusivos.

Palavras-chave: Floresta Ombrófila Densa; sucessão secundária, disponibilidade de água

ABSTRACT

Forest vegetation may influence positively the water retention of soils due to the constant litterfall production and, consequently, the enhance of soil organic matter. In this way, the goal of the present work was to analyze the influence of different regeneration stages of a secondary rainforest on the water retention of soil (Gleysol), in the Reserva Natural do Rio Cachoira (RNRC), coast of Paraná state. In the RNRC were selected areas in different regeneration stages, denominated Pasture (P), Initial Herbaceous (H), Initial Arboreous (A) and Medium (M). In each area were collected three soil samples (repetitions) at 0-5 cm depth. For the essay it were used soil sieved (2mm) samples, which were saturated with water and submitted to different tensions (6, 33, 100 e 300 KPa). The total porosity was determined through density data (apparent and real densities). The results showed that vegetation (regeneration stage) did not influence soil humidity. Independently of the regeneration stage considered, soil humidity was related to soil texture, i.e. the sandy soils retained less water than the clay one. The use of indisturbed samples (core method), and the determination of macro- and micro-porosity would eventually give a better characterization of the relationship between vegetation and soil water retention capacity.

Key words: Atlantic rainforest; secondary succession; water availability.

INTRODUÇÃO

O crescimento das plantas pode ser definido como o aumento do peso seco por unidade de área (kg/ha) sendo que muitos fatores contribuem para este crescimento, por isso, ele é considerado uma integração de peculiaridades fisiológicas, genéticas e ambientais (LOOMIS et al., 1976 apud BELLOTE e DEDECEK, 2006). Entre os fatores ambientais, a disponibilidade de água no solo é fator chave no crescimento de plantas.

A água armazenada no solo é importante, pois é a principal fonte deste componente às plantas, bem como é o meio no qual estão solúveis os nutrientes essenciais à planta (solução do solo). A água funciona como um solvente dos nutrientes do solo e como meio de transporte destes até e na planta, e através da transpiração do vegetal, atua evitando o

¹ Bolsista de Iniciação Científica PIBIC/CNPq. UFPR. tomazlonghi@gmail.com, Curitiba, PR.

² Doutoranda Bolsista CAPES. UFPR. kauanadickow@yahoo.com.br Curitiba, PR.

³ Doutoranda Bolsista CAPES. UFPR. tabebuia77@yahoo.com.br. Curitiba, PR

⁴ Prof. Dr. Departamento Solos e Engenharia Agrícola, UFPR. rmarques@ufpr.br Curitiba, PR.

⁵ Mestre em Ciências do Solo. Curitiba, PR.

Pesquisa financiada pelo CNPq –Projeto SOLOBIOMA Proc. 590042/2006-08

dessecamento das folhas, além de ter outras funções, como participar ativamente do metabolismo do vegetal e da sua composição e, ainda da atividade dos microorganismos presentes no solo (KLAR, 1988).

A água da chuva que atinge a superfície do solo pode infiltrar-se ou escorrer pela superfície do solo. Da água que penetra no solo, parte retorna à atmosfera pela evaporação do solo, ou por transpiração das plantas (evapotranspiração). A água restante ficará armazenada nos horizontes do solo ou se acumulará nas camadas mais profundas na forma de lençol freático, dando origem às nascentes dos pequenos rios (KIEHL, 1979).

A água do solo está sujeita a diversos campos de força, resultantes da atração da matriz do solo pela água, da presença de solutos, da carga hidrostática e pressão externa dos gases, da gravidade e de outros de menor importância (KLAR, 1988).

O conceito de água disponível ou de capacidade de água disponível define-se usualmente como os teores de umidade do solo compreendidos entre a capacidade de campo (CC) e a porcentagem de murchamento permanente (PMP). A CC corresponde a teores de umidade que variam de 0,5 a 0,1 bar, dependendo do solo, e, o PMP, a valores que giram em torno de 15 bar (KLAR, 1988).

A capacidade de um solo em armazenar água para o crescimento e desenvolvimento das plantas está diretamente relacionada a vários atributos físicos dos solos, dentre eles a curva de retenção de água (TORMENA et al. 1998).

Essa retenção de água no solo ocorre devido a fenômenos de capilaridade e adsorção, sendo que a capilaridade atua na retenção da água quando os poros estão cheios (solo úmido) e a adsorção passa a predominar na retenção à medida que os poros vão se esvaziando (REICHARDT e TIMM, 2004). Estas forças atraem e "fixam" a água no solo, diminuindo sua energia potencial com relação à água livre. São fenômenos capilares que resultam da tensão superficial da água e de seu ângulo de contato com as partículas sólidas. Cada solo apresenta uma relação entre a umidade volumétrica e o potencial matricial, característica determinada pela textura e estrutura do solo (REICHARDT, 1990).

A vegetação, além de ser influenciada pela retenção de água no solo, pode modificar a quantidade e qualidade da matéria orgânica do solo e, assim, modificar a capacidade de retenção de água do mesmo. Para KLEIN e LIBARDI (2000), o solo, reservatório de água para as plantas, é afetado pelo seu manejo e por práticas culturais com conseqüente alteração da dinâmica e retenção de água nos poros. Os fatores que afetam a disponibilidade de água às culturas são: a estrutura do solo, por determinar o arranjo das partículas e, por conseqüência, a distribuição do diâmetro dos poros; a textura, o tipo e quantidade de argila e o teor de matéria orgânica. A interação entre esses fatores é bastante complexa e muito difícil de ser prevista. KERTZMANN (1996) afirma ainda que a água retida dentro dos microagregados pode ser extraída do solo apenas com tensões muito elevadas, devido ao diminuto diâmetro dos poros, o que a torna praticamente indisponível para as plantas; no entanto, trata-se de um teor de água sempre presente no solo, conferindo-lhe uma umidade permanente, mesmo que reduzida. Essa umidade tem papel importante na condutividade hidráulica e térmica do solo.

A água do solo provém das chuvas ou irrigação e é assimilada pelas plantas, principalmente através das raízes. A água da chuva que atinge a superfície do solo pode infiltrar-se ou escorrer pela superfície do solo. Da água que penetra no solo, parte retorna à atmosfera pela evaporação do solo, ou por transpiração das plantas (evapotranspiração). A água restante ficará armazenada nos horizontes do solo ou se acumulará nas camadas mais profundas na forma de lençol freático, dando origem às nascentes dos pequenos rios (KIEHL, 1979).

No caso específico das espécies da Floresta Atlântica, a dinâmica da água no solo pode explicar grande parte do crescimento das plantas, uma vez que se trata de floresta tipicamente pluvial.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

A área de estudo do presente trabalho é parte integrante da Reserva Natural do Rio Cachoeira (RNRC), município de Antonina, PR, pertencente à Sociedade de Pesquisa em Vida Selvagem e Educação Ambiental –SPVS. A reserva abrange área de 8.600 ha e está localizada entre as coordenadas 25°19'15''S e 45°42'24''W. A reserva compreende trechos da encosta da Serra do Mar e da planície litorânea, chegando até a baía de Antonina, estando incluída dentro dos limites da Área de Proteção Ambiental (APA) Guaraqueçaba.

Solos

Na RNRC ocorrem Neossolos, Cambissolos, Argissolos, e Gleissolos. Especificamente nas parcelas estudadas, predominam os Cambissolos e Gleissolos. Os Cambissolos caracterizam-se pela heterogeneidade do material de origem e por comportar solos desde fortemente até imperfeitamente drenados. Já os Gleissolos compreendem solos hidromórficos, permanente ou periodicamente saturados por água. Neste trabalho são discutidos apenas os dados obtidos com as análises dos Gleissolos.

Vegetação

O estudo foi realizado em uma área caracterizada pela ocorrência da Floresta Ombrófila Densa Submontana, a qual compreende as formações florestais que abrigam a planície litorânea com sedimentos quaternários continentais

(depósitos coluviais) e início das encostas da Serra do Mar, situadas entre aproximadamente 20 a 600m de altitude (RODERJAN et al.,2002).

A Floresta Ombrofila Densa Submontana é a que detém a maior diversidade vegetal, resultante da melhor característica de seus solos. Assim, a cobertura vegetal típica é florestal, multiestratificada, cujo dossel pode atingir até 30m de altura (RODERJAN et al., 2002). O dossel é caracterizado por espécies dos gêneros *Virola*, *Schyzolobium*, *Alchornea*, e *Hyeronima* com sub-bosque rico em palmáceas dos gêneros *Euterpe*, *Bactris*, *Geonoma*, epífitas e pteridófitas. A área encontra-se atualmente em diferentes estágios sucessionais, com predomínio dos gêneros *Tibouchina*, *Croton* e *Rapanea*.

Para a realização deste trabalho foram selecionadas cinco áreas em diferentes estágios sucessionais, denominadas:: Pastagem (P), Inicial Herbácea (H), Inicial Arbórea (A), Média (M) e considerando as espécies vegetais predominantes em casa fase ou tipologia.

Coleta e preparo das amostras

As amostras de solo de Gleissolo foram retiradas na profundidade de 0-5 cm, selecionando áreas com vegetação representativa dos diferentes estágios sucessionais. Para cada uma destas fases da vegetação, foram coletadas três amostras compostas (repetições) com estrutura deformada.

As amostras foram saturadas e submetidas a tensões de 6, 33, 100 e 300 KPa,. Para a tensão de 6 KPa, as amostras foram acondicionadas em anéis de alumínio, colocadas em uma mesa de tensão a 60 cm de altura e retiradas após 24 horas, desde que a drenagem houvesse cessado. Para as demais tensões utilizou-se a metodologia proposta por Richards (1965), a qual utiliza placas de cerâmica porosa em painéis com sistema de produção e controle de tensão, na qual as amostras também foram retiradas após 24 horas, certificando-se que a drenagem houvesse cessado.

Retiradas as amostras da mesa de tensão e das painéis de pressão, o peso úmido do solo foi determinado em balanças de precisão. Posteriormente, as amostras permaneceram 24 horas em estufa a $\pm 105^{\circ}\text{C}$ (SILVA, 1999), para a obtenção do peso seco da amostra. Os teores de umidade, ao final dos tratamentos nas diferentes tensões, foram determinados por meio da umidade gravimétrica das amostras.

A determinação da densidade real, densidade aparente, granulometria e porosidade total seguiram as normas propostas pelo Manual de Métodos e Análise de solo, EMBRAPA, 1997.

Análises Estatísticas

O experimento seguiu um delineamento experimental inteiramente casualizado, onde a variável independente foi representada pelos estágios sucessionais e as variáveis dependentes foram a umidade e a porosidade do solo.

As médias foram geradas a partir de três repetições, e após checagem da homogeneidade das variâncias (Teste de Bartlett), as diferenças entre as médias foram asseguradas pelo teste de Diferença Mínima Significativa (DMS) a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando se trata de umidade de solo ou retenção de umidade, atrela-se esta condição às suas características físicas, tais como porosidade, textura, estrutura, teor de matéria orgânica, além da ação antrópica que o meio pode ter sofrido.

Nas análises realizadas para determinação da umidade média das amostras de Gleissolo, as médias não diferiram estatisticamente (TABELA 1). Não se observou uma tendência clara entre os estágios sucessionais e as tensões utilizadas, mas sim uma redução gradativa dos percentuais de umidade em cada tensão para todos os estágios.

Analisando o percentual de umidade e a textura do solo, observou-se que em todas as tensões utilizadas, a umidade foi menor na textura franco-arenosa, apesar da inexistência de diferenças estatísticas. Isto, de certa maneira era esperado, uma vez que a textura franco-arenosa, por ter maior proporção de areia, apresenta menor capacidade de retenção de água. Segundo LOPES (1989), em solos com textura arenosa ocorre infiltração mais rápida e pouca retenção da água devido ao espaço poroso (predomínio de macroporos), que permite a drenagem livre da água do solo.

Partindo do princípio que a umidade do solo seria influenciada pelo estágio sucessional a qual está associado, não se observou uma relação entre a variável umidade e a variável estágio. A hipótese era de que as florestas mais antigas apresentariam um maior estoque de material orgânico o que poderia resultar em maior capacidade de retenção de água no solo. Esse resultado pode em parte estar relacionado ao método de análise de solo, que contemplou a determinação da capacidade de retenção em amostras de solo deformadas, minimizando assim os possíveis efeitos da adição de material orgânico sobre os agregados do solo e, conseqüentemente, sobre a retenção de umidade no mesmo.

Entretanto, quando analisadas as variáveis estágio e porosidade, o estágio Inicial Arbóreo apresentou o menor percentual de porosidade, correspondendo também ao menor percentual de umidade. Mas este efeito parece estar mais ligado à granulometria dos solos destes estágios sucessionais do que à vegetação propriamente dita.

Cabe ressaltar que talvez os valores de porosidade total não sejam suficientes para se inferir sobre a retenção de água, pois não se sabe o percentual de macro e microporos. É provável que, neste caso, o percentual de macroporos fosse superior ao de microporos.

TABELA 1: Umidade média (%), porosidade média (%) e textura do solo nos estágios sucessionais pastagem (P), herbáceo (H), inicial arbóreo (A) e médio (M) nas diferentes tensões.

	Estágio	Rep.	Umidade (%)		Porosidade (%)		Textura
6KPa	M	3	51,19	A	74,32	A	Franco Argiloso
	H	3	47,71	A	70,93	A	Franco
	P	3	46,63	A	70,82	A	Franco Argiloso
	A	3	33,30	A	56,96	A	Franco Arenoso
33KPa	H	3	35,30	A	70,93	A	Franco
	M	3	35,26	A	74,32	A	Franco Argiloso
	P	3	34,42	A	70,82	A	Franco Argiloso
	A	3	27,34	A	56,96	A	Franco Arenoso
100Kpa	P	3	30,24	A	70,82	A	Franco Argiloso
	M	3	29,30	A	74,32	A	Franco Argiloso
	H	3	27,14	A	70,93	A	Franco
	A	3	22,15	A	56,96	A	Franco Arenoso
300KPa	P	3	23,24	A	70,82	A	Franco Argiloso
	M	3	22,73	A	74,32	A	Franco Argiloso
	H	3	19,81	A	70,93	A	Franco
	A	3	13,30	A	56,96	A	Franco Arenoso

CONCLUSÕES

O número reduzido de repetições e a metodologia empregada, com amostras deformadas, não permitem uma interpretação clara das complexas relações entre vegetação e umidade na profundidade 0-5 cm. A determinação em amostras indeformadas poderia eventualmente caracterizar melhor estas relações. Adicionalmente, a diferenciação de macro e micro poros seria relevante para se identificar melhor o efeito da vegetação sobre a retenção de água do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BELLOTE, A.F.J. ; DEDECEK, R.A. Atributos Físicos e Químicos do Solo e suas Relações com o Crescimento e a Produtividade do *Pinus taeda*. 2006, Colombo. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 53, p. 21-38, jul./dez.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA Produção de informação, Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 1999. 412p.
- KERTZMANN, F.F. **Modificações na estrutura e no comportamento de um Latossolo Roxo provocados pela compactação**. 1996. 153p. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, 1990.
- KIEHL, E.J. **Manual de edafologia: relações solo – planta**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1979. 264p.
- KLAR, A.E. **A água no sistema solo – planta – atmosfera**. 2ª ed. São Paulo: Nobel, 1988. 408p.
- KLEIN, V. A.; LIBARDI, P. L. Faixa de umidade menos limitante ao crescimento vegetal e sua relação com a densidade do solo ao longo do perfil de um latossolo roxo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 959-964, 2000
- LOPES, A.S. (trad. e adapt.). **Manual de fertilidade do solo**. São Paulo: ANDA/POTAFOS, 1989. 155p.
- REICHARDT, K. Soil spatial variability and symbiotic nitrogen fixation by legumes. **Soil Science**, v 150 n.3, p.579-587, 1990.
- REICHARDT, K. ; TIMM, L C . **Solo, Planta e Atmosfera: conceitos, processos e aplicações**. 1ª. ed. Barueri: Manole, 2004. v. 1. 478 p.
- RODERJAN, C. V.; GALVÃO, F.; KUNIYOSHI, Y. S.; HATSCHBACH, G. G. As unidades fitogeográficas do Estado do Paraná. **Fitogeografia do sul da América. Ciência & Ambiente**, Santa Maria, v. 24, p. 75-92, 2002.
- SILVA, F.C. da (Org.), **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília, Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuárias, 1999. 370 p.
- TORMENA, C.A.; SILVA, A.P.; LIBARDI, P.L. Caracterização do intervalo hídrico ótimo de um Latossolo Roxo sob plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.22, p.573-581, 1998.

CARACTERIZAÇÃO DA POPULAÇÃO DE CEREJEIRA (*Eugenia involucrata* DC.) EM REMANESCENTE DE FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA, RS

CHARACTERIZATION OF THE *Eugenia involucrata* DC. POPULATION IN A DECIDUOUS SEASONAL FOREST REMNANT IN SANTA MARIA, RS

Marta Silvana Volpato Scotti¹ Maristela Machado Araújo² Cristiane Friedrich Wendler³
Thaíse da Silva Tonetto³ Clarice Maboni de Almeida¹

RESUMO

A redução das florestas devido ao uso da terra pela agricultura, pecuária e urbanização reduzem a biodiversidade e alteram as características das populações das espécies. Este trabalho teve por objetivo analisar a população de *Eugenia involucrata* DC. em um remanescente de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, RS. A amostragem foi realizada em duas classes amostrais: Classe I – avaliação dos indivíduos com CAP ≥ 30 cm amostrada em sub-parcelas de 100 m x 20 m e Classe II – avaliação dos indivíduos com altura ≥ 30 cm e CAP < 30 cm. A classe II foi avaliada em 70 sub-parcelas selecionadas aleatoriamente, de acordo com as seguintes intensidades amostrais e subclasses: a) Sub-parcela de 10 m x 10 m (classe IIA), onde foram observados indivíduos com $15 \text{ cm} \leq \text{CAP} < 30 \text{ cm}$; b) Sub-parcela de 5 m x 5 m (classe IIB) para a avaliação dos indivíduos com $3,14 \leq \text{CAP} < 15 \text{ cm}$ e c) Sub-parcela de 2 m x 2 m (classe IIC), onde foram avaliados os indivíduos com altura ≥ 30 cm e CAP $< 3,14$ cm. Na classe I encontrou-se 5,71 indivíduos ha⁻¹ para Densidade absoluta (DA), 50% Freqüência absoluta (FA), 2,342 m² ha⁻¹ Dominância absoluta (DoA) e 3,62 para Índice de Morisita (I), classe IIA DA de 4,29 ind. ha⁻¹, FA de 2,86%, DoA de 0,271 m² ha⁻¹ e I 23,33, classe IIB os valores foram de 11,43 ind. ha⁻¹, 2,86%, 0,002 m² ha⁻¹ para DA, FA e DoA, respectivamente. Na classe IIC a DA foi de 178,57 ind. ha⁻¹, FA de 7,14%. A espécie apresentou potencial para coleta de sementes, porém pelo Índice de Morisita apresentou padrão agrupado para população adulta, o que restringe a seleção de matrizes. A regeneração mostrou-se favorável para continuidade da espécie na área.

Palavras-chave: fitossociologia; padrão de distribuição espacial, árvores matrizes, regeneração natural.

ABSTRACT

The reduction of forest areas were owing to the land use by agricultural and cattle-breeding activities and urbanization cause biodiversity reduction and change the population of species characteristics. The objective of this study was to evaluate the *Eugenia involucrata* DC. population in a Deciduous Seasonal Forest remnant in Santa Maria, RS. The sampling was conducted in two intensities: Class I - evaluation of individuals with CBH ≥ 30.0 cm held in subplots of 20 m x 100 m and Class II – evaluation of individuals with ≥ 30 cm height and CBH < 30 cm. The Class II was evaluate in 70 sub-plots randomly selected, in accordance with sample intensities and subclasses below: a) Sub-plot of 100 sq m (Class IIA), to evaluate individuals with $15 \text{ cm} \leq \text{CBH} < 30 \text{ cm}$; b) Sub-plot of 25 sq m (Class IIB), to evaluate individuals with $3,14 \leq \text{CBH} < 15 \text{ cm}$ and c) Sub-plot of 4 sq m (Class IIC), to evaluate individuals with ≥ 30 cm height and CBH $< 3,14$ cm. In Class I were found 5,71 individuals/ha for absolute density (AD); 50% of absolute frequency (AF); 2,342 sq/ha of absolute dominance (ADo) and 3,62 for index of Morisita (I). For Class IIA, the AD were of 4,29 ind./ha; AF of 2,86%; ADo of 0,271 sq/ha and I of 23,33; Class IIB the values were of 11,43 ind./ha; 2,86%; 0,002 sq/ha for AD, AF and ADo, respectively. In Class IIC, the AD were of 178,57 ind./ha; AF of 7,14%. The specie had potencial for collection of seeds, however the index of Morisita indicate an aggregated pattern for grown-up population, that reduce the selection of matrix trees. The natural regeneration indicate the permanence of *Eugenia involucrata* on the area.

Key words: phytosociology, pattern of spacial distribution, matrix trees, natural regeneration.

INTRODUÇÃO

O uso do solo pelas atividades agrícolas, pecuárias e ocupação humana resultou na diminuição e fragmentação das áreas de floresta.

Conforme Trindade *et al.* (2004), a redução das áreas de florestas, gera perda da biodiversidade e o tamanho dos fragmentos tem efeito direto na manutenção das populações de plantas neles existentes. O autor ainda salienta que,

¹ Acadêmica de Mestrado, Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Av. Roraima n.1000 CEP 97.105-900 Santa Maria, RS.

² Professora da Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Ciências Florestais, UFSM, Av. Roraima n.1000 CEP 97.105-900 Santa Maria, RS.

³ Acadêmicas de graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Av. Roraima n.1000 CEP 97.105-900 Santa Maria, RS.

quanto menor o tamanho do fragmento, maior a influência dos fatores externos sobre os indivíduos da população, um exemplo disso é o efeito de borda em fragmentos pequenos, que aumenta a taxa de mortalidade de árvores e, conseqüentemente, o microclima.

O efeito da fragmentação de florestas sobre a persistência das espécies e dos mecanismos ecológicos deve ser considerado no momento de planejar e manejar essas áreas. Se a área de uma reserva natural está abaixo do tamanho mínimo necessário para que seja mantida a população de uma determinada espécie, então esta espécie estará em risco de extinção (SCARIOT, 1998).

Baseado na situação atual dos ecossistemas, cujos remanescentes encontram-se isolados, conhecer as populações de espécies nativas é importante para autoecologia dessas espécies, o que dará base para planos de manejo, além de subsidiar informações para produção de sementes e mudas florestais, conforme previsto na Lei nº. 10.711 de 05/08/2003.

Segundo Silva e Higa (2006), a falta de sementes de boa qualidade genética é um dos fatores que limita o uso de espécies nativas para recomposição florestal. Segundo o mesmo autor, para se produzir mudas de boa qualidade deve-se coletar sementes em mais de 12 matrizes (tamanho efetivo (N_e) superior a 48), porém, muitas vezes, esse critério não é atendido em função do alto custo de colheita de semente considerando o pequeno número de árvores matrizes disponíveis nas populações naturais.

Conforme Sebbenn (2006), a distância entre matrizes deve ser de 100m ou 2 vezes a altura da árvore, selecionar no mínimo 30 matrizes para reflorestamentos ambientais e 45 para implantação de pomares de sementes e, marcar matrizes a mais do que se pretende coletar (ex: 30 árvores matrizes, marcar 50 a 60 indivíduos), isso permite garantir a coleta do número de matrizes desejado em todos os eventos reprodutivos.

No entanto atender esses requisitos necessitaria grandes áreas de florestas, o que dificulta a atividade na maioria das regiões do Brasil, pois os locais que atendem essas características estão em áreas de preservação permanente ou unidades de conservação.

Assim o objetivo deste trabalho foi analisar a população de *Eugenia involucrata* DC. em remanescente de Floresta Estacional Decidual em Santa Maria, RS buscando-se entender a situação da população na área e sua potencialidade para coleta de sementes.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Felfili e Venturoli (2000) definiram população como um grupo de indivíduos de uma mesma espécie capazes de trocar material genético entre si, numa determinada área e intervalo de tempo.

A *Eugenia involucrata* (Cerejeira) pertence à família Myrtaceae, é uma espécie decídua, heliófila, seletiva higrófila (LORENZI, 2002), amplamente distribuída nos principais tipos florestais do estado do Rio Grande do Sul (REITZ *et al.*, 1988). Atinge entre 10-15 m na mata de altura e diâmetro de 30-40 cm, possui tronco bem característico, liso e descamante que facilita sua identificação a campo. Floresce entre os meses de setembro e novembro junto com o surgimento da nova folhagem e os frutos amadurecem entre outubro e dezembro (LORENZI, 2002). A espécie ocorre desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, a madeira é de boa durabilidade natural, sendo utilizada na fabricação de cabos para ferramentas agrícolas, lenha e carvão, a espécie também pode ser empregada em paisagismo de vias urbanas, e os frutos são bastante apreciados na culinária e avifauna.

A compreensão sobre a situação das populações de espécies florestais nativas no seu habitat é obtida a partir de estudos fitossociológicos, que possibilitam analisar as comunidades vegetais no que se refere à origem, estrutura, classificação e relação com o meio (FELFILI E VENTUROLI, 2000).

Os parâmetros fitossociológicos mais utilizados para caracterizar as espécies são densidade, dominância, freqüência, além da estrutura sociológica, Valor de Importância e Valor de Cobertura.

A densidade representa o número de indivíduos e a dominância expressa a proporção de tamanho, de volume ou de cobertura de cada espécie, em relação ao espaço da fitocenose (MARTINS, 1991). A freqüência é definida como a probabilidade de se amostrar determinada espécie em uma unidade amostral. Conforme JANKAUSKIS (1990), a densidade e freqüência de indivíduos de cada espécie estão relacionadas com o padrão de distribuição das mesmas em um fragmento, pois segundo MATTEUCCI E COLMA (1982), as espécies com padrão de distribuição regular apresentam maiores valores de freqüência que espécies com padrão agrupado.

Avaliar os parâmetros fitossociológicos para regeneração natural também é importante para compreender o processo de sucessão das espécies na floresta, pois para garantir a permanência de uma espécie numa determinada área é necessário que se tenham indivíduos em quantidade suficiente para garantir o estabelecimento, desenvolvimento e a sobrevivência das espécies.

Ferreira e Borghetti (2004) citam que os indivíduos da regeneração são afetados por diversos fatores morfofisiológico e abióticos e por interações biológicas, a forma como as espécies respondem a esses fatores determinam o sucesso ou a falha no estabelecimento de um conjunto de indivíduos capazes de se desenvolver e atingir os próximos estágios de desenvolvimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em um remanescente de Floresta Estacional Decidual localizado no Campo de instrução de Santa Maria (CISM), pertencente ao Ministério da Defesa, no município de Santa Maria, RS.

A altitude média do local é de aproximadamente 100 m, o clima da região é Cfa conforme classificação de Köppen, com temperatura média de 17,9 a 19,2 °C e precipitação média anual entre 1400 e 1760 mm (LEMOS *et al.*, 1973). O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro, denominado Argissolo Vermelho Distrófico Típico (STRECK *et al.*, 2008).

A caracterização da população de *Eugenia involucrata* foi realizada em 14 unidades amostrais de 20 x 100 metros (2000m²), distribuídas de forma sistemática na área. As parcelas foram subdivididas em 20 sub-parcelas de 10 m x 10 m, onde as árvores foram avaliadas (identificadas e medidas). A vegetação foi estudada em duas classes: Classe I (indivíduos com CAP ≥ 30 cm) avaliados em parcelas de 20 x 100m, Classe II (indivíduos com altura ≥ 30 cm e CAP < 30 cm). A classe II foi avaliada em 70 sub-parcelas selecionadas aleatoriamente, de acordo com as seguintes intensidades amostrais e subclasses: a) Sub-parcela de 10 m x 10 m (classe IIA), onde foram observados indivíduos com 15 cm ≤ CAP < 30 cm; b) Sub-parcela de 5 m x 5 m (classe IIB) para a avaliação dos indivíduos com 3,14 ≤ CAP < 15 cm e c) Sub-parcela de 2 m x 2 m (classe IIC), onde foram avaliados os indivíduos com altura ≥ 30 cm e CAP < 3,14 cm.

As classes I e IIA representaram a população adulta e classes IIB e IIC representaram os indivíduos que compõe a regeneração.

A metodologia utilizada para o estudo dos parâmetros fitossociológico (densidade absoluta (DA), frequência absoluta (FA) e dominância absoluta (DoA)) foi baseada em estudos realizados por Matteucci e Colma (1982), Martins (1993), Felfili e Ventoroli (2000), Longhi *et al.* (2000) e Araujo (2002).

A determinação do padrão de distribuição espacial foi realizado através do Índice de Morisita (Eq. 1), o qual é pouco influenciado pelo tamanho das parcelas, apresentando bons resultados na qualidade de identificação do grau de dispersão dos indivíduos (Barros e Machado, 1984).

$$I = \frac{n \cdot (\sum X^2 - N)}{N \cdot (N - 1)} \quad \text{Eq. 1}$$

Onde: I= Índice de Morisita; n = número total de parcelas; $\sum x^2$ = quadrado do número de indivíduos por parcela, somado sobre todas as parcelas; N= frequência total de indivíduos encontrados em todas as parcelas.

Logo se:

I= 1 distribuição aleatória, I= 0 uniforme; I > 1 agrupada

Utilizou-se o valor de Qui-quadrado (X²) calculado, para verificar a significância do padrão de dispersão observado pelo Índice de Morisita (Barros e Machado, 1984).

X²calc.= (n* (∑x²/N)-N)

X²tab.(α;n-1)= 22,362

Se X²calc. > X²tab. o padrão de dispersão é significativamente diferente da aleatória, sendo então agrupado.

Neste estudo foi caracterizada a população de *Eugenia involucrata*, dando base para a seleção de árvores matrizes, coleta de sementes e produção de mudas da espécie.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

De acordo com dados levantados a campo, pode-se observar valor de densidade absoluta (DA) para classe I de 5,71 indivíduos ha⁻¹ e IIA de 4,29 ind. ha⁻¹ (Tabela 1). Esses valores podem ser considerados baixos quando comparados com Neto *et al.* (2002), onde encontraram DA de 15 ind.ha⁻¹ para indivíduos com DAP ≥ 5 cm em Floresta Ombrófila Mista Montana em Criúva, RS. Porém Chemin (2006) encontrou valor inferior de DA (0,004 ind.ha⁻¹) em estudo de mata ciliar no município de Seberi, RS, para indivíduos com DAP ≥ 5 cm.

TABELA 1: Parâmetros Fitossociológicos e Índice de Morisita para *Eugenia Involucrata* em remanescente de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS.

Classe	DA (ind.ha ⁻¹)	FA	DoA (ha)	IM	X ² calc.
I	5,71	50	2,342	3,62	52,25**
IIA	4,29	2,86	0,271	23,33	
IIB	11,43	2,86	0,002	*	
IIC	178,57	7,14	-	*	

DA= densidade absoluta, FA= frequência absoluta, DoA= dominância absoluta, IM=Índice de Morisita, X²calc.=Qui-quadrado calculado.

*Valor não calculado pela baixa representatividade dos indivíduos nas parcelas.

** X²calc. > X²tab., logo o padrão de dispersão é significativamente diferente da aleatória.

A densidade absoluta para as classes IIB foi de 11,43 ind.ha⁻¹ e IIC de 178,57 ind.ha⁻¹, sendo maior que na classe adulta. Esse comportamento geralmente é observado nas menores classes de tamanho, indicando que a espécie está bem representada na floresta e tem potencial para se manter na área. Além disso, a cerejeira, considerada espécies heliófila (LORENZI, 2002), atingirá estratos superiores após abertura no dossel da floresta e entrada de luz, favorecendo assim seu desenvolvimento.

Silva e Higa (2006) ressaltam a importância da densidade de indivíduos de uma espécie, no processo de polinização, pois para que este aconteça de forma adequada, a espécie deve estar bem representada, oferecendo o recurso necessário para manter os polinizadores na área e, assim, garantir a variabilidade genética das espécies.

O número de indivíduos também tem relação no número árvores matrizes para coleta de sementes, pois alguns critérios devem ser considerados no momento de selecionar essas árvores, e para atender tais critérios é necessário se ter um número adequado de indivíduos, no caso da cerejeira os indivíduos adultos tem densidade de 5,71 e 4,29 ind.ha⁻¹, podendo indicar potencial para seleção de árvores genitoras.

A FA da classe I foi de 50% e IIA de 2,86%, valores semelhantes foram observados por Neto *et al.* (2002) que encontraram FA de 50% para Floresta Ombrófila Mista Montana em Criúva, RS, em indivíduos com DAP \geq 5 cm. Hack *et al.* (2005), também observaram FA de 50% para Floresta Estacional Decidual em Jaguari, RS para indivíduos com CAP \geq 30 cm.

Na classe da regeneração os valores de FA foram 2,86% (classe II B) e 7,14% (classe IIC), sendo que esses indivíduos encontram-se limitados em alguns pontos. Longhi *et al.* (1999) observaram FA de 5,55 para regeneração com CAP < 15 cm em Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS.

Segundo Lorenzi (2002), *Eugenia involucrata* em florestas secundárias ocorre em baixa frequência, comportamento que foi observado neste estudo, principalmente nas menores classes de diâmetro.

O valor de dominância absoluta encontrada para a classe I foi de 2,342 m² ha⁻¹, na classe IIA 0,271 m² ha⁻¹ e classe IIB 0,002 m² ha⁻¹, os valores de dominância para classe IIA e IIB foi menor, em função do menor diâmetro e baixo número de indivíduos encontrados na área.

O valor de dominância absoluta para a classe I foi superior ao encontrado por Rack *et al.* (2005), que verificaram 0,15 m² ha⁻¹ para Floresta Estacional Decidual em Jaguari, RS para indivíduos com CAP \geq 30 cm. Chemin (2006) observou DoA de 0,34 e 0,55 m².ha⁻¹ para *Eugenia involucrata* em duas áreas de mata ciliar no município de Seberi, RS, para indivíduos com DAP \geq 5 cm.

Quanto à distribuição espacial o Índice de Morisita mostrou comportamento agrupado para os indivíduos da classe I (3,62) e IIA (23,33). Na classe IIA pode-se observar padrão agrupado, no entanto nesta classe, ocorreram 3 indivíduos na área, distribuídos em 2 parcelas, o que elevou o valor do índice de Morista. Desta forma considera-se que quando ocorrem poucos indivíduos deve-se ter restrições na análise deste Índice.

O padrão agrupado da população adulta de *Eugenia involucrata* terá influência na determinação dos indivíduos para coleta de sementes, sendo que as matrizes devem ter uma distância mínima entre si. Desta forma, a seleção de árvores matrizes na área estará restrita a um número máximo de indivíduos selecionados por agrupamento, que conforme Piña-Rodrigues (2002) é de 3 ou 5, totalizando 15 árvores no mínimo.

CONCLUSÃO

Os parâmetros fitossociológicos da população adulta de *Eugenia involucrata* indicaram potencialidade da espécie para seleção de árvores matrizes e coleta de sementes, mas com restrições em relação ao número de indivíduos por agrupamento.

Na regeneração os parâmetros demonstraram que a espécie apresenta perspectiva favorável para sua continuidade na área, entretanto pelas características ecológicas da espécie a abertura parcial do dossel poderá criar condições para o desenvolvimento dos indivíduos, atingindo estratos superiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, M.M. **Vegetação e mecanismos de regeneração em fragmento de floresta Estacional decidual ripária, Cachoeira do Sul, RS, Brasil.** Santa Maria: UFSM, 2002 153 p. Dissertação (Doutorado em Engenharia Florestal) - Universidade federal de Santa Maria, 2002.
- BARROS, P.L.C; MACHADO, S.A. **Aplicação de Índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia Brasileira.** Curitiba, 1984, 44 p.
- CHEMIN, I.C.G. **Aspectos fitossociológicos de fragmentos de mata ciliar do rio Fortaleza no município de Seberi-RS.** Frederico Westphalen: URI 2006. 63 p Monografia (Especialização em Ciências Ambiental)- Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, 2006.
- FERREIRA, A.G.; BORGHETI, F. Recrutamento de plântulas. In: FERREIRA, A.G.; BORGHETI, F. (org.) **Germinação do básico ao aplicado.** Porto Alegre: Artmed, 2004, 323 p.

- FELFILI, J.M.; VENTUROLI, F. **Tópicos em análise da vegetação**. Brasília: Univeridade de Brasília, 2000, 34 p.
- HACK, C.; LONGHI, S.J.; BOLIGON, A.A. *et al.* **Análise fitossociológica de um fragmento de floresta Estacional Decidual no município de Jaguari, RS**. Santa Maria: Revista Ciência Rural, v.35 n. 5, p.1083-1091, 2005.
- JANKAUSKIS, J. **Avaliação de técnicas de manejo florestal**. Belém: SUDAM, 1990. 143 p.
- LEMOS, R.C.; AZOLIN, M.D.; ABRÃO, P.R. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias - Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973, 431p.
- LONGHI, S.J.; NASCIMENTO, A. R. T. FLEIG F.D. *et al.* Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.9, n.1, p.115-133, 1999.
- LONGHI, S.J.; ARAUJO, M.M.; KELLING, M.B. *et al.* Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS. **Ciência florestal**, Santa Maria, v. 10, n. 2, p. 59-74, 2000.
- LORENZI, H. **Árvores Brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002, 368 p.
- MARTINS, F.R. **Estrutura de uma Floresta Mesófila**. Campinas: Editora da UNICAMP, 1993, 246 p.
- MATTEUCCI, S.D.; COLMA, A. **Metodologia para el estudio de la vegetacion**. Washington: The Genral Secretarial of the Organization of American States (Série Biologia - Monografia, 22), 1982. 167p.
- NETO, R.M.R.; WATZLAWICK, L.F.; CALDEIRA, M.V.W. *et al.* Análise florística e estrutural de um fragmento de floresta Ombrófila Mista em Criúva, RS-Brasil, **Ciência Florestal**, v.12, n.1, p.29-37, 2002.
- PIÑA-RODRIGUES, F.C.M. **Guia prático para a coleta e manejo de sementes florestais tropicais**. Rio de Janeiro, Idaco, 2002, 40p.
- SCARIOT, A. Conseqüências da fragmentação da floresta na comunidade de palmeiras na Amazônia Central. **IPEF**, v.12, n.32, p. 71-86, 1998.
- SEBBENN, A.M. Sistemas de reprodução em espécies tropicais e suas implicações para a seleção de árvores matrizes para reflorestamentos ambientais. In: Pomar de sementes e mudas florestais. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**.-Curitiba: Artmed, 2006 p.93-138.
- STRECK, E. D. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2008. 222 p.
- SILVA, L. D.; HIGA, A.R. Planejamento e implantação de pomares de sementes de espécies nativas. In: Pomares de sementes e mudas florestais. In: HIGA, A.R.; SILVA, L.D. **Pomar de sementes de espécies florestais nativas**.-Curitiba: Artmed, 2006 p. 13-39.
- TRINDADE, M.B.; FIGUEIRA, S.B.; SILVA, H.P. da *et al.* **A fragmentação da Mata Atlântica no litoral norte de Pernambuco: Uma análise da estrutura da paisagem**. [online] In: IV ENCONTRO DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRPE, 2004, Recife. Available from <http://www.cprh.pe.gov.br/rbma/downloads/frag-mata-atl.pdf>

ANÁLISE FITOSSOCIOLÓGICA E PADRÃO DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE GUAJUVIRA (*Cordia americana* (L.) Gottschling & J.E. Mill.), EM FLORESTA ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA, RS

PHYTOSOCIOLOGY ANALYSIS AND STANDARD FOR DISTRIBUTION IN SPACE GUAJUVIRA (*Cordia Americana* (L.) Gottschling & J. E. Mill.) WITH DECIDUAL SEASONAL FOREST, SANTA MARIA, RS

Clarice Maboni de Almeida¹ Anna Paula Lora Zimmermann² Clair Walker² Maristela Machado Araújo³
Marta Volpato Scoti¹

RESUMO

O estudo fitossociológico de uma espécie florestal, bem como seu padrão de distribuição espacial em uma área é de fundamental importância para a realização de planos de manejo e conservação da espécie. Objetivando avaliar esses parâmetros para a espécie *Cordia americana* (guajuvira), foi realizado um levantamento em fragmento de Floresta Estacional Decidual localizado no Centro de Instrução de Santa Maria (CISM), RS. A área foi dividida em 14 parcelas de 20 x 100 m, distribuídas sistematicamente na floresta, para o levantamento de indivíduos da classe de diâmetro maior que 30 cm (classe IA de 10 x 10 m). Foram sorteadas 70 subparcelas para as seguintes classes: classe IIA de 10 x 10 m ($15 \text{ cm} \leq \text{CAP} < 30 \text{ cm}$); classe IIB de 5 x 5 m ($3,14 \leq \text{CAP} < 15 \text{ cm}$) e classe C de 2 x 2 m ($\text{CAP} < 3,14 \text{ cm}$ e altura $\geq 30 \text{ cm}$). Através do Índice de Morisita, conclui-se que a guajuvira está melhor representada no estrato superior e encontra-se dispersa aleatoriamente. Observando a dinâmica da estrutura horizontal da floresta verificou-se que nesse mesmo estrato ocorreram maior frequência e dominância absoluta, o que não aconteceu nas classes de menor diâmetro. Em curto período de tempo, a espécie poderá desaparecer na área estudada, se a regeneração não for restabelecida no local.

Palavras-chave: levantamento fitossociológico, estrutura horizontal, dinâmica da floresta, Índice de Morisita.

ABSTRACT

The study of a kind phytosociological forest and its spatial distribution pattern in an area is of fundamental importance for the implementation of management plans and conservation of the species. To evaluate these parameters for the species *Cordia americana* (guajuvira), a survey was conducted in fragment of deciduous seasonal forest located in the Center for Education in Santa Maria (CISM), RS. The area was divided into 14 plots of 20 x 100 m, systematically distributed in the forest, for the removal of individuals from the class of diameter larger than 30 cm (class IA, 10 x 10 m). 70 subplots were randomly selected for the following classes: Class II, 10 x 10 m ($15 \text{ cm} = \text{CAP} < 30 \text{ cm}$), class B, 5 x 5 m ($3.14 = \text{CAP} < 15 \text{ cm}$) and Class C, 2 x 2 m ($\text{CPC} < 3.14 \text{ cm}$ and height = 30 cm). Through the Morisita index, it appears that the guajuvira is best represented in the upper stratum and is scattered randomly. Looking at the dynamics of the horizontal structure of the forest found that in the same stratum occurred more frequently and absolute dominance, which has not happened in the classes of smaller diameter. In short period of time, the species may disappear in the study area, the regeneration is not restored at the site.

Key words: phytosociological survey, horizontal structure, dynamics of the forest, Morisita index.

INTRODUÇÃO

A Floresta Estacional Decidual, nas últimas décadas, sofreu constantes pressões antrópicas, das quais resultaram em ambientes naturais descaracterizados. Atualmente, o que se verifica, são fragmentos de florestas em diferentes locais, a maioria dependente de certo grau de recuperação.

Muitas iniciativas visando minimizar estes impactos têm sido adotadas ao longo do tempo, embora de certa forma realizadas com precariedade, devido à falta de incentivo e recursos para as pesquisas. Estudos abordando a fitossociologia de remanescentes florestais representam a base para o planejamento de recuperação de áreas, entretanto, com enfoque restrito as populações de espécies e autoecologia destas.

¹ Mestranda do programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, UFSM, Santa Maria, RS. E-mail: claricemabonialmeida@yahoo.com.br, martascoti@yahoo.com.br

² Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal. UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: zimmermann-a@hotmail.com, clairwalker@gmail.com

³ Professora, Dr^a. do Departamento de Ciências Florestais/CCR/UFSM. Santa Maria, RS. E-mail: araujo.maristela@gmail.com.

Outra dificuldade encontrada para o restabelecimento das áreas alteradas é a disponibilidade de sementes nativas para produção de mudas de qualidade, que possam suprir as necessidades desses programas de reflorestamento. As sementes não podem ser apenas consideradas em termos quantitativos, mas também em qualidade, visando a produção de mudas com padrões satisfatórios (NETO e SILVA 2007).

Diante de tais dificuldades, as pesquisas envolvendo espécies nativas são importantes, contribuindo para a redução de áreas alteradas. Neste sentido, como forma de subsidiar informações que visem à conservação da Floresta Estacional Decidual, foi realizado um estudo objetivando o melhor entendimento da estrutura da população de *Cordia americana* (guajuvira), com enfoque à fitossociologia e autoecologia da espécie.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A guajuvira (*Cordia americana* (L.) Gottschling e J.E. Mill.) é uma espécie da família Boraginaceae, atinge de 15 a 25 metros de altura e 40 a 80 cm de diâmetro. O tronco, geralmente tortuoso e irregular, com casca cinzenta e grisácea ou mais raramente escura, geralmente apresenta fissuras no sentido longitudinal, formando placas retangulares descamantes. As folhas são geralmente agrupadas sobre ramos. As inflorescências, em laxas, medem de 3 a 6 cm de diâmetro e, em regra, são finamente pubescentes, mas muitas vezes podem ser glabras. As flores possuem pedicelos delgados de 0,5 a 1,0 mm de comprimento e 5 mm de largura. Os frutos são subglobosos com ápice agudo formado pela base (REITZ *et al.*, 1988).

Segundo Carvalho (2003), a dispersão dos frutos e sementes é principalmente anemocórica (vento) e também autocórica (gravidade). Os vetores de polinização são principalmente, as abelhas e diversos insetos pequenos.

Segundo Backes e Irgang (2002), *Cordia americana* possui hábito agressivo, sendo pioneira e ocupando rapidamente áreas de vegetação secundária ou degradada. A espécie é abundante no estado do Rio Grande do Sul, preferindo solos úmidos, férteis e profundos, apresentando-se geralmente como árvore dominante no interior da floresta (REITZ *et al.*, 1988).

A espécie pode ser utilizada no reflorestamento e recuperação ambiental, suporta inundações periódicas e de rápida duração, sendo indicada para proteção das barrancas dos rios, além de apresentar potencial paisagístico podendo ser empregada na arborização de parques e passeios (CARVALHO, 2003).

Conforme Reitz *et al.* (1998) a guajuvira pode também ser utilizada na fabricação de cabos de ferramentas, implementos agrícolas e móveis.

Neste sentido, a vasta utilização da espécie talvez tenha sido o fator preponderante para a intensa extração de madeira desta espécie no passado, conduzindo à redução das populações naturais.

Conhecer a estrutura fitossociológica e composição florística nos diferentes estratos da floresta é de fundamental importância, pois uma espécie tem presença assegurada na estrutura e dinâmica da floresta se representada em todos os estratos (LONGHI, 1997). Felfili e Venturoli (2000) citam que através de métodos fitossociológicos é possível fazer uma avaliação da estrutura da vegetação, utilizando parâmetros como: frequência absoluta, densidade absoluta e dominância absoluta das espécies.

A frequência absoluta (FA) representa a relação entre o número de parcelas onde ocorreu a espécie e o número total de parcelas amostradas, a densidade absoluta (DA) é o número total de indivíduos de uma espécie em uma determinada área. A dominância absoluta (DoA) expressa a área basal de uma espécie na área. (FELFINI e VENTUROLI, 2000).

De acordo com Barros e Machado (1984), as informações de distribuição espacial de espécies na área indicam o grau de agregação, o qual representa fator limitante para o manejo de uma espécie ou comunidade.

Como medida de dispersão, de fácil utilização e pouco influenciado pelo tamanho das amostras, o Índice de Morisita tem se mostrado uma boa medida para representar a distribuição espacial das espécies na floresta. Os indivíduos podem assumir valor de 1 se distribuídos aleatoriamente, 0 (zero) quando ocorrem de forma uniforme e maior de 1 sendo agregados. Após a obtenção do Índice de Morisita, é calculado o X^2 (Qui-quadrado) e os resultados são comparados com o X^2 tabelar (BARROS e MACHADO, 1984).

Na caracterização da vegetação arbórea de uma determinada área, objetivando verificar seu desenvolvimento, primeiramente é necessário conhecer as espécies presentes existentes e avaliar a estrutura horizontal e vertical da floresta. Através da estrutura horizontal é possível determinar a densidade, dominância, frequência e importância das espécies na floresta. A estrutura vertical avalia o estágio de desenvolvimento da floresta, de acordo com a distribuição das espécies nos diferentes estratos (LONGHI *et al.*, 2000). Esta análise geralmente fica restrita a comunidade como um todo não enfocando diretamente as populações. No entanto, esta abordagem é fundamental considerando que cada espécie apresenta características diferentes em cada ambiente florestal, podendo variar inclusive dentro de determinado remanescente, conforme observou Chami (2008) na FLONA de São Francisco. Assim, quando se estuda a população se tem mais base para a utilização da espécie.

MATERIAL E MÉTODO

O estudo foi realizado em um fragmento de floresta localizado no Campo de Instrução de Santa Maria (CISM), nas coordenadas 53°52'O e 29°46'S, município de Santa Maria, RS. A área total estudada apresenta aproximadamente, 560 hectares. O relevo varia de levemente ondulado a declividade acentuada (FARIAS *et al.*, 1994).

A vegetação foi avaliada em 14 parcelas de 20 x 100 m (2000 m²), distribuídas sistematicamente na floresta. Na sistematização, foram locadas quatro faixas distantes 500 metros entre si, dentro das quais se distribuiu parcelas em intervalo de 200 m.

Os indivíduos foram classificados conforme as seguintes classes: Classe IA, para a avaliação dos indivíduos com circunferência a 1,3 m do solo (CAP) igual ou maior de 30 cm, demarcados em 14 parcelas de 20 x 100 m; Classe IIA, para a avaliação de indivíduos com CAP igual ou maior de 15 cm e menor de 30 cm, medidos em 70 sub-parcelas de 10 x 10 m, demarcadas aleatoriamente; Classe IIB para a avaliação de indivíduos com CAP igual ou maior de 3,14 cm e menor de 15 cm, medidos em células de 5 x 5 m, demarcados internamente nas sub-parcelas da Classe IIA; e a Classe C, para a avaliação de indivíduos com CAP menor de 3,14 cm e altura igual ou maior 30 cm, identificados e medidos em sub-células de 2 x 2 m, internas às células.

Neste estudo será analisado aspectos da estrutura horizontal da *Cordia americana*, considerando densidade, frequência e dominância absolutas das classes IA, IIA, IIB e C e a distribuição espacial de todas as classes que apresentaram mais de 1 indivíduo, através do Índice de Morisita.

O Índice de Morisita (Eq. 1) da espécie foi calculado conforme a Tabela 1.

TABELA 1: Tabela para cálculo de dispersão das espécies (Índice de Morisita).

X	f(x)	f(x) *x	f(x)*x ²
0			
1			
2			
:			
:			
N			
Σ			

Sendo: x = número de indivíduos de 1 a N (maior número observado na parcela i);
f(x) = frequência observada (número de parcelas em que ocorre X indivíduos da espécie).

$$I = n \frac{\sum X^2 - N}{N(N - 1)} \text{ (Eq. 1)}$$

Onde: n = número total de parcelas; Σx² = Σ f (x)*x² = soma do quadrado do número de indivíduos por parcela; N = Σ f (x)*x = número de indivíduos encontrados em todas as parcelas.

A significância dos valores calculados foi obtida pelo teste do Qui-quadrado (X²), utilizando-se a fórmula abaixo:

$$X^2 = n \frac{(\sum X^2)}{N} - N$$

Brower & Zar (1997), citam ainda que os valores do X² (Qui-quadrado) tabelados podem ser precisamente estimados por:

$$X\alpha^2; gl = gl (1 - 2/9gl + c\sqrt{2/9. gl})^3;$$

Onde o valor apropriado para “c” com (p ≤ 0,05) é 1,6448.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O valor do Índice de Morisita calculado para a guajuvira, na classe I A, foi de 1,11. Através do cálculo do X² (Qui-quadrado), obteve-se X² calculado (19,11) menor que X² tabelado (22,36), o que não confirmou o padrão de distribuição agrupado, apesar de I > 1, mas aleatório nessa classe (Tabela 2).

Na classe II A, obteve-se um Índice de Morisita de 6,22. O X² calculado foi maior (116,0) que o X² tabelado (51,0), portanto o padrão de distribuição é agregado (Tabela 2).

Na classe II B obteve-se I = 35,0 (Tabela 2), o qual foi confirmado pelo X² calculado (171,0), também conferindo padrão de distribuição agrupado nessa classe. Na classe C, o Índice de Morisita não foi calculado, pois foi encontrado apenas um indivíduo desta espécie, regenerando no sub-bosque da floresta.

Na classe IA (CAP ≥ 30 cm), a espécie *Cordia americana* apresentou densidade absoluta (DA) de 19,29 indivíduos ha⁻¹, frequência absoluta (FA) de 92,86% e dominância absoluta (DoA) de 2,05 m² ha⁻¹ (Tabela 3). Comparando esses dados com estudo realizado por Hack *et al.* (2005), em Floresta Estacional Decidual no município de

Jaguari – RS, constataram-se valores semelhantes para DA (20,71 indivíduos ha⁻¹), e DoA (2,04 m² ha⁻¹) e maior valor de FA (64,29%). Desta forma conferindo que a espécie encontra-se bem representada na área.

TABELA 2: Índice de Morisita (I) e Qui-Quadrado (X²) para *Cordia americana* nas diferentes classes em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS (CISM).

Classe	I	X ² calculado	X ² tabelado
I A	1,11	19,11	22,36
II A	6,22	116	51
II B	35	171	51
C	-	-	-

Para a classe IIA (15 cm ≤ CAP < 30 cm), os valores para DA, FA e DoA foram, respectivamente 14,29 indivíduos ha⁻¹, 8,57% e 0,05193 m² ha⁻¹ (Tabela 3). Em comparação a classe IA, a redução dos valores pode ser justificada pela situação da espécie no estrato médio, o qual encontra-se total ou parcialmente sombreado, condição menos favorável para a guajuvira, considerando que a espécie é heliófila.

Para a classe IIB (3,14 ≤ CAP < 15 cm), os valores de DA, FA e DoA foram, respectivamente, 22,86 indivíduos ha⁻¹, 2,86% e 0,006687 m² ha⁻¹ (Tabela 3). Comparando-se os valores com a classe IIA, embora a densidade tenha sido elevada, a frequência absoluta e a dominância absoluta foram baixas. Associando-se os resultados de densidade e frequência, acredita-se que a abertura do dossel favoreceria a espécies pontualmente, permitindo maior entrada de luz e desenvolvimento de indivíduos das classes inferiores.

Na classe C (CAP < 3,14 cm e altura ≥ 30 cm), a dominância absoluta (DA) foi de 35,71 indivíduos ha⁻¹ e a frequência absoluta (FA) de 1,43% (Tabela 3). Devido a ocorrência de somente um indivíduo nessa classe e por esse não apresentar DAP a 1,3 m não foi calculada a DoA. Apesar da alta densidade absoluta, a frequência na área se mostrou baixa, sugerindo que abertura do dossel nestes pontos favoreceu a germinação de sementes e inclusão de indivíduos da espécie nesta classe.

TABELA 3: Parâmetros fitossociológicos de *Cordia americana* nas diferentes classes em um fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS (CISM).

Classe	D.A. (ind/ha)	F.A. %	DoA (m ² /ha)
I A	19,29	92,86	2,0454
II A	14,29	8,57	0,05193
II B	22,86	2,86	0,006687
C	35,71	1,43	-

Neste estudo, obteve-se a maior frequência e dominância absolutas na classe IA, mas decréscimo gradativo na frequência e dominância absolutas, conforme as classes de diâmetro diminuíram, possivelmente por esses indivíduos receberem menor intensidade luminosa, o que impediu o desenvolvimento da espécie.

Segundo Andrae (1978), existem diferentes níveis de radiação no interior de uma floresta conforme a sua estrutura. A estratificação ocorre devido à distribuição vertical da energia luminosa. Esta energia é que regula o crescimento das árvores e sua regeneração natural. Para se ter uma satisfatória regeneração natural ou artificial (enriquecimento) em uma floresta, precisa-se de uma intensidade luminosa mínima, variando conforme a espécie. As espécies heliófilas necessitam maior incidência luminosa para germinar e crescer.

A guajuvira, por ser uma espécie heliófila, apresentou maior número de indivíduos no estrato superior. Através do Índice de Morisita, constatou-se que a espécie, nesse estrato, encontra-se distribuída aleatoriamente ao longo da floresta.

Observando este dado como subsídio para a seleção de árvores matrizes e coleta de sementes e, considerando-se a abordagem de Piña-Rodrigues (2002) que sugere para espécies que ocorrem dispersas, uma distância mínima de 100 m entre os indivíduos selecionados e a colheita de sementes em no mínimo 15 árvores. Constata-se que atualmente o remanescente florestal tem potencial para seleção de árvores matrizes e coleta de sementes, considerando os 560 ha. Entretanto, podem existir restrições futuras, já que a tendência dos indivíduos será de ocorrer de forma agrupada, o que necessitará a distância de 100 m entre cada agrupamento, onde poderão ser selecionadas 3 ou no máximo 5 indivíduos.

A coleta de sementes de espécies com distribuição aleatória, deve ser realizada ao longo de sua ocorrência. Espécies pioneiras, com ampla distribuição apresentam maior variabilidade genética devendo se coletar um maior número de sementes em um menor número de árvores (MORI, 2003).

CONCLUSÃO

- A guajuvira, presente no estrato superior, apresenta potencial para seleção de árvores matrizes e coleta de sementes no remanescente; A tendência da espécie nas classes inferiores para distribuição aleatória, confirmadas pela densidade, frequência e Índice de Morisita, sugere que seleção de árvores para coleta de sementes no futuro, deverá ser mais criteriosa;

• Intervenções silviculturais na floresta, como abertura parcial do dossel, favoreceriam o desenvolvimento da regeneração, assim como o enriquecimento com mudas da espécie em locais com maior intensidade luminosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F. H. **Ecologia Florestal**. Universidade Federal de Santa Maria, 230p., 1978.
- BARROS, P. L. C. & MACHADO, S. A. **Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestas tropicais da Amazônia brasileira**. Curitiba: FUPEF, Série científica, n.1. 1984. 44 p.
- BROWER, J. E. & ZAR J. H. **Field and laboratory methods for General Ecology**. Wm. C. Brown Company, 194 p. 1977.
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas Brasileiras**. Colombo, PR: Embrapa Florestas, 2003.
- CHAMI, L. B. **Vegetação e mecanismos de regeneração natural em diferentes ambientes da Floresta Ombrófila Mista na FLONA de São Francisco de Paula, RS**. 2008, 122 p. Tese (Mestrado em Silvicultura) – Universidade Federal de Santa Maria, RS.
- FARIAS, J. A. C.; TEIXEIRA, I. F.; ALVARES FILHO. **A estrutura fitossociológica de uma Floresta Estacional Decidual na região de Santa Maria, RS**. Ciência Florestal, n.4, v.1, p. 109-128. 1994.
- FELFILI, J. M. **Tópicos em análise de vegetação**. Brasília: Universidade Federal de Brasília, Departamento de Engenharia Florestal, 2000. 34 p. – (Comunicações técnicas florestais; v.2, n. 2)
- HIGA, A. R. **Pomar de sementes florestais nativas**. Curitiba: FUPEF, 2006. 266 p.
- LONGHI, S. J. **Agrupamento e análise fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia hidrográfica do Rio Passo Fundo – RS**. 1997. 198 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LONGHI, S. J.; ARAUJO, M. M.; KELLING, M. B. *et al.* **Aspectos fitossociológicos de fragmento de Floresta Estacional Decidual, Santa Maria, RS**. Ciência Florestal, Santa Maria, v.10, n.2, p.59-74, 2000.
- MORI, E. S. **Genética de populações arbóreas: orientações básicas para seleção e marcação de matrizes**. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.: **Workshop sobre seleção e marcação de matrizes**. São Paulo, 2003. n. 25, p. 1-112.
- NASCIMENTO, A. R. T. **Análise estrutural e padrões de distribuição espacial de uma amostra de Floresta Ombrófila Mista**. Santa Maria: UFSM, 2000. 90 p. Dissertação. (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2003.
- NETO, S. N. O. & SILVA, J. A. **Áreas protegidas e a produção de sementes florestais sob o ponto de vista legal**. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M., FREIRE, J. N., LELES, P. S. S. *et al.* **Parâmetros técnicos para produção de sementes florestais**. Seropédica: EDUR,2007. 188 p. capítulo 2.
- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. **Guia prático para a colheita e manejo de sementes florestais tropicais**. Rio de Janeiro: Idaco, 40 p. 2002.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Projeto madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1988. 525 p.

AVALIAÇÃO DA FAUNA DE VERTEBRADOS (ANFÍBIOS, RÉPTEIS E MAMÍFEROS) EM DUAS ÁREAS DE CAATINGA SOB MANEJO FLORESTAL SUSTENTÁVEL NO ESTADO DO CEARÁ.

EVALUATION OF VERTEBRATES FAUNA (AMPHIBIANS, REPTILES AND MAMMALS) IN TWO AREAS OF CAATINGA UNDER FORESTRY SUSTAINABLE MANAGEMENT ON STATE OF CEARÁ.

Diva Maria Borges-Nojosa¹ Flávia Michele Vasconcelos do Prado¹ Maria Juliana Borges-Leite¹
Newton Mota Gurgel Filho¹ Paola Bacalini²

RESUMO

O manejo florestal sustentável é uma atividade rural que vem sendo implementada em vários biomas. Entretanto, há muitas dúvidas relacionadas aos impactos causados por essa atividade e sua participação na conservação da biodiversidade. Este projeto foi desenvolvido pela APNE / GEF CAATINGA / MMA e UFC para realizar a avaliação da inter-relação entre a fauna e áreas de Caatinga sob manejo, verificando o impacto causado na fauna pelo corte gradativo do 1º ciclo em duas áreas, as Fazendas Maturi (Caucaia) e Formosa (Pacajus), ambas no Estado do Ceará. As coletas ocorreram no período de outubro.06 a junho.07, com três pontos fixos em cada área, além dos corpos d'água. Em cada ponto foram aplicadas armadilhas de queda (*pitfall*), armadilhas shermann e tomahawk, redes de neblina e buscas ativas por transectos visuais com tempo limitado e atividades diurnas e noturnas. Foram registradas 22 spp de anfíbios, 31 répteis e 27 mamíferos. Maturi apresentou riqueza maior do que Formosa. Analisando as composições, conclui-se que a maioria das spp. possuem ampla distribuição, e equivalem a 43% das spp de anfíbios, 27% de répteis e 19% de mamíferos registrados para o Bioma Caatinga. Comparando-as com outras cinco áreas de Caatinga dos estados do Ceará, Pernambuco e Paraíba, observou-se que os índices foram equivalentes ou até melhores. Assim, considerando um ciclo de corte, as biodiversidades registradas mostram que o manejo florestal sustentável, quando realizado corretamente, possibilita a recuperação de grande parte da fauna de vertebrados.

Palavras-chave: Manejo florestal sustentável, Caatinga, Herpetofauna, Mastofauna.

ABSTRACT

The forestry sustainable management is a rural activity introduced on several biomes. However there are many doubts related to the impacts caused by this activity and its participation in biodiversity conservation. This project was developed by APNE / GEF CAATINGA / MMA and UFC to make an evaluation of the relationship between the fauna and areas of caatinga under management, verifying the impact caused in fauna by gradual cut of vegetation of the first cycle in two areas: Maturi and Formosa farms located in Caucaia and Pacajus, respectively, both in state of Ceará. The field work occurred from October 2006 to June 2007. Three fixed points in each area were investigated and also bodies of water. In each point were used pitfall, Sherman and Tomahawk traps, mistnets, sighting transects limited by time and active diurnal and nocturnal search. We registered 22 spp of amphibians, 31 reptiles, 27 mammals. Maturi farm presented the highest richness. Analyzing the compositions, we conclude that the majority of the species have wide distribution and are equivalent to 43% of the spp of amphibians, 27% of reptiles and 19% mammals of the caatinga biome. Comparing to five other areas of caatinga in the states of Ceará, Pernambuco and Paraíba, we observed that the indices were similar or even higher. Considering the vegetation cutting cycle, the registered biodiversities showed that the sustainable management, when properly applied, allows the recovery of a great number of the vertebrate fauna.

Key words: Sustainable management, forestry management, caatinga, herpetofauna, mastofauna.

INTRODUÇÃO

O manejo florestal sustentável é uma atividade rural que vem sendo implementada pela Rede de Manejo Florestal da Caatinga, do PNF / MMA. Entretanto, principalmente do ponto de vista da conservação, ainda existem muitas dúvidas como: Qual o impacto causado na fauna com a aplicação do manejo florestal? Será que o manejo florestal sustentável pode colaborar na conservação da fauna e flora? Quanto é possível conservar diretamente garantindo a sobrevivência da biodiversidade, ou indiretamente evitando o desmatamento de outras áreas? E conservando a fauna, como e quanto esta poderá colaborar no processo de recuperação das áreas manejadas? São dúvidas importantes e antigas, que somente com estudos científicos à longo prazo será possível conhecer os efeitos do manejo florestal sobre a flora e a fauna nativas, como também indicar o quão sustentável a atividade é no que diz

¹ NUROF-UFC, Depto. Biologia, Bl. 905, *Campus* do Pici, Universidade Federal do Ceará, CEP 60.455-760 – Fortaleza – Ceará (E-mail: dmbnojosa@yahoo.com.br).

² APNE, Rua Dr. Nina Rodrigues, 265 – Iputinga – CEP 50.731-280 - Recife – Pernambuco – Brasil; Doutoranda em Buenos Aires, Argentina (paoyaolin@gmail.com).

respeito a produção madeireira para fins sócio-econômicos aplicáveis. Na tentativa de elucidar estes problemas e muitos outros, foi criado pela APNE um projeto de avaliação da inter-relação entre a fauna e áreas de Caatinga sob manejo, desenvolvido por pesquisadores da Universidade Federal do Ceará, verificando o impacto causado na fauna de vertebrados (herpetofauna e mastofauna) dos cortes rasos intercalados do primeiro ciclo de corte em duas áreas de Caatinga, localizadas no Estado do Ceará, as Fazendas Maturi e Formosa.

Os estudos herpetológicos, pela praticidade metodológica, normalmente envolvem em conjunto o grupo dos anfíbios e répteis, embora sejam bastante distintos quanto à morfologia, adaptações e interações ambientais, horários de atividades e sazonalidade. A maioria dos anfíbios apresenta pele muito fina e delicada e são de hábitos noturnos, altamente dependentes dos corpos de água para a sobrevivência e reprodução. Nos longos períodos secos, com baixíssimos índices pluviométricos, entram em estivação em locais protegidos. Promovem a importante função de realizar trocas de nutrientes do meio terrestre para o aquático e vice-versa, e participam da cadeia alimentar de vários grupos, inclusive de dispersores, como os morcegos e aves (Pough *et al.* 2004). Já os répteis, grupo polifilético que abriga os quelônios, jacarés, tuatara, lagartos, anfisbenídeos e serpentes, apresentam a pele protegida por escamas queratinizadas que permitem uma melhor adaptação aos ambientes secos, abertos e fortemente ensolarados. Geralmente apresentam hábitos diurnos, quando realizam a termorregulação, e reprodução direta, ovípara (exceto o lagarto *Mabuya* e algumas serpentes) e independente dos corpos de água. Entretanto, os dois táxons participam ativamente de muitas cadeias alimentares, alimentando-se ou servindo de alimento de aves, morcegos e outros vertebrados, inclusive de dispersores onívoros. Os mamíferos constituem um grupo de grande importância nos diferentes ecossistemas das regiões tropicais, assumindo papel fundamental em diversos aspectos, entre eles, o controle de populações naturais de animais silvestres, polinização e dispersão de sementes. Constituem-se excelentes bioindicadores de qualidade ambiental, de modo que, para algumas espécies, a simples presença numa determinada área já a caracteriza como prioritária para a conservação da diversidade biológica.

Assim, foi objetivo do trabalho, gerar e avaliar informações científicas sobre as inter-relações entre a herpetofauna e mastofauna e o manejo florestal sustentável em duas áreas de caatinga.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Ainda são raros os estudos envolvendo os vertebrados no Bioma Caatinga (Moojen, 1943; Vanzolini *et al.*, 1980; Mares *et al.*, 1981; Willing & Mares, 1989; Leal *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004; Araújo *et al.*, 2005), e os conhecidos geralmente são relativos a levantamentos faunísticos de pequenas áreas específicas. Entretanto, os poucos trabalhos apresentam consenso no ponto de vista que o Bioma Caatinga não é homogêneo, e sim um mosaico de várias fitofisionomias interligadas, sem falar dos enclaves de mata atlântica (brejos-de-altitude) (Borges-Nojosa & Caramaschi, 2003; Porto *et al.*, 2004), manchas de cerrado e carrasco. Esta heterogeneidade reflete diretamente na fauna, resultando na presença de comunidades bem diferentes. Quanto à diversidade, atualmente são conhecidas 51 espécies de anfíbios para o Bioma Caatinga, 116 répteis (4 quelônios, 3 jacarés, 47 lagartos, 10 anfisbenídeos e 52 serpentes) (Rodrigues, 2003) e cerca de 143 mamíferos (Oliveira *et al.*, 2003). Não são conhecidos trabalhos anteriores envolvendo monitoramento da fauna de vertebrados em áreas de manejo na caatinga.

METODOLOGIA

Áreas de Trabalho

O projeto vem acompanhando 13 unidades, porém para os estudos faunísticos (grupo de abelhas, anfíbios, répteis e mamíferos), somente duas áreas foram escolhidas: Fazenda Maturi (município de Caucaia) (Figuras 1 e 2) e a Fazenda Formosa (município de Pacajus) (Figuras 3 e 4). Ambas apresentam reservas legais com cerca de 40 anos e talhões divididos em parcelas, que são manejadas alternadamente com corte raso, em intervalos de dois a cinco anos. Entretanto, cada área apresenta particularidades geográficas e ambientais diferentes. A Fazenda Maturi (ponto da Reserva Legal = 03°48'14,7"S / 38°42'40,6"W), próxima do litoral cerca de 20km, está localizada numa transição entre Caatinga e Mata Litorânea, com muitas carnaúbas. Apresenta 547 hectares, dos quais 350 estão sendo manejados, distribuídos em 17 talhões, com 25 parcelas de aproximadamente 100 metros de largura. Nesta área foram implantados três pontos fixos, com idades de corte diferentes: 1.Reserva Legal (RL) (42 anos), 2.Pedras-T2 (F10) (16 anos) e 3.Carnauba-T6 (F4) (11 anos) e corpos d'água próximos. A Fazenda Formosa (Ponto da Reserva Legal = 04°09'49,5"S / 38°32'13,5"W), localizada cerca de 50km do litoral, numa localização quase sem carnaúbas, tem 676 hectares, dos quais 350 estão sendo manejados, distribuídos em 7 talhões com 28 parcelas também submetidas ao corte raso, com ressalva para o ipê roxo. A área apresenta maior grau de fragmentação devido a extensas áreas de plantações de caju e mandioca separando alguns talhões. Da mesma forma, foram implantados três pontos fixos: 1.Reserva Legal (T4(F5) (42 anos), 2.Portão-T10(F4) (7 anos), e 3.Meio-T6(F2) (9 anos) e corpos d'água próximos.



FIGURA 1: Demarcação aérea da Faz.Maturi (Caucaia). Fonte: Google Earth, 2007)



FIGURA 2: Principal açude da Faz.Maturi (Fotos: D.M.Borges-Nojosa)

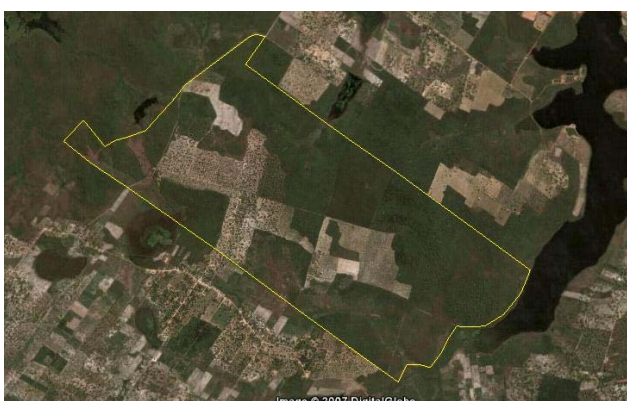


FIGURA 3: Demarcação aérea da Faz.Formosa (Pacajus). (Fonte: Google Earth, 2007)



A

B

FIGURA 4: Ponto 3 da Faz. Formosa no período seco (A) e chuvoso (B).

Material e Métodos

Os trabalhos de campo ocorreram no período de outubro de 2006 a junho de 2007, com cinco viagens na estação seca (14-15 dias) e três na chuvosa (13-14 dias) em cada área, correspondendo a um esforço total de 28 dias. Para o levantamento da herpetofauna, em cada ponto foram aplicadas armadilhas de queda (*pitfalls*) organizadas em linhas com cinco estações em Y (Figura 5), utilizando marcação individual e soltura, transectos visuais (100 x 6m) (Figura 6), buscas ativas e noturnas, rastros e dados de moradores. O esforço total empregado foi de 1.680 baldes x dia dos *pitfalls* e 36 horas x pessoa ou 7.200m² de busca ativa diurna para cada uma das áreas. Para a coleta dos mamíferos, além dos *pitfalls*, foram utilizadas armadilhas do tipo gaiolas (Shermann e Tomahawk) (Figura 7), redes de neblina (Figura 8), entrevistas com moradores locais e busca por pegadas, carcaças, vocalizações ou doações de partes do animal. O esforço total empregado foi de 2.864 armadilhas x dia e 350 rede (m2) x hora para a Fazenda Maturi e 2.920 armadilhas x dia e 252 Rede (m2) x hora para a Fazenda Formosa.



FIGURA 5: Armadilhas de queda (*pitfalls*) organizado em “Y”.



FIGURA 6: Transecto visual (método de busca ativa com tempo limitado)



FIGURA 6: Armadilhas tipo gaiola

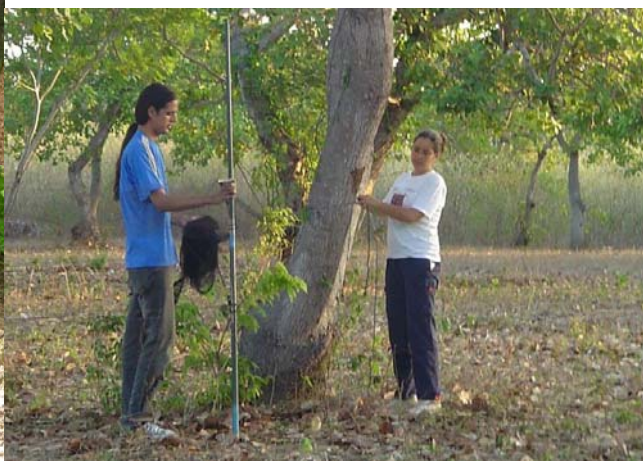


FIGURA 7: Montagem das redes de neblina (mistnet)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto pela abundância como na riqueza, os resultados foram surpreendentes, principalmente na herpetofauna. Foram observados 1.654 espécimes de anfíbios e répteis, correspondendo a 22 spp. de anfíbios (20 em cada área) e 31 spp de répteis (14 lagartos, 2 anfisbenas, 14 serpentes e 1 quelônio) (30 em Maturi e 12 em Formosa), equivalendo respectivamente a 43% e 27% da diversidade total do bioma (Rodrigues, 2003). Para os mamíferos, obteve-se o registro de 27 espécies pertencentes a sete ordens (Artiodactyla, Carnivora, Didelphimorphia, Primates, Rodentia, Xenarthra, Chiroptera), das quais 20 em comum às duas áreas, sendo 18 espécies por registro direto e nove por meio indireto. Equivale a 19% da diversidade total dos mamíferos do bioma (Oliveira *et al.*, 2003).

Referente aos anfíbios, na Fazenda Maturi, *Physalaemus* gr. *cuvieri*, *Proceratophrys cristiceps* e *Leptodactylus troglodytes* foram as espécies mais abundantes, mas *Leptodactylus fuscus* e *L. troglodytes* as mais freqüentes. Na fazenda Formosa, *P. gr. cuvieri* e *R. jimi* foram as espécies mais abundantes e freqüentes, mas *Dendropsophus* gr. *microcephalus* também foi abundante, e *Leptodactylus fuscus* e *L. troglodytes* freqüentes. *Physalaemus* gr. *cuvieri* foi a espécie mais abundante nas duas áreas em conjunto. Todas as espécies são de ampla distribuição na caatinga e nenhuma consta na lista brasileira de espécies ameaçadas. Nos répteis, *Tropidurus hispidus* e *Cnemidophorus* gr. *ocellifer* são as mais abundantes para Maturi e *Ameiva ameiva* e *Micrablepharus maximiliani* para Formosa; *T. hispidus* e *Tupinambis merianae* foram as mais freqüentes em Maturi e *A. ameiva* em Formosa. De forma geral, a composição dos répteis também apresenta espécies típicas de áreas abertas. Nos mamíferos, o marsupial *Didelphis albiventris* foi a espécie terrestre mais abundante e freqüente e os morcegos *Carollia perspicillata* e *Artibeus planirostris* foram as espécies voadoras mais abundantes, sendo *A. planirostris* a mais freqüente. A mastofauna é composta em sua maioria de espécies com ampla distribuição na Caatinga e também em outros ecossistemas. Foi observada a ausência de pequenos roedores nos pontos estudados, com o registro somente de *Galea spixii* e *Thrichomys apereoides*, possivelmente devido a presença de animais de criação em alguns pontos ou ao hábito da caça de subsistência local.

Na Fazenda Maturi, a Reserva Legal foi o ponto com maior riqueza em todos os táxons (nos mamíferos, somente os terrestres) (Figuras 9 e 10), mas na Fazenda Formosa, conforme o grupo, houve alternância do ponto, o que leva a crer que além do tempo, a variedade de microhabitats e o processo de fragmentação também influenciam na recuperação da diversidade faunística.

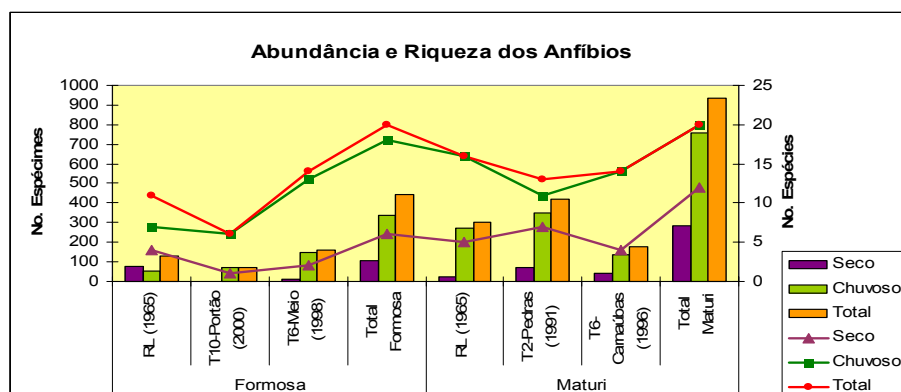


FIGURA 9: Dados da abundância e riqueza dos anfíbios das Fazendas Maturi (Caucaia) e Formosa (Pacajus).

Comparando a diversidade obtida nas duas áreas estudadas com a registrada para o Bioma Caatinga e em cinco áreas de caatinga inventariadas durante o projeto PROBIO-BIOCAAT (2005) nos estados do Ceará (RPPN Serra das Almas), Pernambuco (RPPNs Maurício Dantas e Candidiano Valgueiros) e Paraíba (EE Pedra da Boca e Fazenda Cachoeira da Capivara), observou-se semelhança, tanto na composição como nos índices, sendo em alguns casos até superiores nas áreas manejadas (Tabela 1). Porém, vale ressaltar que foram utilizadas metodologias muito semelhantes, mas esforços diferentes.

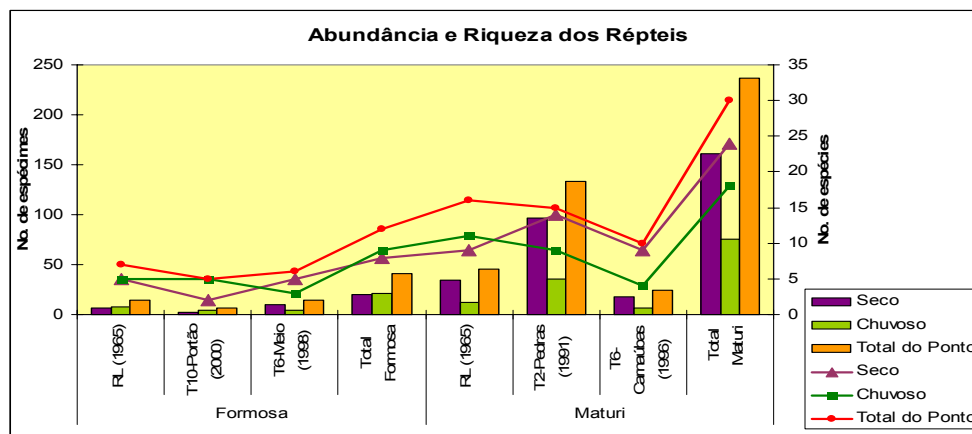


FIGURA 10: Dados da abundância e riqueza dos répteis das Fazendas Maturi (Caucaia) e Formosa (Pacajus).

TABELA 1: Comparação das diversidades observadas nas Fazendas Maturi (Caucaia) e Formosa (Pacajus), no Bioma Caatinga em outras cinco áreas de caatinga dos estados do Ceará, Paraíba e Pernambuco.

Táxon	Bioma Caatinga	Áreas						
		Ceará			Paraíba		Pernambuco	
		FM	FF	SA	PB	FCC	MD	CV
Anuros	48	20	20	22	18	13	8	20
Gymnophionas	3	---	---	1	---	---	---	1
Anfíbios – Total	51	20	20	23	18	13	8	21
Lagartos	47	13	10	23	8	8	14	16
Amphisbenas	10	2	---	3	---	---	---	1
Serpentes	52	14	1	14	6	5	2	9
Crocilianos	3	---	---	2	---	---	---	---
Chelônios	4	1	1	---	2	1	---	---
Répteis – Total	116	30	12	42	16	14	16	26
Mamíferos terrestres	79	15	13	15	6	---	7	10
Mamíferos voadores	64	11	7	8	9	---	9	2
Mamíferos – Total	143	26	20	23	15	---	16	12

Legendas e fontes: BC= Bioma Caatinga (Rodrigues, 2003; Oliveira *et al.*, 2003); FF= Fazenda Formosa; FM= Fazenda Maturi; SA= RPPN Serra das Almas; MD= RPPN Maurício Dantas; CV= RPPN Cantidiano Valgueiro; FCC= Fazenda Cachoeira de Capivara; PPB= Parque Estadual da Pedra da Boca (Borges & Arzabe, 2005; Monteiro *et al.*, 2005).

CONCLUSÕES

Este estudo apresenta dados inéditos de manejo e conservação da fauna na Caatinga. Somente os dados obtidos com os répteis e mamíferos indicam que os índices de diversidade acompanham proporcionalmente a idade de recuperação dos talhões, mas os anfíbios parecem depender mais da presença de corpos d’água nas proximidades. Aparentemente, a metodologia aplicada nestas duas áreas de manejo florestal sustentável, com corte raso intercalando os talhões com tamanhos reduzidos, mostra-se eficiente para a manutenção e recuperação da diversidade dos vertebrados. Entretanto, os dados são referentes apenas ao primeiro ciclo e não significam ainda que o índice de recuperação em um segundo ciclo permaneça o mesmo. Por isso, os estudos deverão ter continuidade nos próximos ciclos.

AGRADECIMENTOS

Aos mateiros Nildo e Odair, pela ajuda no campo; a APNE, PNUD / GEF CAATINGA / MMA, pelo financiamento; ao IBAMA/ICMBio, pelas licenças de coleta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N. & BARBOSA, M.R.V. Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação, p. 184-201. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 448 p.

BORGES-NOJOSA, D.M. & ARZABE, C. Diversidade de anfíbios e répteis em áreas prioritárias para a conservação da Caatinga. In: ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N. & BARBOSA, M.R.V. (Eds.), Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação, p. 227-290. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 448 p.

BORGES-NOJOSA, D.M. & CARAMASCHI, U., 2003. Composição e Análise Comparativa da Diversidade e das Afinidades Biogeográficas dos Lagartos e Anfisbenídeos (Squamata) dos Brejos Nordestinos. In: LEAL, I.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. (Orgs.), Ecologia e Conservação da Caatinga, p. 489-540. Recife, UFPE, 2003. 822 p.

LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C.da. Ecologia e Conservação da Caatinga. Ed. Universitária da UFPE. Pernambuco, 2003. 822 p.

MARES, M. A.; WILLIG, M.R.; STREILEIN, K.E. & LACHER, T.E. The mammals of northeastern Brazil: a preliminary assessment. *Annals of the Carnegie Museum* n.50: 81-137 p., 1981.

MONTEIRO DA CRUZ, M. A. O.; BORGES-NOJOSA, D. M.; LANGGUTH, A. R.; SOUSA, M. A. N. de; SILVA, L. A. M. de; LEITE, L. M. R. M.; PRADO, F. M. V.; VERÍSSIMO, K. C. S.; MORAES, B. L. C. Diversidade de Mamíferos em Áreas Prioritárias para Conservação da Caatinga. In: ARAÚJO, F.S.; RODAL, M.J.N. & BARBOSA, M.R.V. (Eds.), Análise das Variações da Biodiversidade do Bioma Caatinga: Suporte a Estratégias Regionais de Conservação, p. 184-201. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2005. 448 p.

MOOJEN, J. Alguns mamíferos colecionados no nordeste do Brasil. *Boletim do Museu Nacional* v. 1: 1-19 p., 1943.

OLIVEIRA, J. A. de; GONÇALVES, P. R.; BONVICINO, C. R. Mamíferos da Caatinga. In: Leal, I. R.; Tabarelli, M.; Silva, J.M.C. da. (Ed). *Ecologia e Conservação da Caatinga*. Ed. Universitária da UFPE. Pernambuco, 2003. 822 p.

PORTO, K.C.; CABRAL, J.J.P. & TABARELLI, M. Brejos de Altitude em Pernambuco e Paraíba: História Natural, Ecologia e Conservação. Brasília, DF: MMA, 2004. 324 p.

POUGH, F.H.; ANDREWS, R.M.; CADLE, J.E.; CRUMP, M.L.; SAVITZKY, A.H. & WELLS, K.D. *Herpetology*. 3rd ed., Pearson Prentice Hall, 2004. 726 p.

RODRIGUES, M.T. Herpetofauna da Caatinga. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M. & SILVA, J.M.C. (Eds.), *Ecologia e Conservação da Caatinga*, p. 181-236. Editora Universitária da UFPE, 2003. 822p.

SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.T.da & LINS, L.V. Biodiversidade da Caatinga: Áreas e Ações Prioritárias Para a Conservação. Brasília, DF: MMA/UFPE, 2004. 382 p.

VANZOLINI, P.E.; RAMOS-COSTA, A.M.M. & VITT, L.J. Répteis das Caatingas. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 1980. 161p.

WILLING, M. R.; MARES, M. A. Mammals from the Caatinga: an updated list and summary of recent research. *Revista Brasileira de Biologia* v. 49: 361-367 p. 1989.

**PREPARO DO SOLO E CRESCIMENTO INICIAL DE *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden.
EM ARGISSOLO**

SOIL TILLAGE AND INITIAL GROWTH *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. IN HAPLUDALF SOIL

Juliana Prevedello¹ Dalvan José Reinert² Miguel José Reichert² Douglas Rodrigo Kaiser³ Eracilda fontanela³

RESUMO

O cultivo mínimo no setor florestal tem se destacado como forma de aumentar a produtividade, aliado à manutenção da biodiversidade e a conservação do solo, diante disso, esse trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de métodos de preparo do solo nas propriedades físicas do solo e no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis*. O experimento foi conduzido em um Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico localizado na FEPAGRO FLORESTAS em Santa Maria, RS. Os quatro tratamentos foram distribuídos em delineamento experimental de blocos ao acaso: 1) plantio direto (PD); 2) escarificado (Esc); 3) escarificado mais grade niveladora (EG) e 4) enxada rotativa (ER). As propriedades físicas foram determinadas em duas épocas. O solo sob plantio direto apresentou maior densidade, menor macroporosidade e porosidade total, quando comparado aos preparos com mobilização, especialmente na camada superficial. O manejo do solo com mobilização resultou em melhor crescimento inicial de *Eucalyptus grandis*. A permanência dos efeitos da escarificação sobre as propriedades físicas do solo persistiram após um ano da mobilização do solo.

Palavras-chave: manejo do solo, crescimento, eucalipto.

ABSTRACT

The minimum tillage in the forest sector has been used as a way to increase productivity, combined with the maintenance of biodiversity and soil conservation. This study aimed to identify and quantify the effect of soil tillage on soil physical properties and in the initial growth of *Eucalyptus grandis*. The experiment was conducted in Hapludalf soil located in the FEPAGRO FLORESTAS, Santa Maria, Rio Grande do Sul state. The experimental design was a complete randomized block with three replication and four treatments as follow: 1) no-tillage (PD); 2) chisel plow (Esc); chisel plow plus harrowing (EG) and; rotary plow (rotary tiller) (ER). The physical properties were determined in two times. The soil under tillage had higher bulk density, lower porosity and macroporosity, compared with soil under mobilization, especially in the surface layer. The soil tillage with mobilization resulted in better initial growth of *Eucalyptus grandis*. The effects of soil chiselling on the physical properties of soil persisted after a year of soil cultivation.

Key words: soil tillage, growth, eucalyptus.

INTRODUÇÃO

O interesse no cultivo de espécies florestais de rápido crescimento no Brasil tem aumentado devido, principalmente, à diversificação de uso de sua madeira, além da facilidade de adaptação às mais variadas condições edafoclimáticas. Sendo assim, atualmente o Brasil é o país com maior área de floresta plantada da América Latina, com cerca de 5,6 milhões, destes, 61% é cultivado com *Eucalyptus sp.* (SBS, 2006).

A técnica do cultivo mínimo ou plantio direto no setor florestal tem se destacado como forma de aumentar a produtividade, aliado à manutenção da biodiversidade e a conservação do solo, quanto às suas características físicas, químicas e biológicas. Porém quando realizado de forma intensa e inadequada esses objetivos não são alcançados, resultando em aumento da densidade e diminuição da porosidade, o que dificulta o desenvolvimento do sistema radicular das plantas resultando em redução da produtividade.

O crescimento das raízes, o desenvolvimento e a produção das culturas são influenciados pelo nível de compactação do solo, dependendo do sistema de manejo. Para algumas condições de solo, o plantio direto ou preparo reduzido podem não ser suficientes para adequar o solo fisicamente às plantas, provocando redução da produtividade. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi identificar e quantificar o efeito dos métodos de preparo do solo na densidade, porosidades e no desenvolvimento inicial de *Eucalyptus grandis* em Argissolo.

1.Doutoranda do Curso de Pós Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. E-mail: juliprev@hotmail.com. Santa Maria, RS.

2.Professor Adjunto do Departamento de Solos da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. E-mail: dalvanreinert@gmail.com; reichert@smail.ufsm.br. Santa Maria, RS.

3.Doutorandos do Curso de Pós Graduação em Ciência do Solo da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM. E-mail: eracildafontanela@yahoo.com.br; douglasrodrigokaiser@gmail.com. Santa Maria, RS.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os ecossistemas destinados às plantações florestais geralmente são de baixa fertilidade natural ou áreas com histórico de uso inadequado da terra, com desmatamento e emprego de técnicas impróprias de manejo agropecuário (GONÇALVES, 2002). A fragilidade desses ecossistemas implica na necessidade de um cuidadoso planejamento da implantação florestal, frente ao grande risco de acelerar o processo de degradação desses solos. O preparo do solo na silvicultura melhora as condições para o estabelecimento das plantas e o crescimento inicial e aumenta a produtividade florestal, além de controlar plantas daninhas, pragas e doenças e contribuir para a melhoria das condições físicas do solo. Porém, diferentes sistemas de manejo têm alterado as propriedades físicas e mecânicas do solo (DIAS JUNIOR & PIERCE, 1996), podendo causar compactação com diferentes níveis, em função da classe de solo e da época de realização das operações mecanizadas.

O sistema de plantio direto foi desenvolvido com o objetivo de buscar a sustentabilidade da produção agrícola e florestal, além de ser eficiente no controle da erosão (RESCK, 1999) e evitar exposição do solo à intensa ação da chuva. Contudo, o não revolvimento, aliado ao tráfego de máquinas, acarreta alterações na sua estrutura que, associadas à reduzida rugosidade superficial, podem ser desfavoráveis à infiltração de água, modificando sua dinâmica nesse sistema (CAMARA et al., 2005).

A escarificação ou cultivo mínimo do solo rompe as camadas compactadas até uma profundidade de 0,30 m. Esse processo, segundo Taylor & Beltrame (1980) gera benefícios imediatos por reduzir a densidade do solo o que, por sua vez, reduz a resistência à penetração, aumenta o volume de macroporos, melhora a aeração e a drenagem interna do solo, resultando em infiltração mais rápida da água e conseqüentemente, diminui o escoamento superficial.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na FEPAGRO FLORESTAS, localizado no município de Santa Maria, RS. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical úmido, sem estiagens. Apresenta precipitação média anual de 1.769 mm e temperatura média anual de 19°C (MORENO, 1961). O solo estudado é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico arênico (EMBRAPA, 1999) e, segundo a análise granulométrica, o solo possui valores médios de 165,5 g kg⁻¹ de argila, 195,7 g kg⁻¹ de silte e 638,7 g kg⁻¹ de areia (classe textural franco arenosa) até a profundidade de 0,30 m.

A área experimental encontrava-se em pousio por mais de 20 anos, com cobertura de gramíneas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com os seguintes tratamentos: plantio direto (PD); escarificação (Esc) até 0,30 m de profundidade; escarificado mais grade niveladora (EG) até 0,30 m de profundidade e enxada rotativa (ER) até 0,20 m de profundidade, distribuídos em três blocos com parcelas de 20 x 30 metros. As mudas de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. foram plantadas no dia 28/11/2006, com espaçamento de 2,0 x 3,0 m. Cada parcela foi composta por 100 plantas, distribuídas em 10 linhas com 10 plantas, sendo consideradas nas avaliações dendrométricas somente as 36 plantas centrais. As manutenções foram constituídas de roçadas e contínuo combate às formigas.

Foram feitas avaliações da altura e diâmetro a altura do peito (Dap) aos 12 meses de idade das plantas, com o auxílio de uma régua telescópica e paquímetro digital. Quando a cultura do eucalipto se encontrava com 8 meses de idade, selecionou-se as plantas com altura média de cada parcela para realizar a avaliação da distribuição do sistema radicular nos diferentes tratamentos, usando o método do perfil descrito por Böhm (1979). O perfil foi feito perpendicularmente à linha de plantio, com a parede vertical distante 0,05 m da planta. As raízes foram expostas cuidadosamente e, após, utilizou-se um retângulo de 1,00 x 0,60 m subdividido com fio de náilon formando uma malha de 0,05 x 0,05 m, com a finalidade de desenhar a distribuição radicular no perfil. Nestas mesmas plantas foi determinada a biomassa aérea, sendo separadas todas as folhas, galhos e tronco. Todos esses componentes foram pesados separadamente a fim de obter a massa fresca, posteriormente foram secas em estufa com temperatura de 60° C até atingirem peso constante, para determinar o peso da massa seca.

As amostragens de solo foram realizadas em 2 épocas distintas: época 1, antes da aplicação dos tratamentos, com o objetivo de caracterizar a área experimental; época 2, doze meses após instalação do experimento. Amostras de solo com estrutura preservada foram coletadas em cilindros metálicos de 0,06 m de diâmetro e 0,05 m de altura em quatro camadas (0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30; 0,30-0,40 m), para a determinação da densidade, macroporosidade e porosidade total do solo conforme metodologia descrita em EMBRAPA (1997).

Os resultados obtidos para densidade, macroporosidade e porosidade total do solo e crescimento inicial do eucalipto foram submetidos à análise de variância, utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de significância para a comparação entre tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados de densidade obtidos são menores na camada superficial de 0,00-0,10 m (Tabela 1), provavelmente em decorrência da maior quantidade de resíduos vegetais sobre o solo, os quais reduzem a ação do peso das máquinas no momento do preparo e, além disso, Cavichiolo (2005) relata que na superfície do solo ocorrem com maior frequência os processos de umedecimento e secagem, facilitando a recuperação da sua estrutura nessa camada.

TABELA 1: Densidade do solo (Mg m^{-3}) nos diferentes manejos e épocas de avaliação, nas camadas 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 m do Argissolo.

Época	PD	Manejo			Média
		Esc	EG	ER	
Profundidade de 0-0,10 m					
1	1,52	1,48	1,43	1,45	1,47a
2	1,17	1,19	1,29	1,15	1,2b
Média	1,35	1,34	1,36	1,30	
CV (%)	6,84				
Profundidade de 0,10-0,20 m					
1	1,57	1,56	1,53	1,53	1,55a
2	1,50	1,39	1,40	1,50	1,45b
Média	1,54	1,48	1,47	1,52	
CV (%)	7,73				
Profundidade de 0,20-0,30 m					
1	1,52	1,54	1,50	1,48	1,51a
2	1,49	1,47	1,42	1,46	1,46b
Média	1,51a	1,50a	1,46b	1,47ab	
CV (%)	5,88				

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Em todos os tratamentos ocorre redução da densidade do solo após um ano da aplicação do manejo, sendo mais expressivo nos tratamentos escarificados. Os valores de densidade aumentam com a profundidade, essa tendência também foi observada por Riquelme (2004) analisando diferentes sistemas de manejo para a cultura do feijoeiro em um Argissolo em Santa Maria, RS. Segundo Suzuki (2005), alterações na densidade do solo em profundidade é função da tendência natural do solo e do manejo adotado.

O valor máximo de densidade ocorreu no tratamento PD em todas as camadas avaliadas em relação aos tratamentos revolvidos, corroborando com Cavichiolo (2005). A densidade do solo na camada de 0,10-0,20 m, independente do manejo aplicado, foi sempre a maior, provavelmente em função da ação dos implementos utilizados, os quais interferiram em maior intensidade nessa camada.

Para a macroporosidade do solo não ocorreu interação significativa entre manejo e época de avaliação (Tabela 2). O PD apresentou em todas as épocas avaliadas e profundidades, com exceção da camada de 0,00-0,10 m, valores inferiores ou próximos ao considerado mínimo ($0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$) para um adequado crescimento e desenvolvimento das plantas (VOMOCIL & FLOCKER, 1966). Os demais tratamentos apresentaram diminuição da quantidade de macroporos após um ano da aplicação, porém essa redução não atingiu o valor crítico de $0,10 \text{ m}^3 \text{ m}^{-3}$.

TABELA 2: Macroporosidade do solo (m m^{-3}) nos diferentes manejos e épocas de avaliação, nas camadas 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 m do Argissolo.

Época	PD	Manejo			Média
		Esc	EG	ER	
Profundidade de 0-0,10 m					
1	0,097	0,106	0,139	0,142	0,120b
2	0,208	0,234	0,181	0,233	0,210a
Média	0,152	0,170	0,160	0,188	
CV (%)	25,4				
Profundidade de 0,10-0,20 m					
1	0,118	0,096	0,140	0,130	0,120
2	0,071	0,145	0,125	0,103	0,110
Média	0,094	0,120	0,133	0,116	
CV (%)	47,63				
Profundidade de 0,20-0,30 m					
1	0,110	0,096	0,143	0,137	0,120
2	0,061	0,089	0,113	0,121	0,100
Média	0,085a	0,093ab	0,128ab	0,129a	
CV (%)	37,07				

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

A porosidade total (Tabela 3) na camada de 0,00-0,10 m apresentou os maiores valores comparada com as demais, independentemente da época avaliada e do manejo, o que está relacionado com a menor densidade do solo nessa camada, fato também verificado por Rigatto et al. (2005). Em relação ao sistema de manejo, o tratamento sem mobilização (PD) resultou em menor porosidade total, com alguns valores abaixo da faixa ideal proposta por Prevedello (1996), sendo de 0,35-0,50 m³ m⁻³ para solos arenosos, principalmente nas camadas mais profundas.

TABELA 3: Porosidade total do solo (m m⁻³) nos diferentes manejos e épocas de avaliação, nas camadas 0,00-0,10; 0,10-0,20; 0,20-0,30 m do Argissolo.

	Manejo				Média
	PD	Esc	EG	ER	
Profundidade de 0-0,10 m					
1	0,410	0,420	0,440	0,420	0,420b
2	0,480	0,490	0,450	0,530	0,490a
Média	0,445	0,455	0,445	0,475	
CV (%)	7,88				
Profundidade de 0,10-0,20 m					
1	0,385	0,369	0,395	0,380	0,380
2	0,342	0,399	0,393	0,357	0,370
Média	0,363	0,384	0,394	0,368	
CV (%)	12,18				
Profundidade de 0,20-0,30 m					
1	0,370	0,361	0,405	0,380	0,380
2	0,325	0,356	0,380	0,363	0,360
Média	0,347	0,359	0,393	0,371	
CV (%)	10,38				

Médias seguidas de letras iguais, maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

As raízes das plantas de *E. grandis* atingiram profundidade superior 0,60 m, mas demonstraram maior volume de solo explorado nos tratamentos com revolvimento (Figura 1).

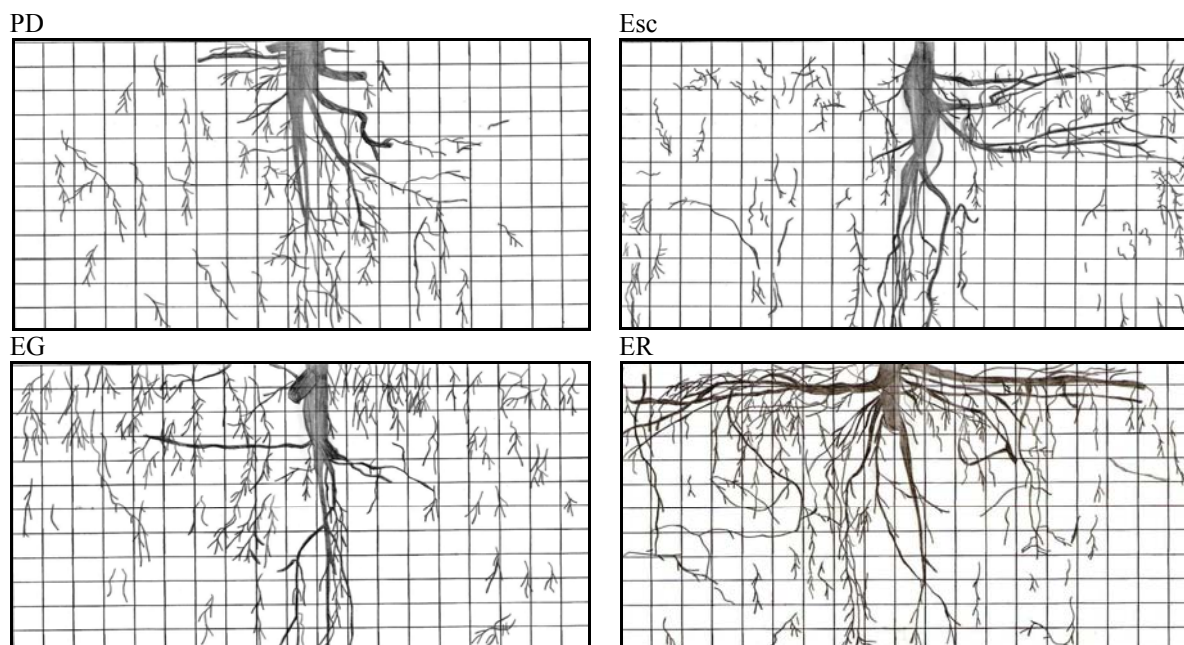


FIGURA 1: Distribuição radicular do *E. grandis* no perfil cultural (1,0 x 0,60 m) nos diferentes tratamentos. Quadrícula com malha de 0,05 x 0,05m.

Nos tratamentos Esc e EG, a distribuição radicular apresentou maior aprofundamento das raízes, sem ocorrência de desvio da raiz principal, e com boa distribuição das raízes secundárias. No manejo ER, observa-se uma boa exploração das raízes secundárias mais em superfície, com menor desenvolvimento da raiz principal. No PD, as plantas apresentaram menor distribuição radicular, tanto pela raiz principal quanto pelas raízes secundárias. Stape et al. (2002) avaliando o crescimento inicial de um clone de *Eucalyptus grandis x urophylla* submetido a diferentes sistemas

de preparo do solo e fertilização em Argissolo verificou que, o sistema radicular das plantas que receberam preparo do solo em maior profundidade apresentaram maior aprofundamento e densidade radicular do que na área sem preparo.

O tratamento ER apresentou maior quantidade de biomassa total da parte aérea do eucalipto (folhas, galhos, lenho e casca), com mais de 2500 Kg ha⁻¹, porém não apresentou diferença estatística entre os tratamentos (Figura 2).

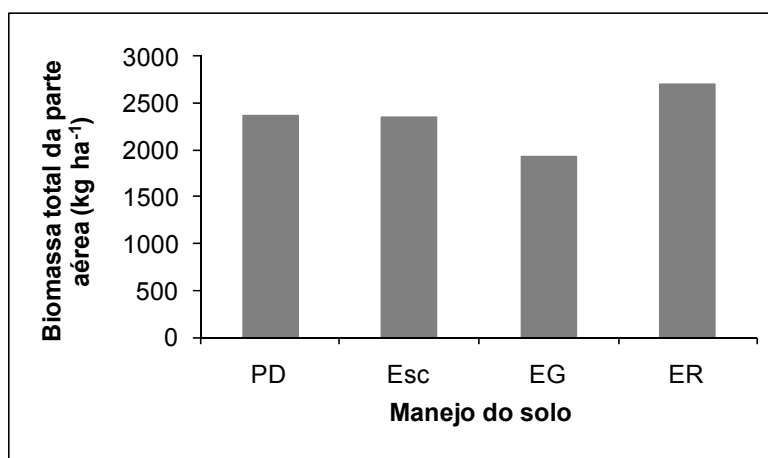


FIGURA 2: Biomassa das árvores médias de *E. grandis*.

Podemos verificar na Tabela 4 que, houve tendência de aumento da altura e do Dap, com reflexos no volume, à medida que se intensificou o preparo do solo, com superioridade de Dap de 42 % no tratamento ER em relação ao PD após 12 meses de plantio, evidenciando a importância do revolvimento do solo no início do desenvolvimento das árvores. Finger et al. (1996) encontraram crescimento de eucalipto com Dap superior a 50 % em solo subsolado em relação ao não subsolado no povoamento com mais de 24 meses de idade.

O PD apresentou um baixo índice de sobrevivência, com 59 %, podendo estar relacionado à maior dificuldade de estabelecimento das raízes no solo não revolvido, ou devido à maior competição por plantas daninhas e ataque de formigas, verificado no período inicial do desenvolvimento das plantas. Porém, com o aumento da intensidade de preparo resultou em maior sobrevivência das mudas, sendo o ER o tratamento com maior número de plantas. Gatto et al. (2003) obtiveram 71,2 % de sobrevivência para as plantas que receberam cultivo mínimo, contra 88,5 % para o tratamento que recebeu queima, destoca e subsolagem.

TABELA 4: Valores médios de Dap, altura, volume e sobrevivência do *E. grandis* aos 12 meses de idade.

	Dap	Altura	Volume	Sobrevivência
Manejo	cm	m	m ³ ha ⁻¹	%
PD	1,57b	2,40b	1,07b	59c
Esc	1,95ab	2,65b	1,99ab	82ab
EG	2,06ab	2,80b	2,23ab	87ab
ER	2,69a	3,58a	4,76a	91a

Médias seguidas de letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

O solo sob plantio direto apresentou maior densidade do solo, menor macroporosidade e porosidade total, quando comparado aos preparos com mobilização, especialmente na camada superficial;

A análise da distribuição radicular no perfil, apesar de ser um método qualitativo, foi eficiente em demonstrar o efeito do preparo do solo para implantação do *Eucalyptus. grandis*;

As mudas de eucalipto plantadas sob o preparo com enxada rotativa apresentaram maior crescimento em diâmetro a altura do peito, altura, volume e sobrevivência, em contrapartida, o menor crescimento foi obtido no plantio direto.

A permanência dos efeitos da escarificação sobre as propriedades físicas do solo persistiram após um ano da mobilização do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BÖHM, W. **Methods of studing root sistems**. Berlin: Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 1979. 190 p.

- CAMARA, R. K.; KLEIN, V. A. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 5, p. 789-796, set./out. 2005.
- CAVICHIOLO, S.R.; DEDECEK, R.A.; GAVA, J.L. Modificações nos atributos físicos de solos submetidos a dois sistemas de preparo em rebrota de *Eucalyptus saligna*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, n. 4, p. 571-577, jul./ago. 2005.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA – Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1997. 212 p. (EMBRAPA-CNPS, 1).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA - Embrapa Produção de Informação, 1999. 412 p.
- FINGER, C. A. G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM / CEPEF / FATEC, 1992. 269 p.
- GATTO et al. Efeito do método de preparo do solo, em área de reforma, nas suas características, na composição mineral e na produtividade de plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 1-15, set./out. 2003.
- GONÇALVES, J. L. M. Principais solos usados para plantações florestais. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002, cap. 1, p.1-46.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- DIAS JUNIOR, M. S.; PIERCE, F. J. Revisão de Literatura. O processo de compactação do solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 20, n. 2, p. 175-182, maio/ago. 1996.
- PREVEDELLO, C. L. **Física do solo**. UFPR, Curitiba, 1996. 445 p.
- RIGATTO, P. A.; DEDECEK, R. A.; MATTOS, J. L. M. Influencia dos atributos do solo sobre a produtividade de *Pinus taeda*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 29, p. 701-709, set./out. 2005.
- RIQUELME, U. F. B. **Propriedades físicas e hídricas do solo em sistemas de manejo do feijoeiro**. 2004. 95 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- RESCK, D. V. S. **O plantio direto como alternativa de sistema de manejo e conservação do solo e da água na região dos cerrados**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 27., Brasília, 1999. Resumo expandido. Brasília, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1999. CD-ROM.
- SUZUKI, L. E. A. S. **Compactação do solo e sua influência nas propriedades físicas do solo e crescimento e rendimento de culturas**. 2005. 151 p. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS: Fatos e números do Brasil florestal. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>, 2006. Acesso em: 02 out. 2007.
- STAPE et al. Definição de métodos de preparo do solo para silvicultura em solos coesos do litoral norte da Bahia. In: GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L. **Conservação e cultivo de solos para plantações florestais**. Piracicaba: IPEF, 2002, cap. 7, p. 259-296.
- TAYLOR, J. C.; BELTRAME, L. F. S. Por que, quando e como utilizar a subsolagem. **Lavoura Arrozeira**, Porto Alegre, v. 3, n. 320, p. 34-44, mai./jun. 1980.
- VOMOCIL, J.A.; FLOCKER, W.J. Effect of soil compaction on storage and movement of soil, air and water. **Transactions of the American Society of Agricultural Engineers**, v. 4, p. 242-246, 1966.

ASPECTOS DA GERMINAÇÃO DE *Eugenia involucrata* DC

GERMINATION ASPECTS OF *Eugenia involucrata* DC

Franco,¹ E. T. H., Paranhos,² J. T.

RESUMO

O conhecimento do comportamento germinativo das espécies nativas é de grande valia para a silvicultura como estratégia de conservação. A *Eugenia involucrata*, chamada de cerejeira do mato, apesar do grande número de frutos produzidos não forma agrupamentos naturais. Por esta razão avaliou-se a influência do grau de maturação dos frutos, a longevidade das sementes em condições naturais de armazenamento e a velocidade da germinação em sementes com e sem tegumento (escarificadas). No primeiro teste, os frutos foram classificados em quatro estádios de maturação de acordo com sua cor (verdes, vermelho-claro, vermelho e negrovináceos), sendo as sementes foram retiradas de cada grupo e colocadas para germinar em placas de Petri forradas com papel filtro. Em um segundo teste as sementes maduras com e sem tegumento foram colocadas para germinar logo após a coleta. Outro lote de sementes foi armazenado em sacos de papel, em condições naturais de temperatura e umidade por um período de 30, 45 e 60 dias. O delineamento experimental foi blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições, sendo a comparação entre médias feita pelo teste de Duncan, a 5%. As observações foram feitas duas vezes por semana, sendo consideradas germinadas as sementes que emitiram a radícula calculando-se a porcentagem de sementes germinadas. Comparando o grau de maturidade dos frutos, 83% das sementes advindas dos frutos negrovináceos e 78% das advindas dos frutos verdes germinaram, indicando que as sementes de cerejeira atingem a maturidade fisiológica quando os frutos ainda estão verdes. O maior percentual de germinação foi observado aos 14 dias, com 100% das sementes sem o tegumento germinaram. Para as sementes intactas aos 65 dias após a instalação do experimento a germinação atingiu 95%. Quanto à viabilidade, constatou-se que o tempo de estocagem das sementes reduz significativamente o percentual de germinação tanto em sementes intactas como nas escarificadas, indicando a sua curta viabilidade. Após 60 dias de armazenamento 8% sementes escarificadas e 1% de intactas germinaram. A colheita das sementes pode ser feita com fruto de coloração verde. A germinação pode ser acelerada com a retirada do tegumento, pois as sementes têm curta viabilidade, recomendam-se mais estudos sobre o armazenamento.

Palavras-chave: cerejeira-do-mato, armazenamento, maturação frutos, sementes florestais

ABSTRACT

The knowledge of germinative behavior of the native species is very important to silviculture. The present study provide information on the maturation degree of the *Eugenia involucrate* fruits, a native Brazilian Myrtaceae cherry tree, on the seed germination and the germination speed both with and without seeds (scarified), as well as the seed longevity in distinct conditions of storage. At the first trial, fruits were classified into four maturity classes (green, light red, red and black). In the second trial, intact and scarified seeds from mature fruits, i.e., with the removal of the tegument, were placed in Petri dishes immediately after the collection for germination. In the third trial, seeds were stores in paper bags at room conditions (21-25°C, 65-90% RH) for a period of 30, 45, and 60 days. Evaluations were performed twice a week and seeds showing radicle protrusion were considered as germinated. The entirely randomizes experimental blocs design was used, with five replicates, being comparison among average done by the Duncan test, the 5% of probability. Seeds of *Eugenia involucrate* were considered physiologically mature at the green stage. Higher percentage of germination (100%) was observed in scarified seeds 14 days after incubation and only after 65 days 95 % in intact seeds germinated. Seed storage decreased its viability, when after 60 days storage 8% of the scarified seeds and 1% of intact seeds germinated. The seeds collection can take when the fruits green colors. Scarified seeds can acceleration the process germinative because the seed has short viability.

Key word: *Eugenia involucrate*, Myrtaceae cherry tree, seeds, germination, fruit maturity.

INTRODUÇÃO

A expansão agrícola ocasionou a derrubada de matas nativas reduzindo a cobertura por florestas a níveis de 1%, somado ao intenso uso das madeiras utilitárias e de outras espécies de valor ecológico que são hoje escassas ou inexistentes. A perda da biodiversidade biológica é irreversível, e a interferência humana na natureza ocasionará mega-

1. Prof^a. Colaboradora-Aposentada. Departamento de Biologia/CCNE/UFSM./Santa Maria/RS. Prof^a. associada da UNIJUI/IJUI/RS. elcifranco@smail.ufsm.br

2. Prof^a. de Botânica do Departamento de Biologia. CCNE/ UFSM. Santa Maria/RS.

extinções, pois o conceito de diversidade biológica não é considerado importante e nem compreendido pela humanidade (GOTLIEB, 1996). A eliminação de tantas espécies causa sérios danos a este patrimônio natural, uma alternativa válida para compensar o desmatamento indiscriminado, é reflorestar regiões através da silvicultura diversificada. Para esse procedimento é necessário o conhecimento básico que envolva a fisiologia da semente, crescimento, desenvolvimento e produtividade das espécies a serem cultivadas, permitindo a cultura e exploração dos melhores exemplares, conservando-os e renovando-os.

Eugenia involucrata é uma espécie distribuída desde Minas Gerais até o Rio Grande do Sul, e mais ao norte dos países do Prata. Nestes locais não há agrupamentos, e apesar do grande número de sementes que caem em torno da planta mãe, estas não germinam, sendo por isso considerada espécie rara (REITZ, et. al 1978). É um arbusto ou árvore de porte mediano, com tronco reto, liso que fornece madeira elástica e resistente muito usada para serviços de carpintaria. Têm flores melíferas, fruto tipo baga muito apreciado pelo sabor, sendo usado para geléias, licores e alimentação natural das aves silvestres.

De um modo geral, as sementes atingem a maturação, ao mesmo tempo em que o fruto que as contém. Algumas, porém, em condições propícias de ambiente podem germinar antes que o fruto amadureça. A correlação da mudança da coloração dos frutos com a época de maturação das sementes, associados a outros índices tem sido relatada para algumas espécies, como o tarumã-branco, (*Citharexylum myrianthum* Cham.) por AMARAL et al., (1993), na qual a cor vermelha foi considerada como indicador de maturação. Para a espécie *Copaifera langsdorffii* (Copaíba), as sementes de frutos coletados verdes apresentaram maior porcentagem e coeficiente de velocidade de germinação quando comparados com outros graus de maturação, e não havendo diferenças no processo germinativo, concluindo-se que nas sementes provenientes de frutos de cor verde, o embrião já está completamente desenvolvido (BORGES e BORGES, 1979).

Frutos colhidos na mesma época de *Cucurbita moschata* Dunch aumentaram a porcentagem de germinação à medida que se prolongou o período do armazenamento, porém, esta estocagem dos frutos é viável no início da maturação das sementes, quando estas precisam de tempo suficiente para completar o processo de amadurecimento e alcançar o máximo de vigor (ARAÚJO et.al., 1982). Conforme LABOURIAU (1983), muitas sementes, mesmo depois de separadas da planta-mãe, continuam seu desenvolvimento sob uma forma externamente inaparente, com uma diferenciação química que pode ou não ser acompanhada de crescimento intra-seminal do embrião.

Do ponto de vista fisiológico, os estudos de viabilidade, armazenamento são eficientes para se conhecer eventos importantes no tempo de vida e das mudanças deteriorativas que ocasionam a morte das sementes. Este trabalho teve como objetivo verificar a influencia do grau de maturação dos frutos, a velocidade da germinação em sementes intactas e escarificadas, e ainda a longevidade em condições naturais de armazenamento de *Eugenia involucrata*, caracterizando o desenvolvimento morfológico das plântulas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os frutos de cerejeira, *Eugenia involucrata* D.C., foram coletados em exemplares localizados em diferentes pontos da cidade de Santa Maria, RS. O experimento foi conduzido no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Santa Maria. Frutos de cerejeira foram classificados conforme a sua coloração externa, em 4 estádios de maturação, os quais constituíram os tratamentos para o teste 1: Frutos verdes (Estádio I), Frutos vermelhos claros (Estádio II), Frutos vermelhos (Estádio III) e Frutos negrovináceos (Estádio IV). De cada grupo de frutos foi retirada, manualmente, uma amostra de 100 sementes, lavadas e tratadas com hipoclorito de sódio a 10% do comercial (2% de cloro Ativo), por 10 minutos, e depois de lavadas em água destilada por 10 minutos. Foram distribuídas 20 sementes por placa de Petri, tendo como substrato três camadas de papel filtro umedecido com água destilada. As placas foram colocadas em germinador com temperatura controlada a +/- 25°C.

No Teste 2 sementes maduras intactas e escarificadas (remoção da testa com auxílio de bisturi), oriundas de frutos maduros, foram colocadas para germinar no dia posterior a coleta. Para o teste 3 estocaram-se as sementes em sacos de papel, em condições naturais de Temperatura e umidade, por um período de 30, 45 e 60 dias, tendo como tratamentos sementes escarificadas e intactas, utilizando-se os mesmos procedimentos descritos acima.

O delineamento experimental foi o de blocos inteiramente casualizados com cinco repetições por tratamento. Foram consideradas germinadas as sementes que emitiram a radícula, avaliadas duas vezes por semana, a partir da data de montagem, durante o período de cinco semanas quando foi considerado finalizado o experimento. O resultado foi determinado em função da porcentagem de sementes germinadas e a análise das variáveis foi feita através do teste de Duncan a 5% de probabilidade.

A observação morfológica das diferentes fases de desenvolvimento da plântula foi ilustrada manualmente a olho nu ou com o auxílio de lupa de mesa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do teste de germinação das sementes provenientes de frutos classificados em 4 estádios de maturação conforme a sua coloração consta na Tabela 1, sendo que os mesmos apresentaram média geral de germinação 79,21. Pode-se verificar que não houve diferença significativa entre os tratamentos ao nível de 5% de probabilidade, apenas uma pequena variação entre os estádios de maturação das sementes estudadas. Aquelas oriundas

de frutos de coloração verde apresentaram porcentagem de germinação com valores próximos aos obtidos para as sementes dos frutos de coloração negrovinácea, considerados bem maduros, indicando que os embriões já se encontram plenamente desenvolvidas apesar dos frutos ainda estarem verdes. A correlação da mudança de cor dos frutos, associados a outros índices foi relatada para a *Cedrella fissilis* (CORVELHO et al., 1999), entre outras. Já, as sementes de craveiro-da-índia demonstraram superioridade na qualidade das sementes de cor escura em relação às de cor clara, indicando que nesta espécie houve influência do grau de maturação dos frutos no vigor das sementes. Para *Podocarpus lambertii* a cor roxa foi usada como parâmetro indicativo de coleta, onde ocorreu o maior índice de germinação para esta espécie florestal (RAGAGNIN et al., 1994).

TABELA 1: Germinação das sementes (%) de *Eugenia involucrata* obtida nos 4 estádios de maturação dos frutos.

Coloração dos frutos	% de Germinação das sementes
Frutos negrovináceos	83,73 ^a
Frutos vermelhos	77,46 ^a
Frutos vermelhos claros	77,19 ^a
Frutos verdes	78,57 ^a
Média	79,23
Coefficiente de variação	3,88 %
Desvio Padrão	3,09

Frutos com cálice de coloração verde-pardacenta a marrom foram o indicativo visual da maturação das sementes de tarumã de espinho, no qual houve um aumento no vigor das sementes (LEONHARDT et al. 2001). Entretanto, para *Paspalum guenoarum* o maior percentual de germinação foi atingido pelas sementes que apresentavam cor verde (NEVES et al., 1981), fato também observado para *Copaifera langsdorfii* (BORGES et al., 1979) que aconselharam a coleta dos frutos quando estes ainda estiverem verdes. A cor pode ser utilizada como indicador fisiológico da maturação das sementes ou como indicação da melhor época de colheita.

Os resultados obtidos sugerem que as sementes de *Eugenia involucrata* atingem maturidade fisiológica ainda quando os frutos estão verdes, evidenciando que se pode proceder à coleta de sementes de cerejeira neste estágio (I), para o cultivo da mesma. Tal procedimento reduziria perdas, pois, segundo POPINIGIS (1985), depois de alcançada a maturidade do fruto (pericarpo), as sementes podem sofrer danos por ataque de larvas de insetos e doenças, assim como podem sofrer deteriorização por umidade e temperatura elevadas, geadas, secas, fatores esses que prejudicam ou anulam a germinação, dependendo da intensidade em que atingem as sementes.

Na Figura 1 podemos observar que as sementes intactas começaram a germinar 15 após a semeadura, atingindo o percentual máximo aos 60 dias com 96% de sementes germinadas. As escarificadas iniciaram a germinação no 5º dia após a semeadura atingindo 100% no 14º dia, demonstrou a aceleração o processo germinativo devido ao processo de escarificação, pois a remoção do tegumento facilita as trocas gasosas e a entrada de água, fatores iniciais indispensáveis na promoção da germinação de sementes. SANCHOTENE (1984) observou que a germinação de sementes da *Eugenia involucrata* intactas no campo ocorreu entre 30 a 40 dias após a semeadura.

Em relação à viabilidade (Figura 2) o período de estocagem de 30 dias permitiu 58% de germinação para as sementes intactas e 53% para as sementes escarificadas. Aos 45 dias de armazenamento houve uma redução dos índices anteriores. Aos 60 dias, 8% das sementes escarificadas germinaram e apenas 1% as intactas. Quanto à viabilidade, constatou-se que à medida que aumentava o tempo de estocagem das sementes, diminuía significativamente o percentual de germinação, permanecendo maior nas sementes escarificadas, o que demonstra que a presença do tegumento protege a semente e retarda o processo germinativo. Estes resultados indicam que à medida que aumenta o período de armazenamento há uma perda da viabilidade, indicativo de vida curta. Segundo CORVELLO, et al., (1999) as sementes de cedro (*Cedrela fissilis* Vell.) e de cedro-rosa (PIÑA-RODRIGUES & JESUS, 1992) perdem a viabilidade em poucos meses após a colheita, em armazenamento em condições ambientais. As sementes de espécies perenes secundárias apresentam uma longevidade natural curta e por isso deve-se identificar mais precisamente a época da colheita, sob pena da perda total do potencial germinativo em curto período de tempo observações feitas por KAGEYAMA & VIANA, in apud PIÑA-RODRIGUES & JESUS (1992).

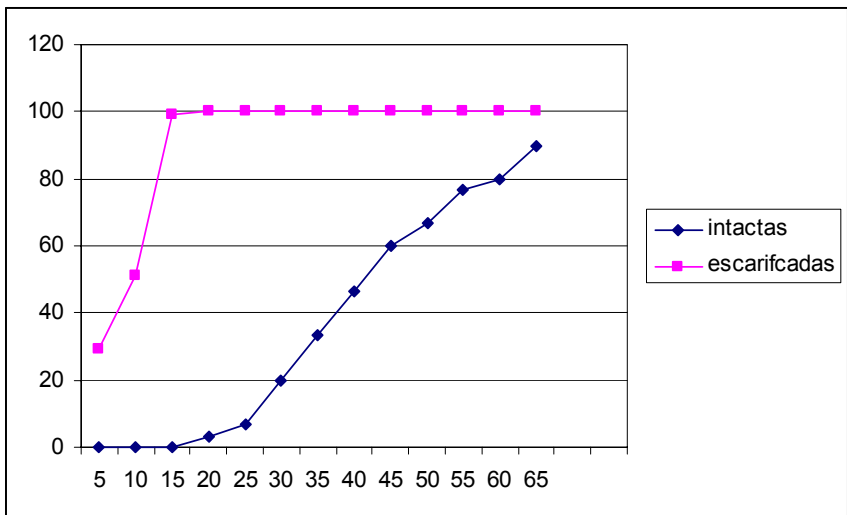


FIGURA 1: Velocidade da germinação de sementes intactas e escarificadas de *Eugenia involucrata*.

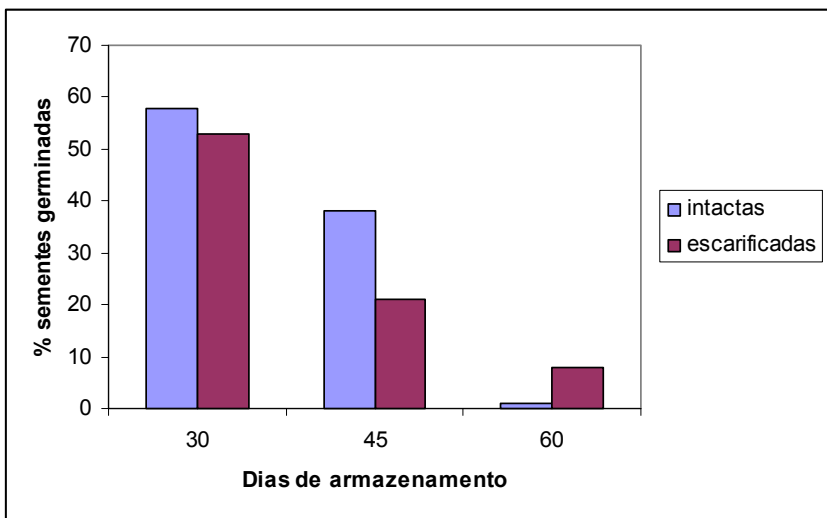


FIGURA 2: Número de sementes germinadas de *Eugenia involucrata* em três períodos de estocagem em condições naturais.

Segundo REITZ et al., (1988), a regeneração natural é pouco observada devido à presença de substâncias inibidora que impedem a germinação. Mas observamos por ocasião das coletas, que os frutos e as sementes são atacados por formigas, larvas de insetos e, quando maduros por fungos desencadeando um processo fermentativo, o que certamente diminui o potencial germinativo das sementes, razão pela qual a regeneração natural é baixa.

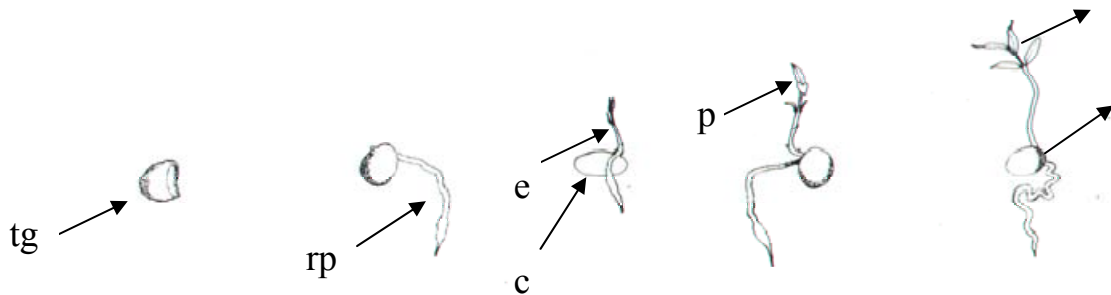


FIGURA 3: Aspectos morfológicos do processo germinativo e do estágio de plântula de *Eugenia involucrata*. (c - cotilédone; rp- raiz primária; e- epicótilo; p – protófilio; ga – gema apical; co – coleto; tg – tegumento).

A germinação observada em *Eugenia involucrata* é epígea, com emissão da radícula após 4 dias da sementeira, rompendo o tegumento que fica de coloração esverdeada, superfície lisa; raiz de coloração amarelo-creme, sinuosa, pilosa, com poucas raízes secundárias; coleto perceptível, hipocótilo glabro cilíndrico, protófilos simples, opostos, cutos peciolados de coloração verde clara. Gema apical desenvolvida, inserida entre os protófilos.

OLIVEIRA e PEREIRA (1984), estudando a morfologia da germinação em Mirtáceas, observaram que *Eugenia involucrata* apresentou um índice de 26-36% de plantas normais, 22-24% de plantas anormais e 41-21% ainda com possibilidade de desenvolvimento, resultados que não foram confirmados neste estudo. As plântulas obtidas dos testes de escarificação e de sementes oriundas de frutos verdes apresentaram um desenvolvimento com aspecto normal, indicativo de que o embrião já está plenamente desenvolvido.

Comparando o grau de maturidade dos frutos, 83% das sementes advindas dos frutos negrovináceos e 78% das advindas dos frutos verdes germinaram, indicando que as sementes de cereja atingem a maturidade fisiológica quando os frutos ainda estão verdes. O maior percentual de germinação foi observado aos 14 dias, com 100% das sementes sem o tegumento germinadas. Para as sementes intactas o número máximo de sementes germinadas ocorreu aos 65 dias após a instalação do experimento a germinação atingiu 95%. Quanto à viabilidade, constatou-se que o tempo de estocagem das sementes de 60 dias reduz significativamente o percentual de germinação tanto em sementes intactas (1%) como nas escarificadas (8%), indicando a sua curta viabilidade. A germinação pode ser acelerada com a retirada do tegumento. Recomendam-se para a produção de mudas sementeira logo após a colheita e sugere-se estudos de outras forma de armazenamento.

CONCLUSÕES

Os frutos de *Eugenia involucrata*, independente da cor, tem a germinação equivalente, portanto as sementes atingem a maturidade fisiológica quando os frutos ainda estão verdes.

O maior percentual e velocidade de germinação (100%) ocorreu aos 14 dias para as sementes escarificadas, enquanto que para as intactas foi de 95% aos 65 dias.

A presença do tegumento retarda o processo germinativo, mas é condição apropriada para o armazenamento.

A viabilidade diminui à medida que aumentou o tempo de estocagem das sementes, ficando abaixo de 8% em ambos os tratamentos, confirmando ser esta espécie de curta viabilidade

Todas as plântulas obtidas apresentaram um desenvolvimento normal.

A colheita das sementes pode ser feita com fruto de coloração verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, W.A.N., NAKAGAWA, J., KAGEAYAMA, P.Y. Maturação fisiológica de *Citharexylum myrianthum* Cham **Informativo da ABRATES**, Londrina, v.3, n.3, p.114, 1993.

ARAÚJO, E. F., MANTOVANI, E. C., SILVA, R. F. Influência da idade e armazenamento dos frutos na qualidade de sementes de abóbora. **Revista Brasileira de sementes**, Brasília, n.1, p.77-87, 1982.

BORGES, E. E., BORGES, C. G. Germinação de sementes de *Copaifera langsdorfii* DESF. Provenientes de frutos com diferentes graus de maturação. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.1, n.3, p.45-47, 1979.

CORVELLO, V. B. W.; VILLELA, F.A.; NEDEL, J. L.; PESKE, S.T. Maturação fisiológica e época de colheita de sementes de cedro (*Cedrella fissilis* Vell.). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.21, n.2, p.23-27, 1999.

GOTTLIEB, O.R., KAPLAN, M. A. & BORIN, M. R. Biodiversidade: um enfoque químico-biológico. Editora UFRJ, Rio de Janeiro. 1996.

LABOURIAU, L. G. Uma nova linha de pesquisa na fisiologia da germinação das sementes. In: CONGRESSOS NACIONAIS DE BOTÂNICA, 344, 1984, Porto Alegre: SBB, 1984, v.1, 184p., p.11-50.

LEONHARDT, C. et al Maturação fisiológica de tarumã-de-espinho. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.23, n.1, p.100-107, 2001.

NEVES, M. P. H., VIANA, N. G., FIGUEIREDO, F. J. C. Cor determinando a maturação de *Paspalum guenoarum*. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.3, n.1, p. 204-205, 1981.

OLIVEIRA, E. C., PEREIRA, T. S. Mirtaceae - morfologia da germinação de algumas espécies. In: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 34, 1984, Porto Alegre 501-520. Comunicações...Porto Alegre: SBB, 1984. V.2, 622p. p. 501-520.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da Semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289 P.

PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; JESUS, R.M. Comportamento das sementes de cedro-rosa (*Cedrela angustifolia* S. et. Moc.) durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.14, n.1, p.31-36, 1992.

RAGAGNIN, L. I. M., COSTA, E. C., HOPPE, J. M. Maturidade fisiológica de sementes de *Podocarpus lambertii*. *Ciência Florestal*, v.4, n.1, p. 23-41.1994.

REITZ, R. KLEIN, R. M. REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura e Abastecimento, 1988.

SANCHOTENE, M.C.C. **Frutíferas nativas úteis à fauna na arborização urbana**. Porto Alegre: Feplam, 1989. 309 p.

TIPO DE ESTACA E ÁCIDO INDOLBUTÍRICO NO ENRAIZAMENTO DE *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker

TYPE OF CUTTING AND INDOLBUTYRIC ACID ON THE ROOTING OF *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker

Elci Terezinha Henz Pacheco¹, Franco Jardel Pizzatto,² Hugo Schumacher³

RESUMO

Este experimento foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito da posição da estaca no ramo e aplicação de ácido indolbutírico (AIB) na produção de mudas de *Mikania laevigata*. Foram utilizadas 270 estacas distribuídas conforme a posição da estaca no ramo (apical, mediana e basal) e concentração de AIB aplicada (0; 500; 1000mg/L⁻¹). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com 5 unidades experimentais por repetição e 6 repetições por tratamento. Não houve interação (P>0,05) entre a posição da estaca no ramo e aplicação de AIB nas variáveis estudadas. O número de raízes foi influenciado (P<0,05) pelos tratamentos contendo AIB, entretanto, não houve diferença (P>0,05) entre estacas basais, medianas e apicais. O comprimento radicial em *Mikania laevigata* apresentou relação inversa às concentrações de AIB, sendo observado maior comprimento radicial (P<0,05) nas estacas controle. A aplicação de AIB e a posição da estaca no ramo não influenciaram (P>0,05) os valores de massa seca radicial em *Mikania laevigata*. As estacas basais apresentaram maior enraizamento (P<0,01) quando comparadas às medianas e apicais, respectivamente.

Palavras-chave: auxina, *Mikania laevigata*, posição, propagação.

ABSTRACT

The experiment was carried out to evaluate the effect of the cutting position in the shoot and application of indolbutyric acid (IBA) in the production of *Mikania laevigata*. Two hundred and seventy cutting were used and distributed as position of the cutting (apex, medium and basal) and concentration of IBA (0; 500; 1000mg/L⁻¹). The experimental design was completely randomized and consisted of bifactorial combination with five units for repetition and six repetition for treatment. There was no interaction (P>0,05) between cutting position and application of AIB for all analyzed variables. The number of roots was influenced (P<0,05) by the treatments contends IBA, however, did not have difference (P>0,05) between basal, medium and apex cuttings. The root length in *Mikania laevigata* presented inverse relation to the concentrations of IBA, being observed bigger root length (P<0,05) in controlled cuttings. The position of the cuttings did not modify (P>0,05) the root length. The application of IBA and the position of the cutting was not influenced (P>0,05) the values of root dry mass in *Mikania laevigata*. Basal cuttings had presented greater rooting (P<0,01) when compared with medium and apex ones, respectively.

Key words: auxin, *Mikania laevigata*, position, propagation.

INTRODUÇÃO

Mikania laevigata, popularmente conhecida como guaco, é uma planta herbácea comum nas regiões subtropicais da América do Sul, África e Ásia (LORENZI & MATOS, 2003). Por apresentar princípios ativos como guacina, holósides e cumarina, é amplamente comercializada como agente anti-inflamatório, analgésico e antimicrobiano (YATSUDA et al., 2005).

A extração predatória de plantas medicinais e a destruição do habitat natural estão levando à extinção espécies nativas de grande interesse e, conseqüentemente, a redução da biodiversidade remanescente (NEGRELLE, 2001). Por esta razão, cultivos para fins específicos como extração de princípios ativos, devem ser incrementados visando alternativas econômicas em propriedades agroflorestais.

A produção de mudas para recomposição de fragmentos florestais, ou mesmo, para manutenção da biodiversidade e das características genéticas, pode ser feita via seminal ou através da propagação vegetativa. A propagação assexuada apresenta vantagens, principalmente quando os objetivos relacionam-se à manutenção das características genéticas e antecipação do período reprodutivo (HIGASHI et al., 2000). Entre os métodos de propagação

¹ Bióloga, Dr^a. Professora Colaboradora Aposentada PP em Engenharia Florestal, CCR, Universidade Federal de Santa Maria, CEP: 97105-900, Santa Maria (RS). Professora Associada da UNIJUI/IJUI/RS. elcifranco@smail.ufsm.br.

² Biólogo, Mestre em Engenharia Florestal, PP em Engenharia Florestal, CCR, Universidade Federal de Santa Maria. 0. Email: jardelcb@yahoo.com.br.

³ Biólogo, Especialista em Biologia, Professor da Rede Estadual de Educação, SEC/RS. Agudo/RS.

assexuada, a estaquia se destaca pela simplicidade operacional, rapidez e quantidade de mudas produzidas (ZUFFELLATO-RIBAS & RODRIGUES, 2001).

A formação de raízes adventícias é a primeira e mais importante etapa da propagação por estaquia. Grande parte das perdas observadas em mudas clonais ocorre devido a má formação radicial, que invariavelmente, causa considerável prejuízo econômico (DE KLERK et al., 1999). Esse obstáculo pode ser resolvido empregando-se reguladores vegetais, especificamente o ácido indolbutírico (AIB), que além de estimular o enraizamento das estacas, promove maior uniformidade ao sistema radicular (ONO et al., 1994). Sua ação está relacionada à síntese de ácidos nucleicos e proteínas, alterações na parede celular e aumento das atividades enzimáticas (FIGUEIREDO et al., 1995).

Variações nas taxas de enraizamento podem ser obtidas em estacas de diferentes posições do ramo. Conforme (HARTMANN et al., 1990), fatores relativos à lignificação, metabolismo e teor de carboidratos variam em função do tipo da estaca, podendo ser diferenciais no sucesso da estaquia. Estacas apicais estão relacionadas à alta atividade meristemática e a síntese de auxinas, entretanto, são mais tenras e vulneráveis ao stress hídrico (LIMA et al., 2006). Em estacas basais observa-se maior lignificação dos tecidos, podendo ser fator limitante ao enraizamento (HARTMANN et al., 1990). Entretanto, a habilidade de enraizamento nestas estacas parece estar relacionada ao teor de carboidratos e ao gradiente de auxinas na base dos ramos (AL-SAQRI & ALDERSON, 1996).

Considerando à carência de informações sobre auto-ecologia e cultivo em larga escala desta espécie, pretende-se avaliar efeito do AIB no enraizamento de estacas basais, medianas e apicais de *Mikania laevigata*, como subsídio à implantação de mudas para fins extrativistas ou produção em viveiros.

MATERIAL E MÉTODOS

O material utilizado foi do município de Agudo/RS onde em propriedade particular foi instalado o experimento. Selecionaram-se três matrizes adultas (2 anos), de onde foram coletadas estacas do terço basal, mediano e apical dos ramos. Foram utilizadas 270 estacas com 12 cm de comprimento, um par de folhas reduzidas ao meio e diâmetro médio de 0,5; 1,2 e 1,9 mm para estacas apicais, medianas e basais, respectivamente. Os cortes foram realizados horizontalmente acima do nó superior, e em bisel, abaixo do nó inferior. Os tratamentos consistiram na combinação bifatorial entre três posições de estaca no ramo (apical, mediana, basal) e três concentrações de ácido indolbutírico (0; 500; 1000; mg/L⁻¹). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado consistindo de 5 unidades experimentais por repetição e 6 repetições por tratamento.

As estacas submetidas à aplicação de fitorregulador tiveram 3 cm de suas bases imersas em solução hidroalcoólica de 500 e 1000 mg/L⁻¹ AIB, diluída previamente em álcool etílico (98GL°) e água destilada na proporção de 1:1. Para o tratamento controle, a imersão foi realizada em 50% água destilada e 50% álcool etílico (98GL°). O tempo de imersão em todos os tratamentos foi de 30 segundos. O estaqueamento foi realizado em sacos de polietileno contendo 50% casca de arroz carbonizada e 50% areia de granulometria média. A condução do experimento foi realizada sob telado de sombrite 25%, em condições naturais de temperatura, com 4 aspersões diárias, tendo cada uma, duração de 5 minutos. Decorridos 90 dias, avaliou-se o enraizamento, número, comprimento e massa seca radicial. As amostras radiciais foram secas em estufa de ventilação forçada a 50°C e monitoradas até ser atingida a constância de massa. Os dados em porcentagem foram transformados pela equação arco seno $\sqrt{(x/100)}$ e os dados de contagem pela equação $\sqrt{(x+1)}$ seguindo distribuição normal. Posteriormente, foram submetidos à análise de variância pelo procedimento GLM (General Linear Model), incluindo no modelo os efeitos da posição (P), ácido indolbutírico (AIB) e interação P*AIB. As diferenças entre as médias foram comparadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas através do software MINITAB (MACKENZIE & GOLDMAN, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios das variáveis enraizamento, número de raízes, comprimento e massa seca radicial são apresentados na Tabela 1. A aplicação de ácido indolbutírico (AIB) influenciou alguns parâmetros avaliados nas estacas de *Mikania laevigata*. Esse comportamento está relacionado ao efeito promotor das auxinas na ativação de células precursoras dos primórdios radiciais (HUSEN & PAL, 2007). Esperava-se, portanto, que estacas tratadas com AIB apresentassem diferença às estacas do tratamento controle, fato não observado neste experimento. A hipótese explicativa para esse resultado pode estar relacionada às baixas concentrações de fitorregulador utilizadas neste estudo.

A posição da estaca no ramo influenciou (P<0,01) o enraizamento em *Mikania laevigata*. Estacas basais apresentaram maior enraizamento (77,5%), diferindo-se das medianas (47,6%) e apicais (38,2%), respectivamente. Em função da complexidade do processo rizogênico, torna-se difícil determinar as causas endógenas das variações observadas neste tipo de estudo. Em plantas propagadas vegetativamente, a iniciação e crescimento radicial são regulados por fatores internos e externos à estaca, incluindo compostos fenólicos, AIA oxidases e teor de carboidratos (TAKAHASHI et al., 2003). Dessa forma, é provável que o maior enraizamento observado em estacas basais seja, em parte, explicado pela maior disponibilidade de carboidratos, característica verificada por outros autores. Estudos indicam que, além de fonte de energia e carbono estrutural ao enraizamento, os carboidratos e açúcares derivados regulam o metabolismo, ciclo celular e a expressão gênica (HALFORD & PAUL, 2003).

TABELA 1: Valores médios para enraizamento, número de raízes, comprimento e massa seca radicial em estacas basais, medianas e apicais de *Mikania laevigata* com 0; 500; 1000 mg/L⁻¹ de ácido indolbutírico. Santa Maria, RS, 2005.

Tratamentos	Variáveis			
	Raízes			
	Enraizamento	Número	Comprimento	Massa seca
Posição				
Apical	38,2 ^a	14,2 ^a	5,2 ^a	0,10 ^a
Mediana	47,6 ^b	15,3 ^a	5,9 ^a	0,12 ^b
Basal	77,5 ^c	17,6 ^a	5,8 ^a	0,16 ^c
AIB (mg/L)				
0	44,85 ^a	15,7 ^a	7,8 ^a	0,11 ^a
500	49,52 ^a	37,6 ^b	7,0 ^{ab}	0,13 ^a
1000	49,12 ^a	37,2 ^b	6,0 ^b	0,12 ^a
dpr [†]	11,54	8,61	2,17	0,06
P				
Posição (P)	0,00	0,13	0,09	0,00
AIB	0,74	0,01	0,03	0,21
P * AIB	0,83	0,25	0,18	0,81

[†] Desvio padrão residual; letras diferentes na mesma coluna diferem pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

Embora tenham sido utilizadas estacas herbáceas, observou-se diferença na lignificação entre estacas basais, medianas e apicais. Estacas menos lignificadas, como é o caso das apicais, apresentam maior concentração de compostos fenólicos nos tecidos (FAIVRE-RAMPANT et al., 2002). Embora possam aumentar a ação das auxinas através da inibição do sistema AIA-oxidase, estudos indicam que algumas classes de fenóis estimulam a oxidação das auxinas, característica indesejável para formação de raízes adventícias (TROBEC et al., 2005). Além disso, restringem a absorção e transporte de auxinas na célula, pois competem pelos sítios de ligação na membrana (TAIZ e ZEIGER, 2004).

As variações no enraizamento entre estacas basais, medianas e apicais podem apresentar relação com o estresse hídrico das estacas. Devido a maior espessura dos tecidos, é provável que estacas basais tenham sido menos afetadas pela perda de água, principalmente nos estágios iniciais, quando não apresentam meios de absorção. Estudos indicam que o estresse hídrico compromete os processos fisiológicos das células, podendo reduzir a multiplicação e alongamento celular, incluindo alterações no processo rizogênico (PÁEZ et al., 1995, NÓBREGA et al., 2001). Dessa forma, acredita-se que o enraizamento em estacas apicais tenha sido, em parte, limitado pela maior vulnerabilidade destas a perda de água pelos tecidos.

Não houve interação ($P > 0,05$) entre posição e ácido indolbutírico para o número de raízes em *Mikania laevigata*. A posição da estaca não influenciou ($P > 0,05$) o número de raízes. Houve efeito ($P < 0,05$) do AIB sobre o número de raízes, sendo observado maiores valores em estacas tratadas com 1000 mg/L⁻¹ AIB de ácido indolbutírico. Os resultados obtidos permitem afirmar que o enraizamento e número radicial em *Mikania laevigata* comportam-se de modo distinto quando as mesmas concentrações de AIB são aplicadas. Embora o enraizamento não tenha sido influenciado pelas concentrações de fitoregulador utilizadas, observou-se, para o número de raízes, aumento de aproximadamente 138% em estacas tratadas com 1000 mg/L⁻¹ de ácido indolbutírico. A primeira etapa do enraizamento adventício ocorre em células precursoras dos primórdios radiciais, também chamadas de células fundadoras (DE SMET et al., 2006). É provável que o aumento do número radicial observado neste estudo seja decorrente da interação entre auxina e proteínas receptoras (Aux/Pr) de membrana. Estudos indicam que a Aux/Pr induz a expressão de genes de resposta ao fitoregulador (GRFs) aplicado. O aumento da multiplicação e diferenciação celular estão entre as principais respostas da expressão dos GRFs que, neste estudo, foram confirmadas pelo número radicial em estacas de *Mikania laevigata* tratadas com ácido indolbutírico (ABEL & THEOLOGIS, 1996).

Não houve interação ($P > 0,05$) entre posição da estaca e ácido indolbutírico para comprimento radicial. A posição da estaca não influenciou ($P > 0,05$) o comprimento radicial. A aplicação de AIB reduziu ($P < 0,05$) o comprimento radicial em estacas de *Mikania laevigata*, sendo observado, em estacas controle, maiores valores para esta variável. Os resultados deste experimento indicam que a aplicação exógena de AIB em *Mikania laevigata* aumenta o número de raízes por estaca, entretanto, inibe o crescimento radicial. Estas respostas confirmam a hipótese de que as variáveis enraizamento, número e comprimento radicial respondem de modo distinto quando as mesmas concentrações de AIB são aplicadas. Os resultados para comprimento radicial contrariam a teoria do crescimento ácido, na qual a alongação e crescimento celular seriam aumentados pela ação das auxinas sobre bombas protônicas de membrana (TAIZ & ZEIGER, 2004). Por outro lado, os menores valores de comprimento radicial em estacas tratadas com AIB podem estar relacionados à alocação multidirecional de carbono, tendo em vista o maior número de raízes em estacas

com ácido indolbutírico. Experimentos em estacas de *Lycopersicum esculentum* confirmam a hipótese de que a redução do comprimento radicial é função do aumento do número de raízes por estaca (CLARK et al., 1999).

Não houve interação ($P>0,05$) entre posição da estaca e AIB para a massa seca radicial em *Mikania laevigata*. A variável massa seca radicial não foi influenciada ($P>0,05$) pela posição da estaca e aplicação de ácido indolbutírico. Os valores observados mostram que o menor número de raízes em estacas controle não refletiu necessariamente em menores valores de massa seca radicial, tendo em vista a homogeneidade e ausência de diferença nos valores desta variável. Isso confirma, em parte, a hipótese de que o menor número radicial das estacas é compensado pelo maior comprimento das raízes.

Sabe-se que o êxito na formação de cultivos de alta produção depende, em grande parte, da qualidade das mudas plantadas (GOMES et al., 1991). Do ponto de vista silvicultural, a aplicação de AIB em *Mikania laevigata* é justificada pelo aumento do número de raízes nas estacas que, além permitir maior exploração nutricional, pode estar relacionado à fixação da planta no solo (SORACE et al., 2007). Embora a aplicação de AIB não tenha influenciado o enraizamento e massa seca radicial, é provável que, em condições de campo, haja considerável diferença na sobrevivência entre estacas controle e àquelas tratadas com ácido indolbutírico.

CONCLUSÕES

A aplicação de AIB aumenta o número de raízes em estacas de *Mikania laevigata*, entretanto, reduz o comprimento radicial. As variáveis enraizamento e massa seca radicial não foram influenciadas pelo ácido indolbutírico.

Estacas basais de *Mikania laevigata* apresentaram maior percentual de enraizamento. A posição da estaca no ramo não influencia o número, comprimento e massa seca radicial em *Mikania laevigata*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABEL, S.; THEOLOGIS, A. Early Genes and Auxin Action. **Plant Physiology**, v.111, p.9-17, 1996.
- AL-SAQRI, F.; ALDERSON, P. G. Effect of IBA, type cuttings and rooting media on rooting of *Rosa centifolia*. **Journal of Horticultural Science**, v.5, p.729-737, 1996.
- CLARK, D. G. et al. Root Formation in Ethylene-Insensitive Plants. **Plant Physiology**, v.121, p.53-60, 1999.
- DE KLERK, G.J. et al. Review the formation of adventitious roots: New concepts, new possibilities. **In Vitro Cellular & Developmental Biology - Plant**, v.35, p.189-199, 1999.
- DE SMET, I. et al. Lateral Root Initiation or the Birth of a New Meristem. **Plant Molecular Biology**, v.60, p.871-887, 2006.
- FAIVRE-RAMPANT, O. et al. Cuttings of the non-rooting rac tobacco mutant overaccumulate phenolic compounds. **Functional Plant Biology**, p.63-71, 2002.
- FIGUEIREDO, S. L. B. et al. Efeito do estiolamento parcial e do ácido indolbutírico (IBA) no enraizamento de estacas de ramos de goiabeira serrana (*Feijoa sellowiana*, Berg). **Scientia Agrícola**, v.52, 1995.
- GOMES, J. M. et al. Efeito de diferentes substratos na produção de mudas de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden em "Win-Strip". **Revista Árvore**, v.15, p.35-42, 1991.
- HALFORD, N. G.; PAUL, M. J. Carbon metabolite sensing and signalling. **Plant Biotechnology Journal**, v.1, p.381-398, 2003.
- HARTMANN, H. T. et al. **Plant propagation: principles and practices**. New Jersey: 5 ed., 1990. 647p.
- HIGASHI, E. N. et al. Propagação vegetativa de *Eucalyptus*: princípios básicos e sua evolução no Brasil. **Circular Técnica IPEF**, p.1-11, 2000.
- HUSEN, A.; PAL, M. Metabolic changes during adventitious root primordium development in *Tectona grandis* Linn. f. (teak) cuttings as affected by age of donor plants and auxin (IBA and NAA) treatment. **New Forests**, v.33, p.309-323, 2007.
- LIMA, R. L. S. et al. Comprimento de estacas e parte do ramo na formação de mudas de aceroleira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.28, p.83-86, 2006.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. **Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas**. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2003. 254p.
- MACKENZIE, J.; GOLDMAN, R. N. **The student edition of Minitab for windows manual: release 12**. Belmont: Addison-Wesley Longman, 1999. 592p.

NEGRELLE, R. D. M. Efeito da maturidade dos ramos na formação de mudas de guaco por meio de estaquia. **Horticultura Brasileira**, v.19, p.351-355, 2001.

NÓBREGA, J. Q. et al. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.5, p.437-443, 2001.

ONO, E. O. et al. Enraizamento de estacas de *Platanus acerifolia*, tratadas com auxinas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.29, p.1373-1380, 1994.

PÁEZ, A. et al. Water stress and clipping management effects on guinea grass: Growth and biomass allocation. **Agronomy Journal**, v.87, p.698-706, 1995.

SORACE, M. et al. Influência de auxina na aclimatização de *Oncidium baueri*. **Ciências Agrárias**, v.28, p.195-200, 2007.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 3 ed., 2004. 719p.

TAKAHASHI, F. et al. Sugar-induced adventitious roots in Arabidopsis seedlings. **Journal of Plant Research**, v.116, p.83-91, 2003.

TROBEC, M. et al. Fluctuations of different endogenous phenolic compounds and cinnamic acid in the first days of the rooting process of cherry rootstock 'GiSeLA 5' leafy cuttings. **Journal of Plant Physiology**, v.162, p.589-597, 2005.

YATSUDA, R. et al. Effects of Mikania genus plants on growth and cell adherence of mutans streptococci. **Journal of Ethnopharmacology**, v.97, p.183-189, 2005.

ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; RODRIGUES, J. D. **Estaquia: uma abordagem dos principais aspectos fisiológicos**. Curitiba: UFPR, 1ª ed., 2001. 39p.

ANÁLISE ESPACIAL DA EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NO MUNICÍPIO DE NOVA PALMA, RS

SPATIAL ANALYSIS OF EVOLUTION OF THE LAND USE AND LAND COVER IN THE MUNICIPALITY OF NOVA PALMA, RS

Berra, E. F.¹ Ferrari, R.² Benedetti, A. C.³ Backes, K. S.⁴ Brandelero, C.⁵ Goergen, L. C.⁶ Pereira, R.S.⁷

RESUMO

Os padrões de uso da terra e a má utilização dos recursos naturais motivam investigações da dinâmica das classes de uso e cobertura da terra. Observando-se a necessidade de monitorar o uso e cobertura da terra do município de Nova Palma, RS, Brasil, iniciou-se uma pesquisa no sentido de entender o porquê do atual uso e ocupação da terra. Com um banco de dados montado e estruturado em um Sistema de Informações Geográficas (SIG), esta pesquisa localiza e quantifica em mapas temáticos a evolução do uso e cobertura da terra deste município entre 1988 e 2006, por meio de um conjunto de imagens multi-temporais dos satélites CBERS e LandSat. A classificação digital das imagens de modo supervisionado permitiu a determinação de quatro classes temáticas: floresta, campo, solo agrícola e água. A confiabilidade desta classificação foi calculada pelo índice *Kappa*, onde os resultados demonstram excelente qualidade, 0,9970 e 0,9636, para 1988 e 2006, respectivamente. Entre os principais resultados, sobre uma área total de 362,48 km², destaca-se a mudança ocorrida no uso da terra da classe floresta que em 1988 era predominante na paisagem, com 55,77 % da área total, passando para 34% em 2006. Uma perda de 79,62 Km². A classe solo agrícola teve um acréscimo de 31 km². A classe campo quase que dobrou sua área inicial sendo acrescida de 42,65 km². A classe água teve um aumento de 6,01 km². Nota-se a supressão da floresta na ordem de 40 % da sua área em apenas 18 anos, cedendo espaço para as atividades exploratórias. Esta base de dados digitais está disposta à administração pública do município, sendo uma ferramenta de auxílio na formulação de políticas públicas.

Palavras-chave: SIG, Uso e Cobertura da Terra, Nova Palma

ABSTRACT

The land use patterns and the misuse of natural resources motivate researches of the dynamic of the land use and cover class. Observing itself the need to monitoring the land use and cover of the municipality of Nova Palma, RS, Brazil, it was initiated a historical research in the intend to understand the why of the current land use and land occupation. With a database mounted and structuralized in a Geographic Information System (GIS), this research locates and quantify in thematic maps the evolution of the land use and land cover of this municipality between the years 1988 and 2006, by means of a set of multispectral images of satellite CBERS and LandSat. The digital classification of the images by supervised way allowed the determination of four thematic classes; forest, field, agricultural soil and water. The degree of accuracy of this classification was calculated by *kappa* index (K), where the results explain a excellent quality with K=0.9970 and K=0.9636 for 1988 and 2006, respectively. Among the main results, over a total area of 362.48 km², to be detected the change occurred in the land use of forest class that in 1988 was predominant in the landscape, with 55.77% of the total area, passing for 34% in 2006. The agricultural soil class has a increasing of 31 km². The field class almost duplicated its initial area being increased of 42.65 km². The water class has 6.01 km² of increase. It's noticed suppression of the forest in the order of 40% of its area in only 18 years, yielding space for exploration activities. The digital database is disposed to the municipality public administration, having been a assist tool in the formulation of public politics.

Key words: GIS, Land Use and Cover, Nova Palma

¹ Acadêmico em Engenharia Florestal da UFSM/RS. Endereço postal

2. Mestranda em Geomática da UFSM/RS. Endereço postal

3. Doutoranda em Eng. Florestal da UFSM/RS. Endereço postal

4. Mestranda em Eng. Florestal da UFSM/RS. Endereço postal

5. Doutoranda em Eng. Florestal da UFSM/RS. Endereço postal

6. Acadêmica em Engenharia Florestal da UFSM/RS. Endereço postal

7. Dr. Prof. Titular do Departamento de Eng. Rural da UFSM/RS. Endereço postal. Av. Roraima - Campus Universitário UFSM, prédio 42, sala 3328, CEP 97105-900 - Santa Maria/RS - Brasil.

INTRODUÇÃO

As questões de mudanças nos padrões de uso e cobertura da terra têm despertado interesse, dentro e fora do meio científico, devido ao acelerado processo e aos possíveis impactos ambientais e sócio-econômicos dessas alterações, que causam preocupações desde o nível local até o global. O avanço da agricultura nas áreas de matas e da pecuária extensiva nos campos abertos e cerrados, através do desmatamento e do fogo, foram os grandes responsáveis pela perda da cobertura original e pelas mudanças em larga escala no uso da terra nos últimos cinquenta anos.

Um dos aspectos intrínsecos a questão uso e mudança da cobertura da terra constituem a conversão de áreas até então pouco modificadas pela ação antrópica, em áreas agrícolas.

A montagem de um banco de dados em SIG permitiu a obtenção do mapa base e dos mapas temáticos de uso e cobertura da terra de Nova Palma, para que fosse observada a dinâmica do uso e cobertura da terra do município, onde através dos dados qualitativos e quantitativos analisa-se a evolução das classes estudadas com suas causas e conseqüências, além de verificar as áreas que sofreram processo de desmatamentos para a expansão da agricultura em locais inadequados segundo o código florestal brasileiro, como ao longo da rede de drenagem.

O objetivo geral deste estudo é classificar as imagens de dois períodos diferentes em quatro classes temáticas para avaliar a dinâmica de mudança do uso e cobertura da terra no período de 1988 a 2006 no município de Nova Palma, RS, e a partir destas realizar inferências sobre os resultados obtidos. Desta forma, os resultados obtidos poderão auxiliar na formulação de políticas públicas, reduzir e mitigar os efeitos de mudanças rápidas que acontecem no seu meio ambiente, com as populações, os ciclos naturais e a biodiversidade.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O perfeito conhecimento dos recursos naturais e das características sócio-econômicas constitui o embasamento indispensável para a avaliação do potencial de uso das terras necessário para identificação das áreas possíveis de utilização com atividades agrícolas sustentáveis e das áreas que devem ser preservadas (ASSAD *et al.*, 1998).

Para esses autores, o tratamento de informações espaciais é hoje um requisito necessário para controlar e ordenar a ocupação das unidades físicas do meio-ambiente, tão pressionadas por decisões que invariavelmente se contrapõem a uma lógica racional de seu uso. Para acompanhar o ritmo veloz e complexidade desta ocupação e utilização do solo é preciso dispor de técnicas que provêm referências espaciais da ordenação desta ocupação, passíveis de tratamentos automatizados. Das técnicas mais eficientes disponíveis, têm-se os Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), que podem ser definidos como sistemas destinados ao tratamento automatizado de dados georreferenciados. Esses sistemas manipulam dados de diversas fontes e formatos, dentro de um ambiente computacional ágil e capaz de integrar as informações espaciais temáticas e gerar novos dados derivados dos originais.

O monitoramento da paisagem de uma dada região é fator primordial no planejamento racional da utilização da terra, face principalmente a velocidade de ocupação do espaço físico e ao pouco conhecimento dos recursos naturais nela existentes. Diante deste quadro, os produtos de Sensoriamento Remoto orbital têm sido importantes não só na aquisição primária de informações como no inventário e gerenciamento da paisagem agroflorestal em países de dimensões continentais como o Brasil (ASSAD *et al.*, 1988).

A questão de monitoramento e planejamento destas áreas a serem regeneradas, geralmente são processadas em programas de análise espacial, chamados SIG's, e que permitem o cruzamento de um elevado número de informações cadastrais e temáticas, onde se destaca que: "o termo Sistema de Informações Geográficas (SIG), é aplicado para sistemas que realizam o tratamento computacional de dados geográficos". Apresenta uma ampla gama de aplicações, dentre as quais estão estudos que envolvem temas ambientais, demográficos, sobre fluxos populacionais, desenvolvimento urbano e cartografia (CÂMARA 1994)."

Ainda segundo o INPE (2004), o SIG é um conjunto de programas que permite adquirir, analisar, combinar e reproduzir informações codificadas espacialmente e que usam técnicas de geoprocessamento.

E, além disso, geoprocessamento é definido como sendo a tecnologia que abrange o conjunto de procedimentos de entrada, manipulação, armazenamento e análise de dados espacialmente referenciados (TEIXEIRA, 1997).

De acordo com Pinto (1991), a utilização do Sensoriamento Remoto utilizando imagens de satélite teve início nas décadas de 60 e 70. Ainda para o mesmo autor, os melhores resultados de tal ciência têm sido encontrados na discriminação de alvos que ocorrem na superfície, para mapeamentos e monitoramento ambiental, destacando-se as imagens orbitais pelas suas características espectrais e pela sua repetitividade.

Neste sentido, autores como Novo (1992), definem o Sensoriamento Remoto como um conjunto de atividades que permitem caracterizar as propriedades de alvos naturais. Essa caracterização segundo esses autores é obtida pela detecção, registro e análise de fluxo de energia radiante, refletida ou emitida pelos alvos.

O uso de imagens de satélite é o melhor caminho para gerenciar e diagnosticar o comportamento ou o potencial dos bens naturais de uma região, uma vez que as informações derivadas de imagens orbitais provêm respostas rápidas e seguras, diretamente vinculadas à avaliação, monitoramento e mapeamento eficientes dessas áreas (ASRAR, 1989).

Há vários satélites utilizados para coleta de dados de recursos naturais; dentre eles destaca-se principalmente dois que foram utilizados nesta pesquisa: Landsat e CBERS.

MATERIAL E MÉTODO

Os materiais utilizados na execução do trabalho foram: materiais cartográficos, material de processamento e análise e de campo;

- Imagem TM - satélite Landsat 5, bandas espectrais 3, 4, 5 - órbita-ponto: 223-081, 223-080, 222-081 e 222 - 080 de 1988;

- Imagem CCD - satélite CBERS 2, bandas espectrais 2, 3, 4 órbita-ponto: 159-133 de 04 de março de 2006;

- Cartas topográficas da DSG/ Folha SH.22-V-C-II-3_MI-2949/3 (Nova Palma); na escala 1:50000.

Esses materiais receberam tratamentos em computadores, periféricos como Scanner de mesa e impressora, e aplicativos computacionais, a citar:

- Aplicativo de tratamento digital de imagens Adobe Photoshop, versão 8.0;

- Sistema de processamento de informações georreferenciadas SPRING, versão 4.2;

- Programa de desenho vetorial Corel Draw versão 12, desenvolvido pela API ICC Kodak Digital Science;

O município de Nova Palma pertence à região da Quarta Colônia, a qual se localiza no centro geográfico do Rio Grande do Sul, entre as coordenadas geográficas 29°09'15,39" e 29°58'37,68" de latitude sul e 53°55'12" e 53°55'12" de longitude oeste. É composta por sete municípios: Silveira Martins, Ivorá, São João do Polêsine, Faxinal do Soturno, Dona Francisca, Nova Palma e Pinhal Grande.

A metodologia adotada visou à montagem de um banco de dados referente a imagens multitemporais e dados cartográficos do município de Nova Palma a partir dos quais foram feitas as análises da dinâmica de uso e cobertura da terra.

A base cartográfica de Nova Palma corresponde às redes viárias e hidrográficas e ainda ao polígono limite do município. Esta base de dados tem origem nas cartas topográficas da DSG (Diretoria do Serviço Geográfico), elaboradas em 1975, na escala de 1:50000, as quais foram georreferenciadas espacialmente através de pontos de controle. Esta base no formato analógico foi convertida para digital através de um Scanner, e posteriormente montado um mosaico destas imagens no programa Adobe Photoshop 8.0, para posterior digitalização em tela dos temas de interesse, através do SPRING 4.2.

Com as imagens digitalizadas prosseguiu-se para o georreferenciamento das mesmas. Este processo consistiu na captura e cálculo de coordenadas geográficas de pontos conhecidos em cartas topográficas analógicas e visíveis nas imagens a serem registradas, podendo estar ao longo das drenagens, barragens, cruzamento de estradas, ferrovias, e áreas limite do município.

Em seguida, efetuou-se o processamento digital das imagens e a classificação temática do uso e cobertura da terra. A classificação digital de imagens foi auxiliada pelo processo de segmentação, realizado de forma a agrupar áreas com determinada similaridade sendo estas posteriormente selecionadas como áreas amostrais. A partir dos padrões de uso e cobertura da terra amostrados e mapeados nas imagens do município de Nova Palma com base em visitas a campo, foram definidas as seguintes classes temáticas:

Florestas, sendo consideradas nesta classe todas as formações florísticas de porte arbóreo.

Campos, nesta classe são considerados os campos nativos, bem com pequenas áreas de pastagem implantadas.

Solo agrícola, sendo as áreas de terra preparadas para o cultivo, culturas recentemente implantadas e áreas de voçorocas e ravinas e ainda afloramento de rochas.

Água, classe em que estão inseridos açudes, barragens e canais fluviais, podendo aparecer em alguns casos áreas cobertas com água para o cultivo de arroz.

Através do processamento e classificação digital das imagens provenientes da tríade; Imagem TM - satélite LandSat 5, Imagem CCD - satélite CBERS 2 e cartas topográficas digitalizadas, pode-se quantificar e analisar o uso e ocupação da terra no município de Nova Palma, como pode ser visualizado a seguir nos Resultados.

Para avaliar a confiabilidade das classificações para 1988 e 2006, foram geradas matrizes de confusão referente às áreas de treinamento, para então ser calculado o índice *Kappa*, que de acordo com a literatura revisada é um dos melhores testes estatísticos de análise de confiança na classificação digital supervisionada (algoritmo da máxima verossimilhança).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela quantificação das classes de uso da terra, foi encontrada uma área total de 362,48 km² para o município de Nova Palma. As classes de uso e cobertura da terra mapeadas no município de Nova Palma estão ilustradas nas Figuras 1 e 2, para as datas de 1988 e 2006, respectivamente.

Logo após, é apresentada a Figura 3 que ilustra a contribuição de cada uma das classes temáticas na área total do município de Nova Palma para o período analisado de 1988 a 2006, onde, se observa qualitativa e quantitativamente as mudanças no uso e cobertura da terra em cada ano. A evolução para cada classe de uso e cobertura da terra no período de 1988 a 2006 em Nova Palma é apresentada na Tabela 1.

Observa-se nas tabelas e figuras comparativas que em todas as classes de uso e cobertura da terra, ocorreram mudanças substanciais no período de análise, sobretudo em função das atividades agrícolas. Sendo a classe floresta a mais afetada, cedendo seu espaço inicial, majoritariamente, para solo agrícola e campo, representando um decréscimo

de 79,62 km². Para a classe água o aumento visivelmente significativo foi em função da construção de uma barragem a leste do município no período em questão.

A confiabilidade da classificação digital foi avaliada pelo índice *Kappa* (K), o qual resultou em 0,9970 para a classificação de 1988 e 0,9636 para 2006.

O valor encontrado de $K=0,997$ para quantificar a precisão da classificação segundo o índice *Kappa* está na escala proposta por LANDIS et al. (apud ESTEVAM, 2006), dentro da faixa de 0,80 – 1,0, faixa esta considerada pelos autores como sendo de excelente qualidade para uma classificação supervisionada.

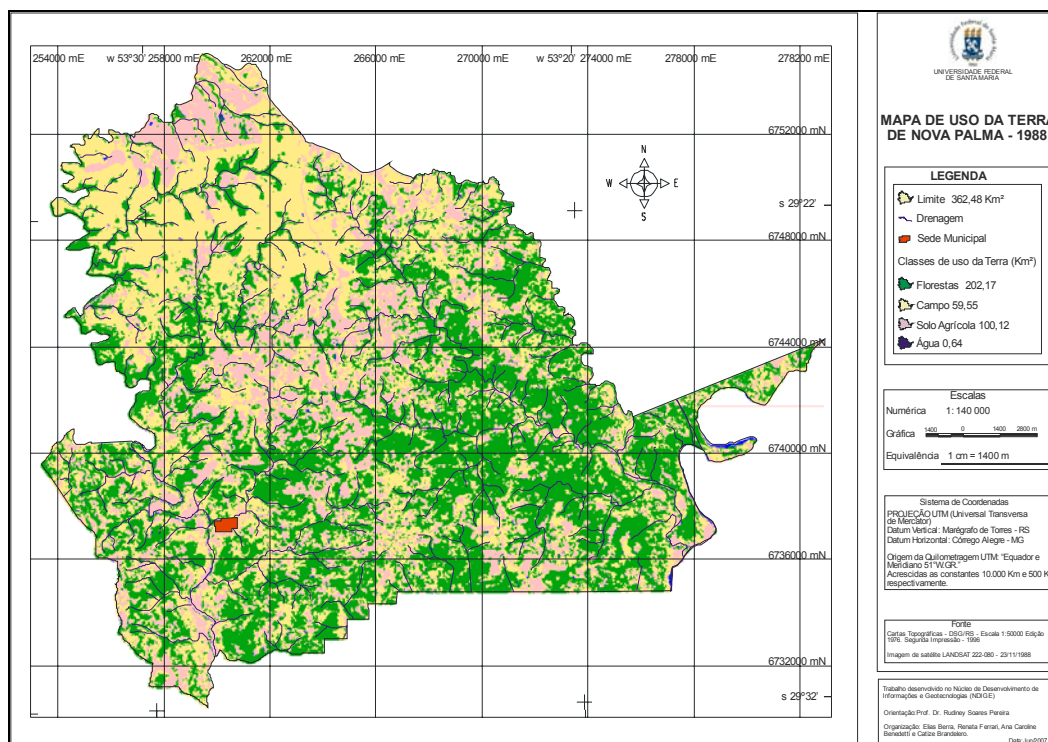


FIGURA 1: Uso e cobertura da terra no município de Nova Palma para 1988, composição colorida: BGR 3,4,5. (Verde= Floresta, Roxo= Solo Agrícola, Amarelo= Campo, Azul= Água). Organização: Autor.

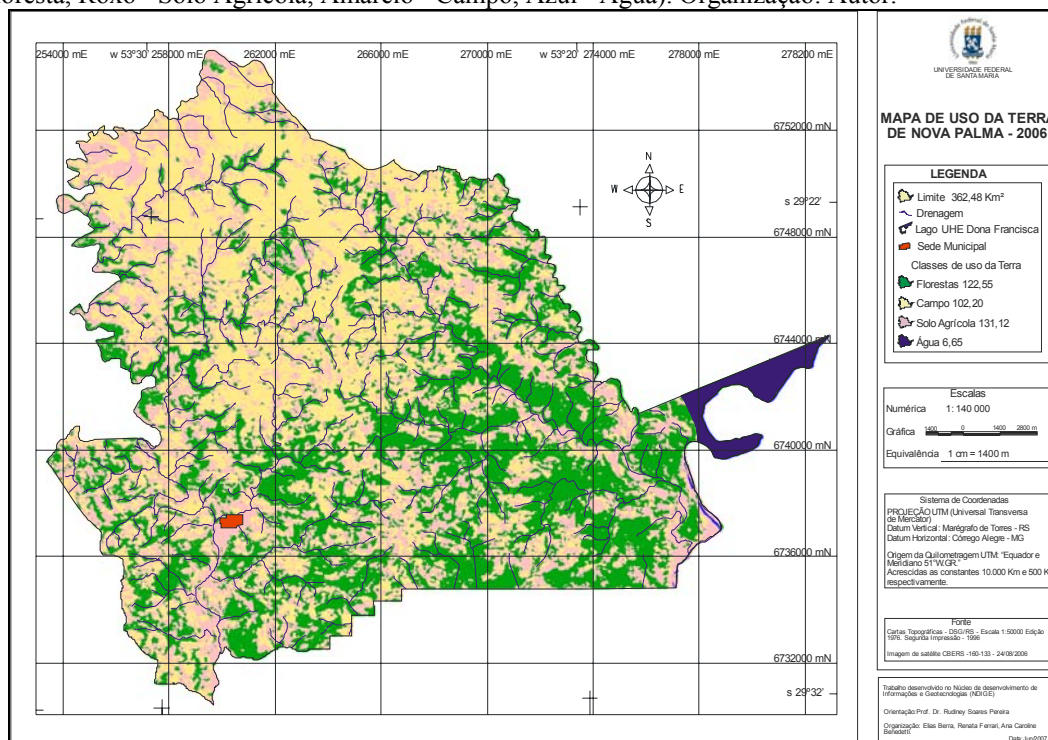


FIGURA 2: Uso e cobertura da terra no município de Nova Palma para 2006, composição colorida: BGR 3,4,5. (Verde= Floresta, Roxo= Solo Agrícola, Amarelo= Campo, Azul= Água). Organização: Autor.

O cálculo do índice *Kappa* para o período de 2006 também se mostrou confiável, com $K=0,9636$, atingindo o objetivo de classificar corretamente os padrões de uso da terra referentes a essa data conforme as áreas de treinamento selecionadas.

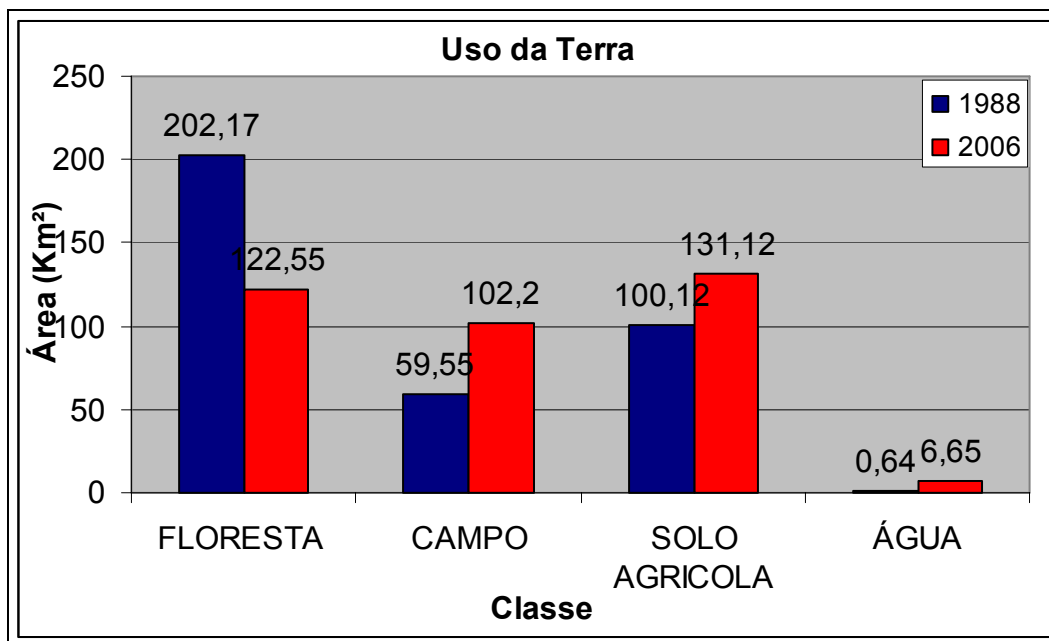


FIGURA 3: Comparação do uso e cobertura da terra, para cada classe, no município de Nova Palma em 1988 e 2006, em Km². Organização: Autor.

TABELA 1: Evolução para cada classe de uso e cobertura da terra no período de 1988 a 2006 em Nova Palma. Organização: Autor.

CLASSES	MUDANÇAS NO USO DA TERRA 1988 - 2006	
	ÁREA (Km²)	%
FLORESTA	- 79,62	- 21,96
CAMPO	+ 42,65	+ 11,76
SOLO AGRICOLA	+ 31	+ 8,55
ÁGUA	+ 6,01	+ 1,65

CONCLUSÕES

Através da metodologia utilizada e com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que a análise espacial estruturada em um SIG possibilita a caracterização da evolução dos padrões de uso e cobertura da terra na área de estudo.

A classificação digital supervisionada de imagens multitemporais demonstra automação e confiabilidade na identificação de padrões de uso e cobertura da terra e suas transições, fato comprovado pelo cálculo do índice *Kappa*, mensurador da confiabilidade da classificação, onde para ambas as datas, 1988 e 2006, encontramos valores que se enquadram como de excelente qualidade para uma classificação supervisionada.

As florestas são predominantes na primeira data analisada, com 56% da área total, sendo menos expressiva na cena de 2006 (34%), devido principalmente ao avanço agrícola de 7365 ha sobre essas áreas, representado pelas classes solo agrícola e campo. Classes classificadas com atividades agrícolas apresentam maior dinâmica espacial devido a maior interferência humana. Igualmente relacionada às atividades agrícolas, a classe água sofre alterações devido ao processo de irrigação orizícola, além do acréscimo devido à construção de uma barragem com aumento de 601 ha.

Com esta base de dados digitais poderão ser originados novos planos de informação a partir de seu cruzamento ou mesmo de sua complementação, que permitirão a atualização e o aperfeiçoamento da análise do espaço geográfico do município de Nova Palma. Ainda, os resultados obtidos armazenados em um banco de dados geográficos poderão ser usados para geração de modelos de simulação espacial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASRAR, G., *Theory and Applications of Optical Remote Sensing*. New York: Wiley, 1989. 734p.

ASSAD, E. D.; SANO, E. E. **Sistemas de Informações Geográficas**. Aplicações na Agricultura. 2.ed., ver. e ampl. Brasília: Embrapa - SPI/Embrapa - CPAC, 1998. Xxviii,434p.:il.

CAMARA, G., **Registro Automático de Imagens de Satélite** In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 4, Gramado, 10-15 ago. 1994.

INPE, INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISA ESPACIAL. Disponível em < <http://www.inpe.br> > Acesso em 27 de setembro de 2004.

NOVO, E. M. L., **Sensoriamento remoto, princípios e aplicações**. Ed. Blucher São Paulo, SP. 1992. 308p.

PINTO, S. A. F., **Sensoriamento remoto e integração de dados aplicados no estudo da erosão dos solos: contribuição metodológica**. Tese de Doutorado. INPE. São José dos Campos. 1991, 134p.

TEIXEIRA, M., **Introdução ao Geoprocessamento**. In: Simpósio Sobre Geoprocessamento, Editora Espus, Anais..., p 1-26 São Paulo, 1997.

ESTRUTURAS E ESTIMATIVAS DENDROMÉTRICAS COM DADOS DE CUBAGEM RIGOROSA DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE TERRA-FIRME NO ESTADO DO AMAZONAS, BRASIL¹

STRUCTURES AND ESTIMATIVAS MENSURATION WITH DATA OF RIGOROUS VOLUME OF FOREST SPECIES OF UPLAND IN THE STATE OF THE AMAZON, BRAZIL

Nory Daniel de Carvalho Erazo² Romulo Barbosa Veloso³ Samuel de Pádua Chaves e Carvalho⁴ Natalino Calegario⁵
Eduardo Coutinho da Cruz[†]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi apresentar informações a partir de medidas e estimativas dendrométricas de árvores individuais exploradas em área sob manejo florestal sustentável do Projeto Democracia no Estado do Amazonas, Brasil. As informações foram coletadas de 14 unidades amostrais de 250 m x 250 m. A espécie *Eperua oleifera* Ducke teve representantes em todas as classes diamétricas e foi a que melhor apresentou estimativas dendrométricas (*dap médio, área basal média e volume médio*), concluindo ser esta espécie de grande valor potencial de mercado.

Palavras-chave: Dendrometria, Espécies Comerciais, Floresta Tropical de Terra-Firme, Amazônia.

ABSTRACT

The objective of this study was to present information from measurements and dendrometric estimates of individual trees harvested in area under sustainable forest management of the Democracy Project, in Amazon State, Brasil. The information were recorded from 14 sample units (250 x 250 m). The species *Eperua oleifera* Ducke had representatives in every diametric class and greater estimates of diameter at breast height, basal area, commercial height and volume, concluding that specie had height market potential value.

Key words: Mensuration, Commercial Species, Upland Tropical Forest, Amazon.

INTRODUÇÃO

Na Amazônia, por força da política e legislação florestal vigente em nosso País, tornou-se exigência que a matéria-prima destinada às indústrias madeireiras seja proveniente de áreas submetidas ao manejo florestal sustentado.

O manejo florestal com base no rendimento sustentado ainda exige conhecimentos básicos sobre a dinâmica da regeneração e crescimento dessas florestas, para que possam ser empregados com sucesso sem implicar em riscos de exaurimento desses recursos. De forma que, Silva et al. (1999) afirmam que o manejo da floresta para a produção de madeira, com base em dados de estudos de crescimento e produção, foi pouco praticado na região, o que nos leva a crer que a sustentabilidade da produção de madeira na região ainda é um desafio.

Informações confiáveis sobre crescimento e produção para diferentes regimes de manejo e opções silviculturais são ainda pré-requisitos para o manejo sustentável, porém, o que há são poucas informações sobre crescimento e produção para as florestas da região amazônica.

Deve-se levar em consideração, que para manejar a floresta tropical, algumas características primordiais, tais como: (i) Heterogeneidade em espécies, dimensões e idades; (ii) Distribuição espacial irregular; (iii) Baixa densidade de espécies desejadas (valor comercial); (iv) Incrementos anuais reduzidos; e (v) Árvores com má formação.

Segundo Mori et al. (1989), estudos têm demonstrado que a floresta amazônica brasileira é rica em espécies; sua composição e diversidade de espécies modificam drasticamente de um lugar para outro e muitas espécies são representadas por um ou poucos indivíduos por hectare. Dentre esta, outras dificuldades são inerentes ao manejo de florestas tropicais, tais como: i) estrutura e biologia complexa; ii) pouco conhecimento da ecologia e silvicultura das espécies; iii) regeneração natural difícil; iv) baixas taxas de incrementos e v) rotações longas.

¹. Financiado com recursos do Projeto de Apoio ao Manejo Florestal Sustentável na Amazônia – ProManejo/IBAMA;

². Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras/MG. Caixa Postal 3037 - CEP 37200-000 e Bolsista do Programa de Apoio à Formação de Recursos Humanos Pós- Graduados do Estado do Amazonas - RH POSGRAD, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM. E-mail: nory@inpa.gov.br;

³. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras/MG. Caixa Postal 3037 – CEP 37200-000;

⁴. Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da Universidade Federal de Lavras, Campus Universitário, Lavras/MG. Caixa Postal 3037 – CEP 37200-000;

⁵. Professor do Departamento de Ciências Florestais DCF, Universidade Federal de Lavras.

[†] In Memoriam.

A base técnica de projetos de manejo florestal é constituída, em grande parte, por variáveis dendrométricas, o que nos leva a concluir que a dendrometria também tem o papel de auxiliar no manejo florestal, uma vez que o conhecimento de certas variáveis florestais para fins de pesquisa exige uma maior precisão nos métodos de medição e de cálculos, ou seja, a dendrometria também possui objetivos de pesquisa, fatos esses ressaltados por Machado e Figueiredo (2003), que também ressaltam o papel importante que esta possui na formação do engenheiro florestal.

A dendrometria, originalmente, é composta por duas palavras, *dendron* do Grego, que significa “árvore” e *metria* do Latim, que significa “medida”, de modo que dendrometria significa medida da árvore, portanto, trata da medição da árvore, tanto do ponto de vista individual quanto coletivo (CAMPUS, 1993). A dendrometria também pode ser vista como método de medição e de como quantificar as grandezas que definem o volume, a forma, crescimento das árvores e do povoamento e as relações dendrométricas a nível de árvore e do povoamento florestal (PRODAN, 1957; MACHADO e FIGUEIREDO, 2003). No Brasil, a dendrometria já recebeu outras denominações. De acordo com Scolforo (1998), são consideradas sinônimos as denominações Silvimetria, Mensuração Florestal, Dasometria, Silvimensuração e Biometria Florestal.

Como objetivo principal, a partir de medidas e estimativas dendrométricas obtidas de árvores individuais cubadas, este estudo apresenta informações dimensionais acerca da potencialidade produtiva de espécies comerciais exploradas sob manejo florestal sustentado no Estado do Amazonas, Brasil.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Conhecer a estrutura diamétrica das florestas tropicais é requisito essencial ao planejamento e execução de projetos de manejo. Por ser a variável idade o parâmetro mais importante na descrição do desenvolvimento de uma floresta e de difícil obtenção em uma floresta tropical, pressupõe-se que essa limitação deva ser compensada também com análise sobre a estrutura diamétrica (CUNHA et al., 2000). Os mesmos autores comentam que com alguma experiência pode-se tirar conclusões sobre estrutura silvicultural de uma floresta. Porém, Barros (1980) menciona que apenas os estudos descritivos das distribuições diamétricas são insuficientes como subsídios para projetos de manejo em regime de rendimento sustentado, necessitando de estudo de casos envolvendo diferentes formas de distribuições que melhor se adaptem aos objetivos desse tipo de manejo.

Uhl et al. (1997) analisaram cerca de 350 espécies arbóreas extraídas na Amazônia brasileira para uso madeireiro. Sabendo as características ecológicas dessas espécies, esses autores puderam distinguir entre as espécies que poderiam estar ameaçadas pela exploração madeireira, assim como aquelas que também poderiam estar sendo favorecidas por essa atividade. Eles citam, por exemplo, as espécies madeireiras que estão limitadas geograficamente à Amazônia Oriental, as que são fracamente representadas na regeneração da floresta, as que não se regeneram bem em clareiras, as que não brotam e as que têm casca fina (sensíveis ao fogo) podem estar sendo ameaçadas pela atividade madeireira. Por outro lado, as espécies que ocorrem por toda a Amazônia, que estão bem representadas na regeneração da floresta, que crescem rapidamente, brotam bem após o corte e que têm casca grossa (são resistentes ao fogo) provavelmente podem resistir à pressão da exploração madeireira, podendo até ocorrer um aumento de suas populações em resposta a essa atividade. Seguindo este raciocínio, Higuchi et al. (2000) mencionam que o entendimento da dinâmica da floresta primária é essencial para a prescrição de tratamentos silviculturais ao manejo sendo igualmente importante para estabelecer estratégias de conservação do ecossistema.

Estimativas dendrométricas, como bem mencionam Tonini et. al. (2005), em geral são relacionadas com espécies de rápido crescimento, principalmente os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*. De acordo com esses autores, as espécies nativas muitas vezes deixam de ser estudadas por não conseguirem despertar interesse equivalente, na maioria das vezes, pela inexistência de informações relativas a sua ecologia, silvicultura e biometria.

MATERIAL E METODO

Caracterização da área de estudos

A área de exploração está localizado no município de Manicoré, Estado do Amazonas, a qual faz parte da bacia hidrográfica do Rio Madeira, afluente da margem direita do Rio Amazonas, a 333 km de Manaus em linha reta, ou cerca de 427 km via fluvial, numa localidade conhecida como Vila Democracia, entre as coordenadas geográficas 61°03'00"W e 61°01'18"W e 5°49'00"S e 5°30'00"S. A área total do Projeto é de 37.410,50 ha e a área destinada ao manejo florestal é de 32.945,70 ha.

A vegetação predominante na área sob manejo é Floresta Tropical Densa de Terra Firme. O clima dominante nessa área pertence ao grupo A (clima tropical chuvoso) do sistema de classificação de Köppen. Caracteriza-se por apresentar temperaturas médias anuais de 24°C à 26°C. A precipitação anual na região é de 2.250-2.750 mm. Formação geológica Solimões. Predominam os solos do tipo Latossolo Amarelo Álico e Podzólico Vermelho Amarelo Álico. O relevo é plano a suavemente ondulado, altitude 50 m. A área explorada é uma floresta primária sem exploração seletiva de madeira anterior.

Coleta de dados dendrométricos

A base de dados utilizada para as estimativas dendrométricas foi obtido do inventário florestal a 100%, realizado em 2000. As informações foram coletadas de árvores de espécies comerciais selecionadas para o corte, no módulo Democracia.

Foram coletados informações de árvores-amostras provenientes da safra de 2002 de 14 parcelas (unidades amostrais) localizadas no talhão nº 7. As parcelas possuíam formato quadrado medindo 250m x 250m (62500m² ou 6,25ha), perfazendo uma área total de 87,5ha. Cada parcela foi subdividida em quadras de 50m x 50m. As árvores-amostradas foram abatidas para aproveitamento comercial. O DAP (*Diâmetro à Altura do Peito*) mínimo das árvores utilizadas para este estudo foi maior e/ou igual à 30 cm. As informações sobre as espécies foram armazenadas em uma ficha de campo com as seguintes informações: número da árvore; nome vulgar; DAP; direção de queda da árvore (com auxílio de bússola); comprimento total da árvore; comprimento do fuste comercial; divisão do fuste comercial em igual comprimento de 2 m; mensuração dos diâmetros mínimos e máximos nas extremidades das seções dos troncos; coleta de material botânico com flores e/ou frutos (quando possível) para posterior e correta identificação no Herbário/INPA (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia) das espécies exploradas.

Método de cubagem de árvores: Determinação do volume

Determinou-se o número de árvores por classes de diâmetro, com um intervalo de 10 cm, previamente definido, com o intuito de fornecer uma idéia da frequência ao longo das classes. Após observar a frequência, foram calculadas as estimativas das variáveis dendrométricas (DAP, altura, área basal e volume) para cada classe diamétrica.

A área basal (G) é um importante parâmetro da densidade do povoamento, ela nos fornece o grau de ocupação de uma determinada área por uma espécie e foi calculada com base na área seccional (g) de cada árvore a partir da medição do seu DAP. Assumindo-se que a seção seccional do fuste se aproxima a da forma circular, sua área foi calculada pela expressão:

$$g_i = \frac{\pi}{40000} DAP_i^2 \quad (1)$$

em que: g_i = área secciona em m² da i -ésima árvore; DAP_i = diâmetro à altura do peito em cm da i -ésima árvore; π = constante (letra grega π) = 3,141592

Pelo somatório das áreas seccionadas de todas as árvores, determinou-se a área basal (G) em m² de acordo com a expressão abaixo:

$$G = \sum_i^n g_i \quad (2)$$

em que: G = área basal em m²; g_i = área seccional em m² da i -ésima árvore.

Os dados de cubagem rigorosa foram coletados de modo que o volume comercial pudesse ser calculado pela fórmula de *Smalian*, com seções de 2 metros de comprimento. Os diâmetros nas pontas grossas (base da tora) e finas (final da tora) foram medidos com o auxílio de uma trena (média de duas medidas perpendiculares) e os diâmetros ao longo do fuste foram medidos com a Suta. A expressão abaixo ilustra a fórmula de *Smalian*:

$$v = \sum_{i=1}^n \left(\frac{g_i + g_{i+1}}{2} \right) l \quad (3)$$

em que: v = volume da tora; g_i = área da seção transversal de maior diâmetro; g_{i+1} = área da seção transversal de menor diâmetro; l = comprimento da seção; i = cada uma das seções.

Estimou-se a *Densidade Relativa (D.R.)* com a finalidade de observar a proporção, em porcentagem, do número de indivíduos de uma determinada espécie, em relação ao total de indivíduos de todas as espécies amostradas. Assim sendo, o cálculo da densidade relativa para cada espécie foi determinado de acordo com a seguinte expressão, segundo Curtis e McIntosh (1950).

$$D.R. _i = \left(\frac{n_i}{N} \right) 100 \quad (4)$$

em que: $D.R.$ = densidade relativa para a espécie i ; n_i = número de indivíduos amostrados, pertencentes à espécie i ; N = número total de indivíduos amostrados, independente da espécie.

Organização, processamento e análise estatística

Para a organização das variáveis do estudo, utilizou-se a planilha eletrônica *Microsoft™ Excel – 2007*. A análise estatística foi desenvolvida no programa computacional *R*, version 2.7.2 (2008-08-25).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na área de estudo foram cubadas um total de 547 árvores com DAP \geq a 30 cm, distribuídas em 37 espécies e 17 famílias botânicas. A família leguminosa (Caesalpiniaceae) foi aqui apresentou o maior número de indivíduos, representando 57,95% dos indivíduos cubados seguida por Moraceae (11,88%) e Bombacaceae (8,23%). As demais famílias são representadas por número variado de indivíduos.

A Tabela 1 apresenta a distribuição diamétrica de todas os indivíduos, com destaque para Copaíba jacaré (*Eperua oleifera* Ducke), que representou, praticamente, a metade dos indivíduos cubados (49,91%) do universo amostrado.

A classe diamétrica [50-59,9] cm destacou-se com 148 indivíduos (27,06%). As classes diamétricas [110-119,9, 120-129,9 e 130-139,9] cm não apresentaram indivíduos de “outras espécies”. No entanto, a espécie copaíba jacaré (*Eperua oleifera* Ducke) apresentou indivíduos em todas as classes de diâmetro com excessão na classe [120-129,9] cm (Tabela 1), o que demonstra sua ampla distribuição na área explorada.

TABELA 1: Número de árvores por classe de diâmetro.

Classe diamétrica (cm)	Centro de classe diamétrica (cm)	Número de árvores mensuradas					
		Total	%	<i>Eperua oleifera</i> Ducke	%	Outras sp	%
30 – 39,9	35	11	2,01	2	0,37	9	1,65
40 – 49,9	45	104	19,01	31	5,67	73	13,35
50 – 59,9	55	148	27,06	44	8,04	104	19,01
60 – 69,9	65	111	20,29	53	9,69	58	10,60
70 – 79,9	75	92	16,82	75	13,71	17	3,11
80 – 89,9	85	40	7,31	31	5,67	9	1,65
90 – 99,9	95	27	4,94	25	4,57	2	0,37
100 – 109,9	105	8	1,46	6	1,10	2	0,37
110 – 119,9	115	5	0,91	5	0,91	0	0,00
120 – 129,9	125	0	0,00	0	0,00	0	0,00
130 - 139,9	135	1	0,18	1	0,18	0	0,00
Total	-	547	100	273	49,91	274	50,09

A estrutura diamétrica das árvores-amostras utilizadas na cubagem rigorosa apresentou uma progressão do número de indivíduos de forma decrescente a partir da terceira (3ª) classe diamétrica [50-59,9], como mostrado na Figura 1, onde, a partir desse ponto, o número de indivíduos decresce de acordo com uma progressão geométrica, porém, vale ressaltar que para uma distribuição diamétrica com indivíduos acima de 30 cm de DAP, a estrutura (aqui analisada) não se configurou em uma distribuição típica em forma de “J – invertido”, característica essa comum em florestas heterogêneas multiâneas quando se considera indivíduos na regeneração (de menores classes diamétricas), essa estrutura, de acordo com Cruz e Hosokawa (2001), constitui uma característica importante de distribuições diamétricas de florestas multianas, o que talvez venha a reforçar a teoria do Francês De Liocourt (1898), pois, este autor, cita que para as florestas heterogêneas multiâneas, sua estrutura diamétrica tende para uma distribuição de frequência das árvores em forma de um “J invertido”, ou seja, com o número de árvores nas classes diamétricas sucessivas decresce numa progressão constante (ASSMANN, 1970; MEYER, 1953).

As 4 espécies comerciais com os maiores valores de densidade relativa em ordem decrescente foram: copaíba jacaré (*Eperua oleifera* Ducke) com [49,91%]; envira de cutia (*Scleronema micranthum* Ducke) com [7,86%]; garrote (*Brosimum utile* (H.B.K.)) com [6,58%] e guariúba (*Clarisia racemosa* Ruiz & Pav.) com [3,84] compreendendo 68,19% do total. Vale ressaltar que, essa informação tem pouco valor para o ecologista, interessado em comparar o comportamento *fitossociológico* de cada espécie em cada fitocenose, embora possa ter um grande valor para os silvicultores (MARTINS, 1991).

A Figura 2 mostra a estrutura diamétrica para as 4 espécies supracitadas e que após uma análise, foram identificadas algumas, cuja a estrutura diamétrica, apresenta indivíduos na sua quase que totalidade classes de diâmetro o que pode auxiliar no seu uso tanto em bases ecológicas e silviculturais – sustentabilidade -, quanto em termos econômicos – volume por hectare – em função da regularidade apresentada nas classes de interesse comercial.

CUNHA (1995) reporta-se à análise da estrutura diamétrica afirmando que nem toda espécie de importância econômica apresenta indivíduos em quantidade suficiente para determinado diâmetro mínimo de explorabilidade (DAP \geq 45 cm), nas várias classes diamétricas.

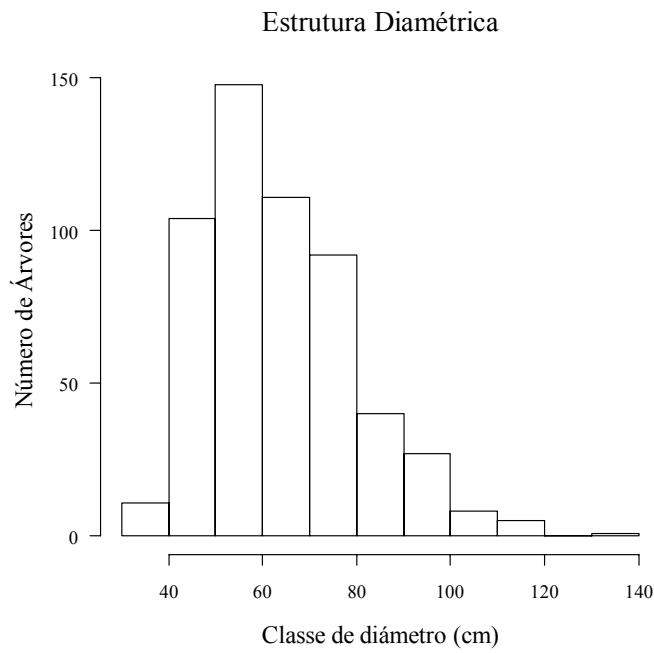


FIGURA 1: Estrutura diamétrica dos indivíduos cubados.

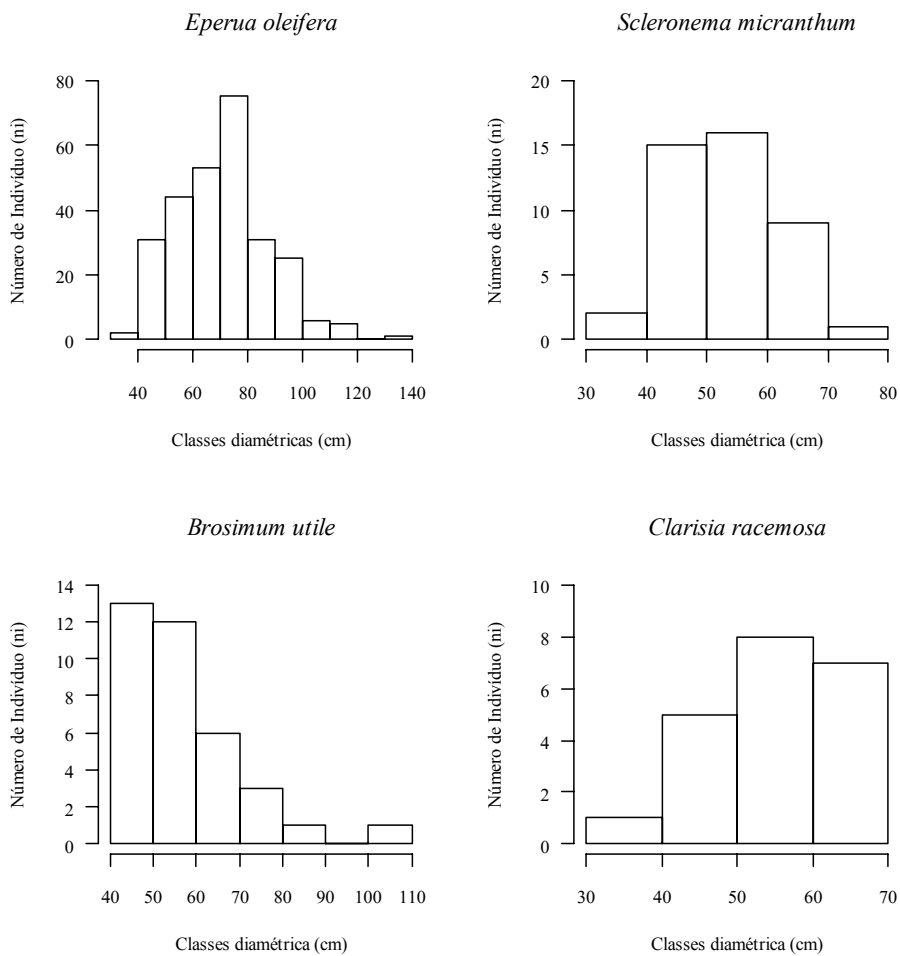


FIGURA 2: Estrutura diamétrica para as espécies com o maior número de densidade relativa indivíduos na cubagem rigorosa.

Analisando a Tabela 2, o DAP médio das árvores amostradas apresentou um valor de 63,69 cm, pelo que se deduz que a vegetação em apreço ainda não sofreu ação antrópica, uma vez que os indivíduos foram encontrados nas classes diamétricas iguais ou superiores a 45 cm.

A espécie *Eperua oleifera* Ducke apresentou um DAP médio por hectare de 220,1991 cm, seguidos pelas *Outras sp* com 177,9494 cm/ha (Tabela 2).

O cálculo da área basal proporcionou uma área total de 185,2446 m²/87,5ha, com média de 2,1170 m²/ha, correspondendo à *Eperua oleifera* Ducke um valor médio de 1,2896 m²/ha e a *Outras sp* um valor médio de 0,8274 m²/ha. O volume de madeira por hectare foi de 35,8148 m³/ha, sendo 22,0849 m³/ha o volume médio para *Eperua oleifera* Ducke e de 13,7299 m³/ha o volume médio para as *Outras sp*.

TABELA 2: Estimativas do DAP médio, área basal total e média e o volume total e médio por hectare de Todas, Copaíba jacaré e Outras sp.

Estimativas	Todas	<i>Eperua oleifera</i> Ducke	Outras sp
Número de Árvores	547	273	274
DAP médio (cm/ha)	398,1485	220,1991	177,9494
Área Basal (m ² /87,5ha)	185,2446	112,8421	72,4025
Área Basal Média (m ² /ha)	2,1170	1,2896	0,8274
Volume (m ³ /87,5ha)	3133,799	1932,433	1201,366
Volume Médio (m ³ /ha)	35,8148	22,0849	13,7299

CONCLUSÕES

Os resultados permitiram-nos concluir que:

A espécie *Eperua oleifera* Ducke apresentou indivíduos em todas as classes diamétricas para a amplitude de variação observada de 30 cm ≤ DAP ≤ 139,9 cm, que demonstra ser esta uma espécie de alto valor silvicultural.

As estimativas dendrométricas (DAP médio, Área Basal Média e Volume Médio), apresentadas por esta espécie foram satisfatório quando comparada ao conjunto de informações, demonstrando o seu auto valor e importância comercial para o manejo destas espécies, porém, não se deve considerar, de maneira indistinta, todas as espécies comerciais como sendo de mesmo potencial em termos de aproveitamento econômico e silvicultura.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ASSMANN, E. **The principles of forest yield study**. Oxford, Pergamon Press. 1970. 506p.

CAMPUS, J. C. C. **Dendrometria: I parte**. Viçosa, MG: Imprensa Universitária. 1993. 43 p. (Apostila 151).

CRUZ, E. C. da; HOSOKAWA, R. T. Caracterização da estrutura dimensional de floresta Amazônica em intervalos de classe com tamanho diferentes: 1) distribuição diamétrica. In: 2º Simpósio Latino Americano sobre Manejo Florestal, 2, Santa Maria, 2001. **Anais**. Santa Maria: UFSM, 2001. p. 345-366.

CUNHA, U. S. **Análise da Estrutura diamétrica de uma floresta tropical úmida da Amazônia Brasileira**. Curitiba, 1995. Dissertação (Mestrado em Manejo Florestal) - Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. 134p.

CUNHA, U. S.; MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A.; BARROS, P. L. C. **Análise da distribuição diamétrica de espécies comerciais nativas oriundas de uma floresta de terra firme da Amazônia**. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ECOSSISTEMAS FLORESTAIS, 8, Porto Seguro, 2000.

CURTIS, J. T.; McINTOSH, R. P. **The interrelation of certain analytic phytosociological characters**. Ecology, 31: 434-50, 1950.

HIGUCHI, N.; SANTOS, J. dos; NAHAMURA, S.; CHAMBERS, J.; RIBEIRO R. J.; SILVA, R. P.; ROCHA, R. M. **Dinâmica da floresta primária da bacia do Rio Cuieiras (AM), entre 1996 e 2000**. In: ESTUDOS PARA MANEJO FLORESTAL E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS: WORKSHOP INTERMEDIÁRIO DO PROJETO JACARANDA FASE II. Manaus, 2000. Anais... Manaus: INPA, 2000.

LIOCOURT, F. L'aménagement de Sapinieres. Bull. de la Societe For. Franche, Cone at Belfort. Besnacon, 1898.

MACHADO, S. A.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Dendrometria**. Curitiba. 2003. 309 p.

MARTINS, F. R. **Estrutura de uma floresta mesofila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.

MEYER, H. A. **Forest Mensuration**. State Colleger P. A. Pennsylvania: Penns Valley Publishers Inc. 1953. 357p.

MORI, S. A.; RABELO, B. V.; TSOU, C. A.; DALY, D. **Composition and structure of a eastern amazonian Forest at Camaipi, Amapá, Brasil**. Belém, Bol. Mus. Pará. Emílio Goeldi, Série Botânica, v.5, n.1, p. 3-18, 1989.

PRODAN, M. **Messung der Waldbestände**. Frankfurt – am – Main. J. D. Sauer – Lander's Verlag. 1957. 259p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.

SCOLFORO, J. R. S.; FIGUEIREDO FILHO, A. **Biometria Florestal: Medição e Volumetria de Árvores**. UFLA/FAEPE. Lavras, 1998. 310p.

SILVA, J. N. M.; CARVALHO, J. O. P.; LOPES, J. do C. A. **Um sistema silvicultural policíclico para produção sustentada de madeira na Amazônia brasileira**. In: SIMPÓSIO SILVICULTURA NA AMAZÔNIA ORIENTAL: Contribuições do Projeto EMBRAPA, 1999, Belém, **Anais Belém:EMBRAPA**, 1999, p.180-185.

TONINI, H.; ARCO-VERDE, M. F.; SÁ, S. P. P. de. **Dendrometria de espécies nativas em plantios homogêneos no Estado de Roraima** - Andiroba (*Carapa guianensis* Aubl), Castanha-do-Brasil (*Bertholletia excelsa* Bonpl.), Ipê-roxo (*Tabebuia avellanedae* Lorentz ex Griseb) e Jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) *Acta Amazonica*, Manaus, vol 35(3) 2005: 353 – 362.

UHL, C.; BEZERRA, O.; MARTINI, A. 1997. **Ameça à Biodiversidade da Amazônia Oriental** Série Amazônia Nº 06 - Belém: Imazon, 1997.

PARÂMETROS FITOSSOCIOLÓGICOS DE UM FRAGMENTO DE FLORESTA OMBRÓFILA MISTA

PHYTOSSOCIOLOGICAL PARAMETERS IN A FRAGMENT OF MIXED OMBROPHYLOUS FOREST

Sebastião do Amaral Machado¹ Rodrigo Geroni Mendes Nascimento² Alan Lessa Derci Augustynczyk³
Saulo Jorge Téó⁴

RESUMO

Esta pesquisa foi conduzida em um remanescente de Floresta Ombrófila Mista na cidade de Curitiba – PR e teve como objetivo determinar seus parâmetros fitossociológicos. Os dados analisados provieram do censo realizado na área, onde foram medidas, identificadas e georreferenciadas todas as árvores com DAP ≥ 10 cm. Ao todo, foram contabilizadas 122 espécies, distribuídas em 47 famílias e 81 gêneros. A densidade total foi de 657 indivíduos por hectare, sendo que os valores médios de DAP e área basal foram de 18 cm e 24,07 m²/ha. Para avaliar a importância relativa de cada espécie na área de estudo foi utilizado o índice de valor de cobertura, onde, através deste, concluiu-se que as dez espécies mais importantes na área em ordem decrescente foram: *Araucaria angustifolia*, *Casearia sylvestris*, *Luehea divaricata*, *Ocotea puberula*, *Symplocos tetrandra*, *Jacaranda puberula*, *Schinus terebinthifolius*, *Gochnatia polymorpha*, *Myrcia hatschbachii* e *Allophylus edulis*.

Palavras-chave: Estrutura horizontal, censo florestal, índices fitossociológicos.

ABSTRACT

This research was carried out in a remnant of Ombrophyllous Mixed Forest in the city of Curitiba-PR, Brazil. The objective of this research was to determine its floristic composition and their respective phytossociological parameters. The analyzed data came from a census carried out in the area. Every tree with DBH ≥ 10 cm was measured, identified and georeferenced. 122 species, distributed in 47 families and 81 genera were recorded. The total density of individuals was of 657 trees per hectare. The average DBH and basal area were respectively 18 cm and 24.07 m²/ha. To evaluate the relative importance of each species in the study area, an utilized the index of coverage value, was used allowing to conclude that the ten most important species in the area, in decreasing order, were: *Araucaria angustifolia*, *Casearia sylvestris*, *Luehea divaricata*, *Ocotea puberula*, *Symplocos tetrandra*, *Jacaranda puberula*, *Schinus terebinthifolius*, *Gochnatia polymorpha*, *Myrcia hatschbachii* e *Allophylus edulis*.

Key words: Horizontal structure, forestry census, phytossociological indexes.

INTRODUÇÃO

Atualmente o cultivo e a extração do pinheiro e outras espécies de valor econômico da Floresta Ombrófila Mista vêm diminuindo devido às restrições impostas por instrumentos políticos, tais como a legislação ambiental. Em decorrência da grande exploração realizada, principalmente no início do século XX até os dias de hoje, é possível encontrar apenas pequenos capões e bosques representativos da Floresta Ombrófila Mista.

Por muito tempo não foi preocupação saber como estas florestas reagem à ação do homem, porém, após a quase extinção dessas, ficou evidente que os estudos realizados nesses remanescentes são de grande importância para a ciência florestal e, por que não dizer, para a humanidade.

O conhecimento da ocorrência de espécies e o grau de ocupação delas no espaço são de grande utilidade na análise da estrutura da floresta. Essa análise, ao longo dos anos, propicia gerar diferentes informações quanto ao crescimento da floresta, desenvolvimento, mortalidade, entendimento do estágio de sucessão e sua dinâmica, sendo um ferramental importantíssimo na tomada de decisões quanto ao uso do recurso florestal.

Visando contribuir com um conhecimento mais aprofundado dos remanescentes de Floresta Ombrófila Mista, este trabalho teve como objetivo apresentar os parâmetros fitossociológicos que caracterizam a estrutura horizontal do Capão da Engenharia Florestal.

¹ Prof. Sênior da Eng. Florestal da UFPR, Pesquisador 1A do CNPq, samachado@ufpr.br

² Graduando em Eng. Florestal, UFPR, Bolsista CNPq, geronimendes@hotmail.com

³ Graduando em Eng. Florestal, UFPR, Bolsista CNPq, alanlda@hotmail.com

⁴ Eng.º Florestal, Mestrando em Eng. Florestal, UFPR, Bolsista CAPES, sauloteo@yahoo.com.br

* Endereço institucional de todos os autores: Curso de Eng. Florestal da UFPR – Av. Prof. Lothário Meissner, 632. Jardim Botânico, Curitiba, PR. CEP: 80210-170.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Desde o início do século XX a Floresta Ombrófila Mista foi pressionada pelo processo de colonização do sul do país, o que causou a exploração madeireira e expansão das áreas agrícolas sobre essa tipologia florestal e a progressiva redução das florestas com Araucária (FUPEF, 1978).

Atualmente muito desses remanescentes vêm sendo estudados quanto a suas características florísticas e estruturais (RONDON NETO et al., 2002). Em grande parte as análises da estrutura e da dinâmica das florestas vêm sendo realizada através do emprego de recursos matemáticos e estatísticos. Silva & Scariot (2003) afirmaram que os estudos fitossociológicos, florísticos e estruturais de remanescentes são importantes, para a adoção de critérios e metodologias visando o manejo, conservação e recuperação dos mesmos.

Segundo Scolforo & Mello (1997), uma maneira de se detectar o estágio em que a floresta se encontra, e a possível alteração ali ocorrida, se deve à realização da análise estrutural da vegetação existente, de forma a observar os aspectos auto-ecológicos das espécies e os sincológicos, ou seja, as interações entre os indivíduos que compõem a floresta.

A completa enumeração dos indivíduos dentro de uma floresta reproduz exatamente todas as características da população, ou seja, fornece os seus parâmetros fitossociológicos e de estoque (BONETES, 2003). Já a utilização parcial ou integral desses parâmetros fitossociológicos dependerá do objetivo do levantamento, assim como a definição das variáveis obtidas em campo (GALVÃO, 1994).

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

O presente trabalho foi realizado em um fragmento de Floresta Ombrófila Mista, conhecido como Capão da Engenharia Florestal, situado no *Campus* III da UFPR. A área do capão é de 15,24ha, dos quais foram inventariados 13,71 ha (Figra 1).

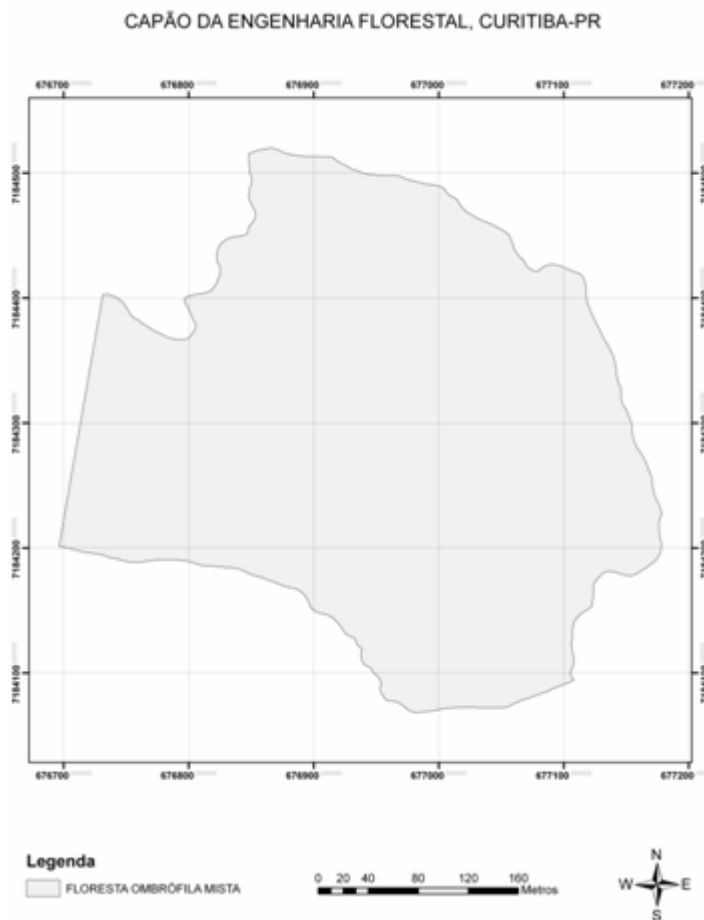


FIGURA 1: Mapa de estratificação do Capão da Engenharia Florestal.

O bosque situa-se entre as coordenadas 25°26'50"S e 25°27'33"S e 49°14'16"W e 49°14'33"W, e a altitude do terreno está entre 890 a 915 metros sobre o nível do mar. O clima da região é subtropical úmido mesotérmico de verões frescos, inverno com geadas frequentes, a temperatura e a precipitação média anual ficam em torno de 17 °C e 1.500 mm respectivamente, e segundo a classificação de Koppen o clima é Cfb. Rondon Neto et al. (2002), identificou nessa área a existência de Solos Hidromórficos próximos aos canais de drenagem e de Cambissolos Podzólicos nas regiões mais drenadas.

Dados utilizados

As 8988 árvores que compõem o banco de dados dessa pesquisa provieram do censo realizado no Capão da Engenharia Florestal pelo laboratório de dendrometria (LADEN) da UFPR nos anos de 2006 e 2007.

Para a realização do inventário a 100%, a área foi dividida em blocos de 50 x 50 metros, onde foram medidos, identificados, marcados e georreferenciados todos os indivíduos arbóreos com DAP acima de 10 cm.

Análise dos dados

A análise dos dados consistiu na determinação do número de árvores por hectare (DA) e número de árvores relativo (DR), também foram determinadas as áreas basais por hectare (DoA) e relativa (DoR) de cada espécie. Através do somatório do número de árvores relativo e da área basal relativa chegou-se ao índice de valor de cobertura (IVC), o qual foi utilizado como critério para determinar o grau de importância de cada espécie dentro da área. Também foram determinados os valores de diâmetro médio e área transversal média por espécie.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros fitossociológicos calculados constam na tabela 1, em ordem decrescente do índice de valor de cobertura (IVC) das 122 espécies identificadas.

Como se pode observar na tabela 1, as dez espécies que possuem maior valor de importância são em ordem decrescente: *Araucaria angustifolia*, *Casearia sylvestris*, *Luehea divaricata*, *Ocotea puberula*, *Symplocos tetrandra*, *Jacaranda puberula*, *Schinus terebinthifolius*, *Gochnatia polymorpha*, *Myrcia hatschbachii* e *Allophylus edulis*. Juntas, essas espécies são responsáveis por 57,1 % dos indivíduos que ocorrem na área.

Rondon Neto et al. (2002), ao realizarem um inventário florestal por amostragem na mesma área em questão, porém, avaliando indivíduos com DAP maior que 5 cm, encontraram 77 espécies, distribuídas em 36 famílias e 55 gêneros. Negrelle & Silva (1992) realizou um levantamento fitossociológico de uma floresta de araucária no Município de Caçador em Santa Catarina, encontrando 43 espécies, 39 gêneros e 28 famílias. Longhi (1980) realizou um levantamento, por amostragem dos indivíduos com diâmetro a 1,3 m maior que 20 cm, da estrutura de uma floresta com araucária no Município de São João do Triunfo no Estado do Paraná. Nessa ocasião, o autor fez o levantamento de 2125 árvores, encontrando 51 espécies, 36 gêneros e 26 famílias. Ambas as pesquisas diferem do encontrado no censo dos indivíduos com DAP maior que 10 cm, que foi de 122 espécies, distribuídas em 47 famílias e 81 gêneros.

Outro ponto divergente entre os levantamentos, diz respeito às espécies mais importantes, onde, para Rondon Neto et al. (2002), as dez espécies mais importantes dentro do remanescente, em ordem decrescente, foram: *Casearia sylvestris*, *Allophylus edulis*, *Luehea divaricata*, *Araucaria angustifolia*, *Cupania vernalis*, *Ocotea corymbosa*, *Ocotea nutans*, *Jacaranda puberula*, *Mollinedia clavigera* e *Solanum sanctaecatharinae*. Já para Longhi (1980), as 10 principais espécies encontradas foram: *Araucaria angustifolia*, *Ilex dumosa*, *Matayba elaeagnoides*, *Capsicondendrom dinisii*, *Nectandra grandiflora*, *Ocotea porosa*, *Campomanesia xantocarpa*, *Ilex brevicuspis*, *Lithraea brasiliensis*, *Rapanea ferruginea*.

Percebe-se uma grande diferença entre os levantamentos, em grande parte, tal diferença, pode ser atribuída ao erro proporcionado pela técnica de amostragem e pelo padrão de distribuição espacial das espécies. Porém, também se deve levar em consideração que o estágio sucessional, aliado à diferença entre os fatores edafoclimáticos entre regiões distintas podem resultar em diferenças no valor de importância das espécies encontradas em uma mesma tipologia florestal.

O elevado índice de valor de cobertura encontrado para *Araucaria angustifolia* deve-se, principalmente, pela elevada dominância relativa, proporcionada pelas grandes dimensões de seus indivíduos. Já para *Casearia sylvestris*, seu elevado valor de cobertura foi influenciado pela elevada densidade dessa espécie dentro da área, o que demonstra que essa espécie apresenta grande plasticidade para adaptar-se a diferentes condições ambientais.

A área basal média por hectare e o diâmetro médio encontrados foram de 24,07 m²/ha e 18 cm, respectivamente. Porém, Rondon Neto et al. (2002), encontraram para esta mesma área uma área basal média por hectare de 37,08 m²/ha.

TABELA 1: Parâmetros fitossociológicos das espécies medidas no censo do Capão da Engenharia Florestal.

Espécie	DA	DR	DAP (cm)	g (m ²)	DoA	DoR	IVC
<i>Araucaria angustifolia</i>	24.4	3.7%	52.7	0.2182	5.3320	22.2%	25.9%
<i>Casearia sylvestris</i>	90.1	13.7%	13.7	0.0147	1.4880	6.2%	19.9%
<i>Luehea divaricata</i>	47.8	7.3%	18.6	0.0273	1.5166	6.3%	13.6%
<i>Ocotea puberula</i>	31.5	4.8%	22.6	0.0403	1.3075	5.4%	10.2%
<i>Symplocos tetrandra</i>	35.1	5.4%	17.8	0.0250	0.9384	3.9%	9.3%
<i>Jacaranda puberula</i>	30.1	4.6%	14.9	0.0175	0.5751	2.4%	7.0%
<i>Schinus terebinthifolius</i>	25.6	3.9%	16.4	0.0212	0.6695	2.8%	6.7%
<i>Gochnatia polymorpha</i>	15.6	2.4%	20.9	0.0342	0.6882	2.9%	5.2%
<i>Myrcia hatschbachii</i>	16.3	2.5%	21.4	0.0359	0.6554	2.7%	5.2%
<i>Allophylus edulis</i>	23.2	3.5%	13.1	0.0135	0.3366	1.4%	4.9%
<i>Cedrela fissilis</i>	13.9	2.1%	23.9	0.0450	0.6696	2.8%	4.9%
<i>Casearia obliqua</i>	21.4	3.3%	14.7	0.0170	0.3751	1.6%	4.8%
<i>Ocotea nutans</i>	15.8	2.4%	17.2	0.0232	0.3682	1.5%	3.9%
<i>Matayba elaeagnoides</i>	15.2	2.3%	17.2	0.0232	0.3588	1.5%	3.8%
<i>Clethra scabra</i>	14.2	2.2%	16.2	0.0205	0.3432	1.4%	3.6%
<i>Nectandra lanceolata</i>	9.5	1.4%	21.2	0.0352	0.3620	1.5%	3.0%
<i>Cupania vernalis</i>	14.1	2.1%	12.6	0.0125	0.1818	0.8%	2.9%
<i>Capsicodendron dinisii</i>	7.1	1.1%	26.0	0.0529	0.3899	1.6%	2.7%
<i>Ocotea bicolor</i>	10.4	1.6%	17.7	0.0247	0.2688	1.1%	2.7%
<i>Myrcia rostrata</i>	11.2	1.7%	14.4	0.0163	0.1883	0.8%	2.5%
<i>Sebastiania commersoniana</i>	8.9	1.4%	15.3	0.0183	0.2176	0.9%	2.3%
<i>Machaerium paraguariense</i>	8.9	1.4%	16.1	0.0203	0.1899	0.8%	2.1%
<i>Piptocarpha axillaris</i>	6.0	0.9%	22.7	0.0406	0.2430	1.0%	1.9%
<i>Solanum sanctaecatharinae</i>	8.9	1.4%	12.6	0.0125	0.1127	0.5%	1.8%
<i>Sloanea monosperma</i>	3.6	0.6%	29.3	0.0672	0.2452	1.0%	1.6%
<i>Myrsine gardneriana</i>	7.4	1.1%	12.4	0.0120	0.0927	0.4%	1.5%
<i>Rollinia rugulosa</i>	7.0	1.1%	13.2	0.0137	0.1021	0.4%	1.5%
<i>Solanum pseudoquina</i>	6.1	0.9%	13.4	0.0141	0.0897	0.4%	1.3%
<i>Coutarea hexandra</i>	5.6	0.9%	14.6	0.0167	0.1038	0.4%	1.3%
<i>Zanthoxylum kleinii</i>	5.0	0.8%	15.7	0.0194	0.1062	0.4%	1.2%
<i>Campomanesia guaviroba</i>	5.5	0.8%	13.6	0.0144	0.0811	0.3%	1.2%
<i>Lithrea brasiliensis</i>	4.4	0.7%	17.2	0.0233	0.1190	0.5%	1.2%
<i>Oreopanax fulvum</i>	5.0	0.8%	13.8	0.0150	0.0818	0.3%	1.1%
<i>Dasyphyllum tomentosum</i>	3.8	0.6%	19.9	0.0310	0.1219	0.5%	1.1%
<i>Lamanonia speciosa</i>	3.5	0.5%	18.0	0.0256	0.1250	0.5%	1.1%
<i>Styrax leprosus</i>	4.4	0.7%	15.3	0.0183	0.0854	0.4%	1.0%
<i>Allophylus semidentatus</i>	5.0	0.8%	12.2	0.0116	0.0619	0.3%	1.0%
<i>Machaerium stipitatum</i>	3.6	0.5%	19.0	0.0283	0.1094	0.5%	1.0%
<i>Lonchocarpus campestris</i>	3.9	0.6%	17.7	0.0246	0.0968	0.4%	1.0%
<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	3.8	0.6%	16.8	0.0222	0.0891	0.4%	0.9%
<i>Eugenia multiovulata</i>	2.5	0.4%	26.0	0.0531	0.1317	0.5%	0.9%
<i>Eugenia uniflora</i>	3.1	0.5%	18.5	0.0270	0.0885	0.4%	0.8%
<i>Prunus brasiliensis</i>	2.7	0.4%	19.8	0.0307	0.0873	0.4%	0.8%
<i>Symplocos uniflora</i>	3.3	0.5%	14.5	0.0165	0.0649	0.3%	0.8%
<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	3.3	0.5%	14.5	0.0166	0.0544	0.2%	0.7%
<i>Roupala brasiliensis</i>	1.8	0.3%	27.6	0.0599	0.1049	0.4%	0.7%
<i>Blepharocalyx salicifolius</i>	2.2	0.3%	21.6	0.0365	0.0852	0.4%	0.7%
<i>Citronella congonha</i>	2.6	0.4%	13.8	0.0149	0.0566	0.2%	0.6%
<i>Maytenus alaternoides</i>	2.9	0.4%	14.1	0.0157	0.0457	0.2%	0.6%
<i>Duranta vestita</i>	3.0	0.5%	11.7	0.0108	0.0378	0.2%	0.6%
<i>Dalbergia brasiliensis</i>	2.5	0.4%	15.6	0.0190	0.0541	0.2%	0.6%
<i>Citronella paniculata</i>	1.8	0.3%	23.1	0.0420	0.0766	0.3%	0.6%
<i>Amostra H3/156</i>	2.2	0.3%	17.6	0.0243	0.0584	0.2%	0.6%
<i>Sapium glandulatum</i>	2.4	0.4%	15.6	0.0191	0.0459	0.2%	0.6%
<i>Zanthoxylum petiolare</i>	2.3	0.3%	14.0	0.0155	0.0372	0.2%	0.5%
<i>Hovenia dulcis</i>	1.5	0.2%	20.4	0.0326	0.0642	0.3%	0.5%
<i>Ligustrum lucidum</i>	1.8	0.3%	17.6	0.0242	0.0495	0.2%	0.5%

TABELA 1: Continuação.

<i>Myrsine coriacea</i>	2.0	0.3%	14.6	0.0166	0.0352	0.1%	0.5%
<i>Scutia buxifolia</i>	1.2	0.2%	23.0	0.0415	0.0515	0.2%	0.4%
<i>Escallonia montevidensis</i>	1.9	0.3%	12.6	0.0125	0.0265	0.1%	0.4%
<i>Erythrina falcata</i>	1.1	0.2%	24.3	0.0465	0.0509	0.2%	0.4%
<i>Ilex paraguariensis</i>	1.6	0.2%	15.5	0.0189	0.0303	0.1%	0.4%
<i>Casearia decandra</i>	1.8	0.3%	13.3	0.0139	0.0243	0.1%	0.4%
Amostra G3/87	0.7	0.1%	32.5	0.0830	0.0605	0.3%	0.4%
<i>Picrasma crenata</i>	1.5	0.2%	14.3	0.0161	0.0247	0.1%	0.3%
<i>Xylosma pseudosalzmanii</i>	1.5	0.2%	11.7	0.0107	0.0164	0.1%	0.3%
<i>Erythroxyllum deciduum</i>	1.1	0.2%	16.1	0.0204	0.0253	0.1%	0.3%
<i>Cryptocarya aschersoniana</i>	0.8	0.1%	21.3	0.0355	0.0285	0.1%	0.2%
<i>Ilex brevicuspis</i>	0.9	0.1%	16.9	0.0225	0.0213	0.1%	0.2%
<i>Nectandra megapotamica</i>	0.9	0.1%	16.5	0.0214	0.0187	0.1%	0.2%
<i>Pinus taeda</i>	0.4	0.1%	27.7	0.0601	0.0263	0.1%	0.2%
<i>Gomidesia palustris</i>	0.8	0.1%	13.8	0.0150	0.0120	0.0%	0.2%
<i>Vitex megapotamica</i>	0.7	0.1%	13.9	0.0152	0.0144	0.1%	0.2%
<i>Cinnamomum vesiculosum</i>	0.6	0.1%	19.6	0.0302	0.0177	0.1%	0.2%
<i>Drimys brasiliensis</i>	0.7	0.1%	15.1	0.0179	0.0131	0.1%	0.2%
<i>Ilex dumosa</i>	0.7	0.1%	12.5	0.0122	0.0098	0.0%	0.1%
<i>Casearia lasiophylla</i>	0.7	0.1%	12.4	0.0122	0.0080	0.0%	0.1%
<i>Banara tomentosa</i>	0.4	0.1%	18.9	0.0279	0.0143	0.1%	0.1%
<i>Lafoensia pacari</i>	0.4	0.1%	23.4	0.0430	0.0157	0.1%	0.1%
<i>Calyptanthes concinna</i>	0.5	0.1%	15.3	0.0184	0.0094	0.0%	0.1%
<i>Myrcia fallax</i>	0.5	0.1%	13.7	0.0148	0.0075	0.0%	0.1%
<i>Campomanesia guazumifolia</i>	0.4	0.1%	15.0	0.0177	0.0090	0.0%	0.1%
<i>Mollinedia clavigera</i>	0.5	0.1%	12.3	0.0119	0.0061	0.0%	0.1%
<i>Cybistax antisiphilitica</i>	0.4	0.1%	13.5	0.0143	0.0063	0.0%	0.1%
<i>□ngá marginata</i>	0.3	0.0%	21.5	0.0363	0.0106	0.0%	0.1%
<i>Symplocos tenuifolia</i>	0.4	0.1%	15.0	0.0177	0.0077	0.0%	0.1%
Amostra E8/7	0.1	0.0%	56.0	0.2463	0.0180	0.1%	0.1%
<i>Pimenta pseudocaryophyllus</i>	0.4	0.1%	15.0	0.0177	0.0064	0.0%	0.1%
<i>Eugenia involucrata</i>	0.4	0.1%	12.8	0.0129	0.0047	0.0%	0.1%
<i>Bougainvillea glabra</i>	0.2	0.0%	20.3	0.0322	0.0094	0.0%	0.1%
<i>Lantana brasiliensis</i>	0.2	0.0%	20.0	0.0314	0.0092	0.0%	0.1%
<i>Ocotea pulchella</i>	0.3	0.0%	16.3	0.0207	0.0061	0.0%	0.1%
<i>Eriobotrya japonica</i>	0.3	0.0%	14.3	0.0159	0.0047	0.0%	0.1%
<i>Picramnia parvifolia</i>	0.3	0.0%	14.3	0.0159	0.0047	0.0%	0.1%
<i>Cinnamomum glaziovii</i>	0.1	0.0%	47.0	0.1735	0.0127	0.1%	0.1%
<i>Piptocarpha angustifolia</i>	0.1	0.0%	46.0	0.1662	0.0121	0.1%	0.1%
<i>Ceiba speciosa</i>	0.2	0.0%	18.7	0.0274	0.0060	0.0%	0.1%
Amostra G3/59	0.2	0.0%	15.3	0.0185	0.0040	0.0%	0.1%
<i>Celtis iguanaea</i>	0.2	0.0%	14.7	0.0169	0.0037	0.0%	0.0%
Amostra G3/14	0.1	0.0%	23.0	0.0415	0.0061	0.0%	0.0%
<i>Syagrus rommanzofiana</i>	0.1	0.0%	22.0	0.0380	0.0055	0.0%	0.0%
<i>Gordonia fruticosa</i>	0.2	0.0%	12.0	0.0113	0.0025	0.0%	0.0%
<i>Solanum swartzianum</i>	0.2	0.0%	11.3	0.0101	0.0022	0.0%	0.0%
<i>Croton celtidifolius</i>	0.1	0.0%	31.0	0.0755	0.0055	0.0%	0.0%
<i>Inga sessilis</i>	0.1	0.0%	15.5	0.0189	0.0028	0.0%	0.0%
<i>Tabebuia alba</i>	0.1	0.0%	15.0	0.0177	0.0026	0.0%	0.0%
<i>Ilex theezans</i>	0.1	0.0%	14.5	0.0165	0.0024	0.0%	0.0%
<i>Baccharis dracunculifolia</i>	0.1	0.0%	12.5	0.0123	0.0018	0.0%	0.0%
<i>Dalbergia frutescens</i>	0.1	0.0%	12.5	0.0123	0.0018	0.0%	0.0%
<i>Myrceugenia miersiana</i>	0.1	0.0%	12.5	0.0123	0.0018	0.0%	0.0%
<i>Maytenus aquifolium</i>	0.1	0.0%	12.0	0.0113	0.0016	0.0%	0.0%
<i>Myrsine umbellata</i>	0.1	0.0%	11.5	0.0104	0.0015	0.0%	0.0%
<i>Mimosa scrabrella</i>	0.1	0.0%	27.0	0.0573	0.0042	0.0%	0.0%
<i>Senna multijuga</i>	0.1	0.0%	21.0	0.0346	0.0025	0.0%	0.0%
<i>Dyospiros kaki</i>	0.1	0.0%	15.0	0.0177	0.0013	0.0%	0.0%

TABELA 1: Continuação.

<i>Struthanthus vulgares</i>	0.1	0.0%	15.0	0.0177	0.0013	0.0%	0.0%
Amostra H4/20	0.1	0.0%	14.0	0.0154	0.0011	0.0%	0.0%
<i>Cinnamomum sellowianum</i>	0.1	0.0%	14.0	0.0154	0.0011	0.0%	0.0%
Amostra E7/125	0.1	0.0%	13.0	0.0133	0.0010	0.0%	0.0%
Amostra E2/3	0.1	0.0%	12.0	0.0113	0.0008	0.0%	0.0%
<i>Michelia champaca</i>	0.1	0.0%	12.0	0.0113	0.0008	0.0%	0.0%
<i>Psidium cattleianum</i>	0.1	0.0%	11.0	0.0095	0.0007	0.0%	0.0%

Legenda: **N**= Número de árvores total; **DA**= Dominância absoluta (ha); **DR**= Dominância relativa; **DAP**= Diâmetro à altura do peito (cm); **g**= Área transversal (m²); **G**= Área basal total (m²); **DoA**= Dominância Absoluta (ha); **DoR**= Dominância relativa; **IVC**= Índice de valor de cobertura.

CONCLUSÕES

• Verificou-se que a obtenção dos parâmetros fitossociológicos acarretou no melhor entendimento da composição florística do fragmento. A presença de um grande número de espécies diferentes indica que esse fragmento possui grande diversidade florística;

• A *Araucaria angustifolia* nesse fragmento florestal foi responsável pelo maior índice de valor de cobertura, devido ao grande porte dos indivíduos, influenciando de forma significativa no seu grau de ocupação na Floresta;

• Apesar do grande número de árvores por hectare, a área basal apresentou um valor baixo, em função da maioria dos indivíduos serem de pequeno porte, sendo que a maioria dos indivíduos não ultrapassam 15 cm de DAP, como por exemplo a espécie *Casearia sylvestris* (cafezeiro);

• Embora apresente espécies clímax, o número elevado de espécies pioneiras dentre as mais frequentes, indica que o capão está sob processo de sucessão florestal, demonstrando que essa área está se recuperando de uma exploração seletiva em um passado recente;

• A presença de um número considerável de espécies exóticas como: *Senna multijuga* (chuva de ouro), *Pinus taeda*, *Ligustrum lucidum* (alfeneiro), *Hovenia dulcis* (uva do Japão), *Dyospiros kaki* (caqui), indica que esse fragmento sofreu algum tipo de alteração no passado. Apesar de terem representatividade florística, essas espécies não ocorrem com grande frequência, dessa forma, o Capão da Engenharia Florestal apresenta-se como um característico remanescente da Floresta Ombrófila Mista.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONETES, L. Tamanho de parcelas e intensidade amostral para estimar o estoque e índices fitossociológicos em uma Floresta Ombrófila Mista. Curitiba: UFPR, 2003. 111 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 2003.

FUPEF. Fundação de pesquisas florestais do Paraná. Inventário florestal do pinheiro no sul do Brasil. Curitiba, 1978, p.327.

GALVÃO, F. Métodos de levantamento fitossociológico. In: Curso: A vegetação do estado do Paraná. Curitiba: IPARDES_CTD, 1994.

LONGHI, S. J. A estrutura de uma floresta natural de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no sul do Brasil. Curitiba: UFPR, 1980. 198 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Universidade Federal do Paraná, 1980.

NEGRELLE, R. A. B.; SILVA, F. C. Fitossociologia de um trecho de floresta com *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, no Município de Caçador – SC. Embrapa Florestas. Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 24/25, p. 37-54, Jan./Dez. 1992.

RONDON NETO, R. M.; KOZERA, C.; ANDRADE, R. do R. de; CECY, A. T.; HUMMES, P. A.; FRITZSONS, E.; CALDEIRA, M. V. W.; MACIEL, M. de N. M.; SOUZA, M. K. F. de. Caracterização florística e estrutural de um fragmento de floresta ombrófila mista, em Curitiba, PR – Brasil. Revista Floresta. Curitiba, v.32, n.1, p. 3-16, jan./jun. 2002.

SCOLFORO, J. R. S.; MELLO, J. M. Inventário Florestal. Lavras: UFLA/FAEPE, 1997. 341 p.

SILVA, A. L.; SCARIOT, A. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea em uma Floresta Estacional Decidual em afloramento calcário (Fazenda São José, São Domingos, GO, bacia do rio Paranã). Acta Botânica Brasilica, v.17, n.2, p. 305-313. 2003.

A RELAÇÃO ENTRE O NÚMERO E O DIÂMETRO DOS GALHOS E DO FUSTE, NOS
VERTICILLOS DE *Araucaria angustifolia*

RELATION OF NUMBER AND DIAMETER OF BRANCHES AND THRUNK ON WHORLS OF
Araucaria angustifolia

Jonas Vargas¹ Tatiane Chassot² César Augusto Guimarães Finger³

RESUMO

A *Araucaria angustifolia*, típica conífera sul brasileira, foi muito explorada no passado e atualmente é encontrada em pequenas áreas florestais e exemplares isolados. Como contribuição para o melhor conhecimento da espécie, este trabalho teve como objetivo estudar a relação entre o diâmetro do fuste e de galhos, o número de galhos existentes, bem como a relação da área ocupada pelos galhos e a área transversal do fuste nos pontos de inserção dos galhos. Os resultados permitem demonstrar que o número de galhos varia entre 4 a 7 por verticilo, a relação entre área transversal dos galhos e a área basal do fuste na altura de inserção decresce com o aumento do diâmetro do fuste. A soma das áreas dos galhos variou entre 14 vezes a 0,5 vezes o diâmetro do fuste para diâmetros amostrados entre 5 e 18 cm. Essa relação decresceu com o aumento do diâmetro do fuste evidenciando que o crescimento do galho é menor que o do fuste.

Palavras-chave: Araucária, área basal, verticilos.

ABSTRACT

The *Araucaria angustifolia*, tipic conifer of do Rio Grande do Sul, was much explored on the past and currently it is presented on little areas and isolated units. As way to contribution to the knowledge of this species, this work has to objective to study the relation between the diameter of the trunk on the points of the insertion of the trunk and the number of existing twigs, as well as the relation busy area for the twigs and the transversal area of the trunk in this place. The results show to demonstrate that the number of twigs varies enters 4 the 7 for whorls, the relation between transversal area of the twigs and the basal area of the shaft in the height of insertion decreases with the increase of the diameter of the shaft. The addition of the areas of the twigs varied enters 14 times the 0,5 times the diameter of the shaft for diameter showed between 5 and 18 cm. This relation decreased with the increase of the diameter of the shaft evidencing that the growth of the twig is minor who of the shaft.

Key words: Brazilian pine, basal area, whorls.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, tem-se observado um aumento de estudos com espécies que compõem as matas nativas, na busca de melhor conhece-las e maneja-las de forma sustentada. No entanto, devido a complexidade e diversidade da estrutura que esse ecossistema possui, sabe-se pouco sobre as características e particulares de cada espécie.

A *Araucaria angustifolia* é uma típica conífera sul brasileira de importância ecológica e econômica, em anos passados muito explorada, estando atualmente reduzida a pequenas áreas e exemplares isolados.

A *Araucaria angustifolia* apresenta copa ampla formando galhos na parte superior do fuste que atingem comprimento de 9,2 m e diâmetros de 18 cm.

A parte inserida no lenho, conhecido como nó de pinho, tem característica de alta dureza e é quase imputrescível.

Com o objetivo de estudar a relação entre o diâmetro do fuste no ponto de inserção dos galhos e o número de galhos existentes, bem como a relação da área ocupada pelos galhos e a área transversal do fuste nesse local, foi realizado o presente trabalho como forma de contribuir com estudos de crescimento da *Araucaria angustifolia*.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Caracterização da espécie

A espécie *Araucaria angustifolia*, (Bert.) O. Kuntze, pertencente à família Araucariaceae, é a única espécie de seu gênero com ocorrência natural no Brasil e está na categoria de vulnerável na lista de espécies ameaçadas da União

1. Acadêmico do curso de Engenharia Florestal – UFSM. E-mail: jonasfvargas@gmail.com, Santa Maria – RS.

2. Engenheira Florestal, Mestranda do PPGEF – UFSM. E-mail: tatianechassot@yahoo.com.br, Santa Maria – RS.

3. Engenheiro Florestal, Dr. Professor do PPGEF – UFSM. E-mail: finger@smail.ufsm.br, Santa Maria – RS.

Internacional de Conservação da Natureza - IUCN (HILTON-TAYLOR, 2000). Essa espécie fornece principalmente madeira, mas também outros produtos como sementes para alimentação humana e da fauna nativa, além de resina (INOUE *et al.* 1984, CARVALHO 1994). A madeira representou um importante produto de exportação nos anos 60 (REITZ *et al.* 1978) e suas características silviculturais têm revelado grande potencial para reflorestamentos comerciais (EMBRAPA 1988, GUERRA *et al.* 2002).

Também conhecida com pinheiro-do-paraná, a araucária chega a atingir, na fase adulta, a altura de 40 m e o diâmetro de 1,5 m, apresentando fuste cilíndrico, livre de ramos e copa umbeliforme, enquanto que exemplares jovens apresentam copa piramidal, oval ou colunar (REITZ *et al.*, 1978). Espécie perenifólia apresentando acículas simples, alternas, espiraladas, lineares a lanceoladas, coriáceas, podendo chegar a 6 cm de comprimento por 1 cm de largura. Possui casca grossa (até 10 cm de espessura), de cor marrom-arroxeadada, persistente, áspera e rugosa.

Espécie pioneira, dissemina-se facilmente em campo aberto. Seu fruto, a pinha, contém de 10 a 150 sementes - os famosos pinhões - que são muito nutritivas, servindo de alimento a aves, animais selvagens e ao homem. É uma espécie resistente, tolera até incêndios em razão de sua casca grossa que faz papel de isolante térmico. A capacidade de germinação é alta e chega a 90% em pinhões recém-colhidos.

O pinheiro-do-paraná, quanto ao grupo sucessional, é uma espécie pioneira e heliófila, que se estende sobre os campos, formando novos capoeirões, mas sendo beneficiada por leve sombreamento na fase de germinação e crescimento até 2 anos (REITZ e KLEIN, 1966).

Na área de ocorrência do pinheiro-brasileiro, nos três estados sulinos, Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul, segundo KLEIN (1960), a mata com *Araucaria* é a formação florestal mais importante, distribuindo-se por quase todo o planalto, em altitudes que variam de 500 a 1500m.

No passado, as matas de araucária ocuparam 20 milhões de hectares da paisagem do sul do Brasil. Em 1980, restavam menos de 3% (MACHADO & SIQUEIRA, 1980) e hoje, devido a esta drástica redução em sua área de ocorrência, a Floresta de Araucária é considerada em estado crítico em termos de conservação (DINERSTEIN *et al.* 1995, BIODIVERSITY SUPPORT PROGRAM, 1995).

A copa das árvores tem suas dimensões reguladas geneticamente e pela pressão ambiental. Em competição com outras árvores as copas tendem a desenvolver menor comprimento e serem mais estreitas (ASSMANN, 1970, KRAMER, 1980).

O manto da copa, compreendido como a superfície da copa exposta a luz, é responsável pela foto assimilação havendo uma relação direta com o crescimento da planta.

Essa relação tem sido descrita, entre outras, pela superfície das folhas da copa por meio de índices de área folhar, expresso em cm² de folhas por grama de peso, bem como, utilizando a metodologia de SHINOZAKI *et al.* (1964) denominada de "pipe model". Nesta a idéia central prevê que existe uma mesma quantidade de área de folhas (área de transpiração) e de alburno (área de transporte de água) havendo também um valor constante para o cociente entre área folhar e de alburno.

Em estudos com *Picea abies*, ECKMÜLLNER & STERBA (2000) demonstraram que a porção do lenho tardio na área do alburno não conduz água e, por isso a relação entre o peso folhar e a quantidade de lenho inicial no alburno está fortemente correlacionada, bem como essa relação independe da classe sociológica da árvore, do sítio, da idade e da condição da copa.

Segundo MATTOS (1994), em estudos com *Araucaria angustifolia*, da base até o ápice da copa, o comprimento dos galhos diminui e os galhos mais inferiores (mais longos) chegam a 9,2 m de comprimento e até 18 cm de diâmetro onde cada verticilo apresenta 5 a 8 galhos mais ou menos regularmente distribuídos.

Os ramos das árvores adultas estão dispostos em 8 a 15 verticilos, havendo queda contínua dos ramos basais. O afastamento dos verticilos se reduz gradativamente até o ápice. Os ramos primários são cilíndricos, curvados para cima, e os ramos secundários, também conhecidos por grimpas, alternos, são agrupados no ápice dos ramos primários (REITZ *et al.*, 1979; LORENZI, 1992; CARVALHO, 1994).

MATERIAL E MÉTODOS

Procedência do material de estudo

As árvores de *Araucaria angustifolia* utilizados neste estudo foram colhidas na Floresta Nacional de São Francisco de Paula (FLONA) localizada no município de São Francisco de Paula no nordeste do estado do Rio Grande do Sul, a 27 Km da cidade, entre as coordenadas geográficas 29°02' de latitude sul e 50°23' longitude oeste e do campus da Universidade Federal de Santa Maria, localizada no município de Santa Maria (29°41' latitude sul e 53°48' longitude oeste).

Métodos de análise e amostragem

Seis araucárias com diferentes idades e alturas foram abatidas para fim de amostragem.

Os galhos e o fuste foram seccionados com serra manual. O fuste foi seccionado abaixo e acima do local da inserção dos galhos obtendo-se um disco transversal que foi levado para o Laboratório de Crescimento e Produção Florestal para medição.

Os diâmetros de cada galho foram determinados, com paquímetro, no ponto de inserção no lenho, bem como o diâmetro do fuste, ambos pela média aritmética de duas medições cruzadas.

O diâmetro do fuste foi ainda medido no ponto abaixo dos galhos e acima destes sendo considerada a média das duas posições como o valor de referência.

A área transversal dos galhos utilizada nos cálculos foi obtida pela soma das áreas transversais de cada galho. Esse valor foi dividido pela superfície do fuste no ponto de inserção e forneceu um índice que expressou a proporcionalidade entre as duas áreas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Número de galhos

Ao se avaliar diferentes verticilos, de um mesmo indivíduo, de uma mesma população e de populações diferentes, verificou-se que independente da altura e diâmetro onde os verticilos se formaram, estes apresentam em média cinco galhos (Figura 1), com algumas exceções, como a formação sete (7) ramos em um determinado verticilo.

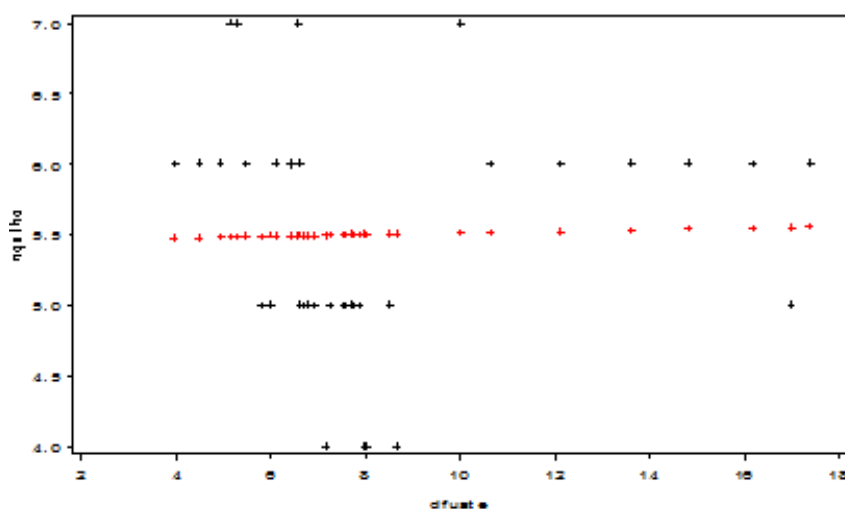


FIGURA 1: Representação gráfica do número de galhos em relação ao diâmetro no ponto de inserção.

Esses resultados foram também observados em árvores com diferentes idades e dimensões de fuste. A pequena variação do número de galhos nos verticilos, com valor médio de 5,5 galhos, não mostrou regressão significativa ($Pr > F$ de 0,8946), sendo neste caso o melhor estimador do número de galhos em função do diâmetro do fuste, o valor médio.

A linha de regressão, calculada pelo modelo $ngalho = 5,4543 + 0,0055 dfuste$, apresentou coeficiente de intercepto significativo ($Pr < 0,0001$) e coeficiente de inclinação não significativo ($Pr = 0,8946$).

Relação entre a área transversal dos galhos e a área transversal do fuste

A razão entre a área transversal dos galhos e a superfície do fuste no ponto de inserção desses galhos mostrou uma relação decrescente com o aumento do diâmetro no fuste (Figura 2). Essa relação variou entre 14 a cerca de 0,5 para diâmetros entre 5 e 18 cm. O decréscimo da relação com o aumento do diâmetro indica ser o crescimento do diâmetro do galho menor que o do fuste.

O modelo estatístico $igfuste = 11,944 - 0,601 dfuste$ teve os coeficientes de intercepto e de inclinação significantes com $Prob > 0,0001$, coeficiente de determinação ajustado de 0,6525 e coeficiente de variação de 34,3%, mas não mostrou tendência nas estimativas.

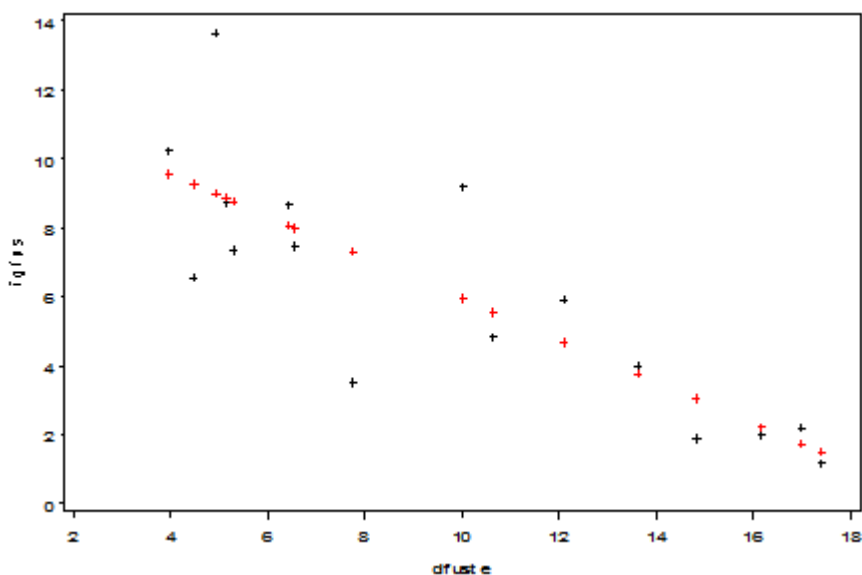


FIGURA 2: Representação gráfica da razão entre a área transversal dos galhos e superfície do fuste em relação à diâmetro do fuste no ponto de inserção do verticilo.

CONCLUSÕES

Os resultados do trabalho permitem concluir que:

O número de galhos varia entre 4 a 7 por verticilo.

A relação entre área transversal dos galhos e a área basal do fuste na altura de inserção decresce com o aumento do diâmetro do fuste. A soma das áreas dos galhos varia entre 14 vezes à 0,5 vezes o diâmetro do fuste. Essa relação decresce com o aumento do diâmetro do fuste indicando que o crescimento do galho é menor que o do fuste.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidade e uso da madeira**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640 p.

DINERSTEIN, E., OLSON, J.M., GRAHAM, D.J., WEBSTER, A. L., PRIIM, S.A., BOOKNDER, M.P. & LEDEC, G. 1995. Una evaluación del estado de conservación de las ecoregiones terrestres de America Latina y el Caribe. Fondo Mundial para la Natureza, Banco Mundial, Washington.

ECKMÜLLNER, O; STERBA, H. Crown condition needle mass, and spawood área relationship of norway spruce (*Picea abies*). Can. J. For. Res. 30; 1646-1654. 2000

EMBRAPA. 1998. Zoneamento ecológico para plantios florestais no Estado de Santa Catarina. CNPF-Embrapa, Curitiba.

KLEIN, R.M. O aspecto dinâmico do pinheiro brasileiro. *Sellowia*, v.12, n.12, p.17-44, 1960.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. Nova Odessa – SP: Editora Plantarum, 1992. 352 p.

MATTOS, João Rodrigues. **O pinheiro brasileiro**. 2.ed. Santa Catarina: princesa, 1994. 125p. v.1.

MACHADO, S.A.; SIQUEIRA, J.D.P Distribuição natural de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. In: CONFERÊNCIA IUFRO “PROBLEMAS FLORESTAIS DO GÊNERO *Araucária*”, 1980, Curitiba. *Anais...* Curitiba, 1980. p.4-9.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre : Governo do Estado do Rio Grande do Sul, Secretaria da Agricultura, Diretoria de Terra e Colonização, 1961. 42 p.

NUTTO, L. & SPATHELF, P. Modelagem da desrama natural de *Araucaria angustifolia* (BERT.) O KTZE. **Revista Floresta** v.33, n.3, 2003, p.295-309.

REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. **Madeiras do Brasil: Santa Catarina**. Florianópolis: Editora Lunardelli, 1979. 320 p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M. *Araucariaceae*. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1966. 29p.

REITZ,P.R.; KLEIN,R.M.; REIS,A. **Projeto madeira de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 320p.

SHINOZAKI, K., YODA, K., K. HOZUMI UND KIRA. A quantitative analysis of plant form – the pipe model theory. Jpn. J. Ecol. (14): 97 – 105, 1964.

OTIMIZAÇÃO DA PRODUÇÃO DE MADEIRA DE *Pinus* spp. - O CASO BOSQUES DEL PLATA

FORESTRY YIELD OPTIMIZATION IN *Pinus* spp. - BOSQUES DEL PLATA CASE

Rute Berger¹ Raúl Pezzutti²

RESUMO

O grande avanço dos recursos computacionais nas últimas décadas e a melhora da qualidade das informações florestais permitiu que muitas empresas pudessem acessar ao uso de técnicas de Programação Linear (PL) com maior agilidade e confiança, com o fim de planejar suas atividades nos âmbitos estratégico, tático e operacional, buscando a sustentabilidade técnica e econômica do negócio florestal. Para apoiar o processo de tomada de decisão estratégica, a Forestal Bosques del Plata utiliza basicamente os seguintes recursos: base de dados patrimonial, tabelas de produção para os diferentes esquemas de manejo, matriz de preços e custos florestais e o Modelo de Planejamento Estratégico Florestal – AUSTRAL, desenvolvido em parceria pela casa matriz (CMPC Forestal) e o Instituto de Manejo Florestal da Facultad de Ciencias Forestales da Universidad Austral de Chile. O Sistema Austral permite que sejam gerados os cenários de interesse, e consiste em realizar uma avaliação econômica, a geração da Matriz de Programação Linear, a definição do Cenário de Planejamento, a Otimização e a geração de Relatórios. Neste contexto, são gerados os Planos de Longo, Médio e Curto prazo.

Palavras-chave: Programação linear, Manejo florestal, Economia florestal

ABSTRACT

The advancement of computational resources in the last decades and the better quality of the forest information allowed many companies to use Linear Programming (PL) techniques with more agility and confidence, with the purpose to plan their activities in the strategic, tactical and operational ambit, looking for the technical and economical sustainability of the forest business. To support the decision-making process, Forestal Bosques del Plata basically uses the following resources: patrimonial data base, forest yield tables, matrix of costs and prices and the Forestry Strategic Planification Model – AUSTRAL, developed by CMPC Forestal and the Forest Management Institute of the Faculty of Forest Science of the Austral University of Chile. The Austral System allows the generation of concern scenarios and consists in realize economical evaluations, to generate a PL matrix, to define the Planning Scenario, the Optimization and the generation of the reports. In this context the Long, Medium and Short Term Plans are generated.

Key words: Linear programming, Forest management, Forest economics

INTRODUÇÃO

Atualmente, o uso de ferramentas de otimização praticamente se constitui como fator indispensável para o planejamento florestal.

ÖHMAN & ERIKSSON (2002), comentam que as razões para que a Programação Linear (PL) se transformasse em uma das técnicas mais amplamente utilizadas está relacionada à alta eficiência computacional da PL e à versatilidade com que a matriz de restrições por estrato pode ser formada.

MacLEAN et al. (2000) destacam que o grande valor dos modelos de suporte à decisão está na habilidade de realizar cenários do tipo “o que, se...”, analisando os efeitos de diferentes esquemas de manejo, inclusive não fazer nada, e seus impactos no estoque futuro, nos níveis sustentáveis de colheita, etc.

Um plano de manejo ótimo contém informações de quando, como e quanto deve ser cortado, tendo em conta as restrições técnicas e as considerações econômicas (LIU, 2001). Como restrições técnicas, o autor destaca a superfície, os fluxos de produção, a produtividade e os aspectos legais. No que se refere às considerações econômicas, GONG (1994) comenta que as técnicas de ordenamento determinísticas, como a Programação Linear, não são capazes de reconhecer explicitamente e incorporar apropriadamente as incertezas do mercado florestal no longo prazo, e propõe um método para auxiliar o modelo de decisão considerando as incertezas de preços futuros.

Outra desvantagem das técnicas de Programação Linear é destacada por ÖHMAN & ERIKSSON (2002), que destacam a inabilidade dos modelos em considerar as relações não-lineares entre as unidades de manejo independentes, tais como a localização espacial. Sendo assim, comentam que muitos estudos sugerem o uso de outras técnicas de otimização que incluam aspectos espaciais, tais como a heurística. Entretanto, os autores destacam que os métodos heurísticos têm a desvantagem de necessitar muitos recursos computacionais no caso de avaliações de longo prazo, pela

¹ Engenheira Florestal, M.Sc. FORESTAL BOSQUES DEL PLATA S.A. Av. Juan Manuel Fangio, 3873 – Posadas, Misiones, Argentina. CP 3300. rberger@cmpc.com.ar

² Engenheiro Florestal, Doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, UFSM, BR.

quantidade de interações necessárias (são muitas as restrições e atividades, associadas à localização geográfica) e que não podem assegurar a otimização no sentido global, requerendo muita revisão dos dados para que esse problema seja minimizado. Bettinger et al. 1998 *apud* ÖHMAN & ERIKSSON (2002), usando técnicas heurísticas, encontraram diferenças de até 15% em relação ao valor ótimo global, em termos de Valor Líquido Presente (VPL). Os autores sugerem que se utilizem os aspectos positivos de cada uma das técnicas (PL e heurística), em um método de solução coerente: otimização + aspectos espaciais.

No entanto, todo este trabalho somente tem validade se a qualidade das informações florestais é consistente (TOTTI et al. 2001). MacLEAN et al. (2000) comentam que dados precisos de inventários e crescimento constituem requisitos críticos para um plano de manejo sustentável. A qualidade das respostas de qualquer sistema de otimização é diretamente proporcional ao nível de qualidade das informações florestais. Como informações florestais se entendem: cadastro consistente, inventários, curvas de crescimento e tabelas de produção atualizados e com uma precisão que permitam ser bons estimadores da produção atual e futura.

Nas empresas verticalizadas é comum o objetivo de minimizar os custos no setor de produção primária. Nessas empresas os lucros a serem maximizados são os provenientes da venda do produto industrializado e a madeira entra como matéria-prima representando custos no processo e fabricação (SANQUETTA *et al.*, 1997). O planejamento de todas as atividades neste tipo de empresas é fundamental. Por outro lado, nas empresas produtoras exclusivamente de matéria-prima com escasso valor agregado, geralmente são maximizados os benefícios econômicos da produção da madeira, o que igualmente implica, no curto prazo, em uma minimização dos custos (ARCE, 1997).

Esta apresentação pretende ser um breve relato de como Bosques del Plata trabalha na Otimização dos seus recursos florestais.

A EMPRESA

FORESTAL BOSQUES DEL PLATA é uma Unidade de Negócio da CMPC Forestal, pertencente ao grupo chileno CMPC (Compañia Manufacturera de Papeles y Cartones).

O projeto Bosques del Plata foi implementado em 1993, buscando estabelecer uma base florestal para suprir uma fábrica de celulose com capacidade de produção 400.000 toneladas ao ano. Este projeto se encontra em análise, e possivelmente considere também outras opções, como a instalação de uma Serraria.

Atualmente cumprindo 15 anos, a empresa possui plantios de *Pinus taeda*, *Pinus elliottii* e *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, localizados na região Nordeste da Argentina, nas Províncias de Corrientes e Misiones.

O patrimônio total da empresa é de 94.283 ha, distribuídas segundo os seguintes usos de solo:

TABELA 1: Distribuição Patrimonial da Bosques del Plata.

Plantios e por plantar	67.626,90
Experimentos	388,30
Áreas de Preservação	18.990,30
Outros Usos (infra-estrutura, estradas, aceiros)	7.277,50
TOTAL	94.283,00

A produção de madeira comercial em caráter significativo foi iniciada no ano 2005, através da execução de desbastes comerciais em plantios entre 9 e 11 anos.

A partir da possibilidade de produzir madeira comercial em maiores volumes para venda no mercado local, surgiu a necessidade de planejar as atividades de Colheita e Desbastes, buscando a regulação da produção e o máximo retorno do investimento. Neste momento inicia na empresa o Planejamento Florestal Otimizado, usando técnicas de Programação Linear.

PLANEJAMENTO FLORESTAL OTIMIZADO

Para planejar é necessário conhecer.

Para que seja possível fazer uso das ferramentas de otimização da produção florestal na Bosques del Plata, basicamente são necessários os seguintes recursos:

Base de Dados Patrimonial

A base de dados florestais georreferenciada suporta informações cadastrais de nível administrativo:

Horto Florestal
Talhão
Polígono
Superfície

Uso do Solo (Plantios, Conservação, Pesquisa, Infra-estrutura)

E silvicultural, tais como:

Espécie: *Pinus taeda*, *Pinus elliottii*, *Pinus elliottii x Pinus caribaea var. hondurensis*

Ano de plantio

Tipo de solo: Classes I, II e III

Tipo de manejo: Intensivo, Extensivo, Sanitário, Sem Manejo

Ano de Intervenção

O uso de uma base de dados georreferenciada torna possível a espacialização dos resultados do Modelo de Otimização, permitindo desta maneira realizar ajustes ou servir de suporte para o planejamento operacional.

Para facilitar o processamento da informação, diminuindo a quantidade de variáveis que compõem o modelo de otimização, são definidos estratos de manejo, compostos por talhões de mesmo horto, espécie, manejo, idade e sitio.

Tabelas de Produção

As Tabelas de Produção para cada sitio e tipo de manejo são construídas a partir de dados atualizados de:

Inventários e Experimentos

Um sistema de inventario continuo permite conhecer as condições atuais do patrimônio florestal e construir os Modelos de Crescimento e Produção.

A ampla rede de experimentos instalada em todos os sítios classificados pela empresa permite contar com a informação histórica de crescimento, que aporta para a construção das Tabelas de Produção.

Esquemas de Manejo

Os esquemas de manejo possíveis para cada unidade de análise (Estrato) são definidos de acordo ao potencial de sitio e espécie e à idade em que se encontra no momento da análise.

Atualmente existem 12 esquemas de manejo definidos para as plantações atuais, dos quais se podem designar de 2 a 4 possibilidades para cada estrato.

Para os novos plantios são designadas Tabelas de Rendimento Futuro, as quais consideram melhoramento genético, substituição de espécies, mudança de espaçamentos, entre outros.

Preços e Custos Florestais

Os preços são considerados de acordo aos valores definidos para venda (atual e futura), e são classificados em 4 categorias: Madeira Clear, Madeira Grossa para Serraria, Madeira Fina para Serraria e Madeira para polpa.

Os custos consideram as seguintes atividades:

Custo de implantação

Custo de Manutenção

Custo de Administração

Custo de atividades silviculturais (desrama)

Custo de Colheita (Desbaste e Corte Raso)

De posse da informação básica, parte-se para a elaboração do Modelo de Planejamento Estratégico, utilizando ferramentas de Modelagem de Cenários e Otimização por Programação Linear.

Modelo de Planejamento Estratégico

Para apoiar o processo de tomada de decisão estratégica, a Bosques del Plata utiliza o Modelo de Planificación Estratégica Forestal – AUSTRAL, desenvolvido em parceria pela casa matriz e o Instituto de Manejo Forestal de la Facultad de Ciencias Forestales de la Universidad Austral de Chile.

Este software permite construir os cenários de interesse da empresa, em um modelo de programação matemática que inclui todas as variáveis, parâmetros, coeficientes técnicos e econômicos, bem como as restrições operacionais e ambientais (superfície, oferta/demanda de madeira) e os objetivos do modelo de otimização: maximização de receitas, maximização de volume, minimização de custos (AUSTRAL, 2008).

No Sistema AUSTRAL, os principais módulos de processo são:

- Avaliação econômica
- Geração da Matriz de Programação Linear
- Definição do Cenário de Planejamento
- Otimização
- Geração de Relatórios

A Figura 1 mostra um Diagrama de Processo do Sistema Austral:

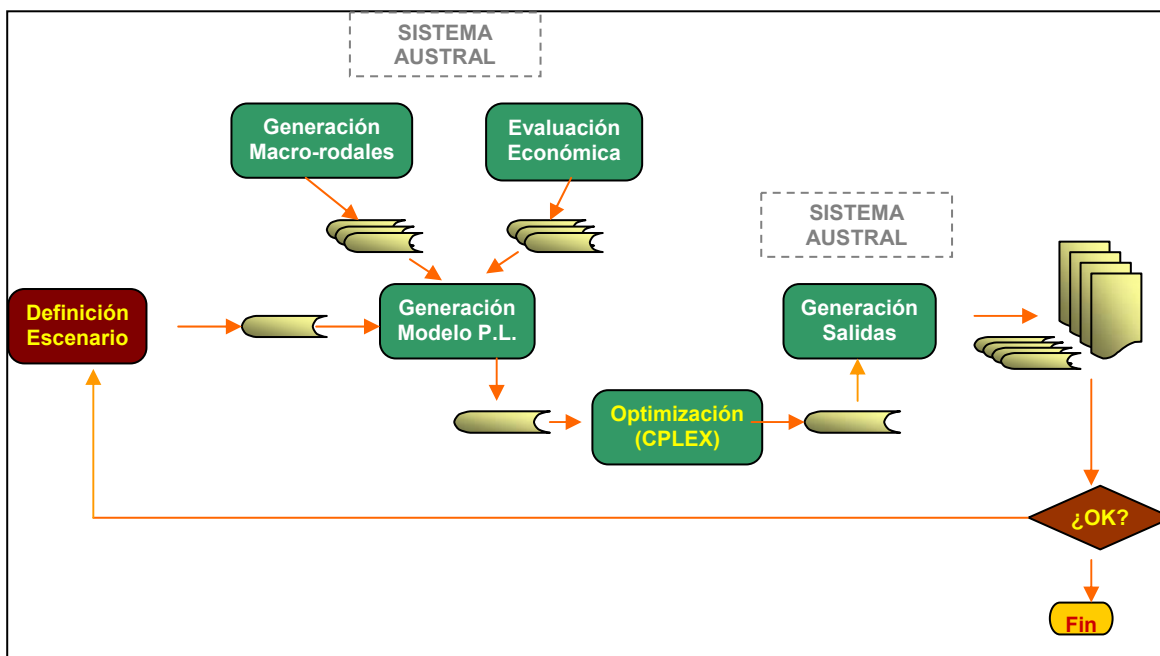


FIGURA 1: Diagrama de Processos do Sistema AUSTRAL

Avaliação Econômica

Este módulo realiza a avaliação econômica de todas as opções de manejo associadas às plantações existentes e às plantações futuras dentro do horizonte de planejamento (HP). Para isso, o sistema calcula o valor presente líquido (VPL) das plantações já existentes e das opções de plantações futuras que alcançarão ser colhidas durante o HP. Para o caso das plantações que seguem em pé no final do HP, se considera o cálculo do valor esperado da terra (VET).

O módulo de avaliação econômica considera todas as possibilidades de estratos (existentes e por estabelecer durante o HP), de manejos possíveis (atuais e futuros) e as idades de colheita definidas (mínima e máxima por tipo de manejo). Os parâmetros econômicos para o cálculo dos coeficientes descritos, são tomados das tabelas que contêm os custos de implantação, administração, manejo e colheita e da tabela de preços de produtos.

Geração da matriz de programação linear

Este módulo realiza o cálculo de todos os coeficientes da matriz de programação linear que representa o problema de planejamento de longo prazo, a partir dos parâmetros definidos, do conteúdo das tabelas de usuário com informação de custos, preços, demandas, superfícies e rendimentos e os resultados da avaliação econômica.

De este modo o modelo de programação linear fica armazenado de forma integral (função objetivo, restrições permanentes e restrições opcionais) nas tabelas do sistema.

Definição do Cenário de Planejamento

A definição do cenário de planejamento consiste na seleção do conjunto de restrições opcionais do modelo de programação linear que serão consideradas na otimização. De este modo, pode-se optar, por exemplo, por considerar restrições que exigem uma oferta sustentável de um determinado produto por destino, ou regular os ingressos líquidos por período o a estrutura de idades no final do horizonte de planejamento.

São tipos de restrição comuns: orçamento anual, aumento gradual da produção, superfície máxima de colheita, volume máximo de colheita por espécie/produto, etc.

No sistema, este módulo aplica um filtro na matriz de programação linear gerada no módulo anterior, e gera o formato em que será lido pelo software de otimização (formato *.MPS).

Otimização

Este módulo é realizado em forma externa ao Sistema AUSTRAL, através do software de otimização ILOG CPLEX®. Neste módulo resolve-se o modelo de programação linear correspondente ao cenário de planejamento definido. No caso de entregar uma solução ótima factível, é possível a geração de um arquivo com a solução, que será lida pelo módulo de geração de relatórios.

Geração de Relatórios

Este módulo lê a solução obtida pelo software de otimização e a carrega nas tabelas de dados do sistema. Permite a geração de um conjunto de relatórios em distintos formatos, que possibilitam a análise dos resultados dos cenários gerados.

Os relatórios entregam informações estratégicas do tipo:

- Oferta Total de Madeira
- Oferta de Madeira por Horto, Sitio, Manejo ou Produto
- Superfície de Colheita por Horto, Sitio e Manejo
- Superfície de Desbaste/Desrama por Horto, Sitio e Manejo
- Superfície a plantar
- Regulação de idades ao final do HP, entre outros

CONSIDERAÇÕES PARA OS DIFERENTES ÂMBITOS DE DECISAO: Estratégico, Tático e Operativo

Uma adequada resolução temporal e espacial permite analisar corretamente as decisões próprias do planejamento estratégico e, a partir deste, definir a resolução com que se tratarão as decisões táticas e as de tipo operativo. A figura seguinte descreve alguns tipos de decisões em cada âmbito.

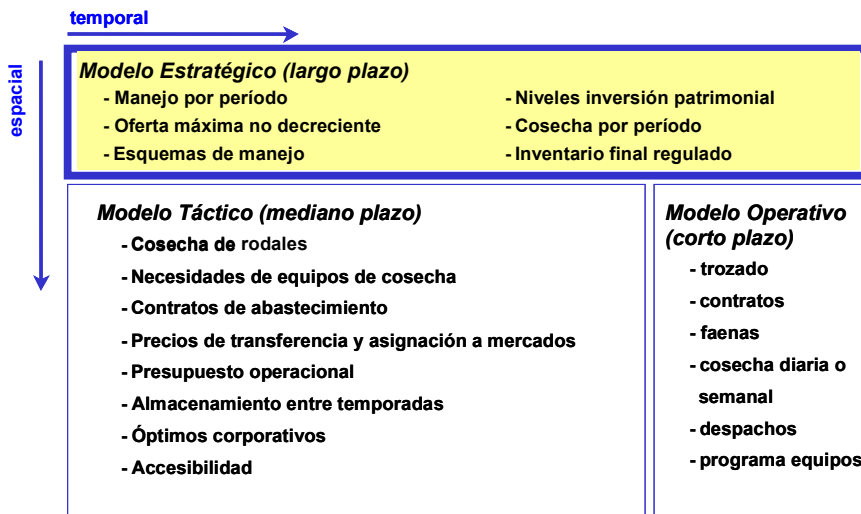


FIGURA 2: Tipos de decisão nos diferentes âmbitos (Fonte: AUSTRAL, 2008).

Plano de Longo Prazo (Estratégico)

O plano Estratégico permite uma visão global do negocio florestal, sendo que as principais decisões de longo prazo estão associadas:

- Definição de Produção Sustentável
- Abastecimento de Centros Industriais
- Designação de esquemas de manejo
- Regulação da estrutura de idades no final do HP
- Substituição de espécies/materiais genéticos

- Expansão ou contração patrimonial
- Definição de pólos de abastecimento
- Instalação de novos centros industriais

O plano estratégico se constitui como um guia para definir as ações de nível Tático e Operativo.

Plano de Médio Prazo (Tático)

O Plano Tático permite uma visão de médio prazo, e tem como principais funções definir:

- Níveis básicos de colheita, manejo e plantação
- Dimensionar a necessidade de equipes e máquinas
- Planejamento de caminhos florestais
- Planejamento de Viveiro Florestal

Plano de Curto Prazo (Operativo)

O plano Operativo entrega as atividades a realizar durante o ano calendário de uma forma detalhada, para a menor unidade de trabalho florestal.

Na Bosques del Plata entrega-se um Plano Anual de Operações para o ano vigente, com os detalhes das atividades de Plantação (preparação de solos, controle de formigas, etc.), Manejo (Desrama/Desbaste) e Colheita, ao nível de talhão/polígono. Este Plano é atualizado segundo a necessidade de mudanças operacionais previamente justificadas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCE, J.E. **Um sistema de programação do transporte principal de multiprodutos florestais visando a minimização de custos**. Tese de Mestrado em Ciências Florestais, 1997, UFPR. 98 p.
- AUSTRAL – **Modelo de Planificación Estratégica de Plantaciones Forestales**: Programa de computador. Universidad Austral de Chile, 2008. Versao 4.01
- GONG, P. Adaptive optimization for forest-level timber harvest decision analysis. **Journal of Environmental Management**, n.40, p. 65-90, 1994.
- LIU, C.M. Primal-dual methods for sustainable harvest scheduling. **Computers & Operations Research**, n.28, p.733-749, 2001.
- MacLEAN, D.A., MacKINNON, W.E., PORTER, K.B. et al. Use of forest inventory and monitoring data in the spruce budworm decision support system. **Computers and Electronics in Agriculture**, n.28, p.101-118, 2000.
- ÖHMAN, K.; ERIKSSON, L.O. Allowing for spatial consideration in long-term forest planning by linking linear programming with simulated annealing. **Forest Ecology and Management**, n.161, p. 221-230, 2002.
- SANQUETTA, C.R.; VOLPI, N.M.P. e CARNIERI, C. Otimização do empreendimento florestal. Estudo de caso para reflorestamento de Pinus. **In**: Curso de Manejo Florestal Sustentável. 1997, Colombo. EMBRAPA-PR, 1997.
- TOTTI, J.A., KLEIN, J.E.M., BERGER, R., JUNQUEIRA, J.R. Planejamento da produção florestal na Klabin Riocell S.A. **In**: Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal, 2º, 2001, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM/PPGEF, 2001.

**EFEITO DE TRATAMENTOS PRÉ-GERMINATIVOS NA GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE
Ceiba speciosa (A. St. - Hil.) Ravenna**

EFFECT OF PRE-GERMINATION TREATMENTS ON GERMINATION OF *Ceiba speciosa* (A. St. - Hil.) Ravenna SEEDS

Marília Lazarotto¹ Graziela Piveta ¹ Caciara Gonzatto Maciel² Angelina Taís Mieth² Marlove Fátima Brião Muniz³

RESUMO

O objetivo deste estudo foi avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*), bem como submeter estas à condições de estresse sob diferentes tempos de exposição a fim de determinar seu efeito sobre a germinação. Foram realizados dois experimentos, no primeiro, os tratamentos pré-germinativos utilizados foram: escarificação mecânica, imersão em água fria por duas horas e tratamento testemunha. Foram utilizadas 200 sementes para cada tratamento sendo estas colocadas para germinar à temperatura de 25°C±3°C e fotoperíodo de 12 horas. As avaliações foram aos sete e 14 dias. No segundo experimento, que testou efeito de condições de estresse sobre a germinação, caixas plásticas com tela metálica foram utilizadas com 40 ml de água, onde as sementes foram colocadas sob temperatura de 41°C. Foram testados quatro tempos de exposição às condições citadas anteriormente: 24, 48, 72 e 96h. Após, as sementes foram colocadas para germinar com duas avaliações, aos sete e 14 dias. Na primeira contagem de germinação, ou vigor, a escarificação mecânica foi mais eficiente, porém, a germinação, contada aos 14 dias, foi superior no tratamento com água fria. A exposição das sementes à alta temperatura e umidade por 24 horas favoreceu a germinação.

Palavras-chave: teste de germinação, embebição, sementes florestais, paineira.

ABSTRACT

This research was aimed with the objective to evaluate the efficiency of pre-germination treatments in *Ceiba speciosa* seeds, and to submit these to stress conditions of temperature and humidity by different times of exposition, to determinate this effect on germination. Two experiments were leaded, in the first, the pre-germination treatments used were: mechanical scarification, immersion in water at room temperature for two hours and the control treatment. For each treatment, 200 seeds were used, which were put to germinate at the temperature of 25°C±3°C and 12 hours of light. The evaluations were done at seven and 14 days after. In the second experiment, which tested the effect of stress conditions on germination, plastic boxes with metallic mesh were used with 40 ml of water, and submit this at 41°C. Four times of exposition to the stress conditions were tested: 24, 48, 72 and 96 h. After this, the seeds were put to germinate with two evaluations, at seven and at 14 days after. In the first counting of germination, the mechanic scarification was more efficient than the others treatments, but in the germination, counted at 14 days, the treatment with water at room temperature was better. The seeds exposition by high temperature and humidity by 24 h promoted the germination.

Keywords: germination test, imbibition, forest seeds, *Ceiba speciosa*.

INTRODUÇÃO

A análise de sementes é importante, pois fornece dados que expressam a qualidade física e fisiológica do lote de sementes para fins de semeadura e armazenamento. Possibilita também, estabelecer comparação entre diferentes lotes, bem como, verificar quais são as melhores condições para armazenar estas sementes de forma que fiquem viáveis por um maior período de tempo. A temperatura, juntamente com a água e o oxigênio, constituem os principais fatores externos que influenciam na germinação de uma semente, sendo que cada espécie possui determinadas condições ótimas para sua germinação.

As sementes de espécies silvestres, em seu estado natural, apresentam grande variabilidade genética, resultando em ampla variedade de características morfofisiológicas que, por sua vez, são determinantes no comportamento

¹ Mestrandas do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Defesa Fitossanitária, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS. lilalazarotto@yahoo.com.br

2. Acadêmicas do curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Departamento de Defesa Fitossanitária, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS.

3. Engenheira Agrônoma, Dr^a, Professora Adjunta do Departamento de Defesa Fitossanitária, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, Campus Universitário, CEP: 97105-970, Santa Maria, RS.

ecológico dos indivíduos de mesma espécie. Ainda, existem as variações edafoclimáticas de acordo com as regiões onde uma determinada espécie ocorre e outros fatores relacionados ao manejo de coleta e pós-coleta, capazes de influenciar diretamente na qualidade germinativa das sementes.

As condições em que as sementes são mantidas antes de submetê-las à germinação vão afetar diretamente a qualidade e o vigor das plântulas originadas destas sementes, sendo que as principais variáveis observadas no armazenamento de espécies florestais são temperatura e umidade.

A paineira – *Ceiba speciosa* (A. St. - Hil.) Ravenna - é uma espécie arbórea, de grande porte, com 15-30 m de altura, que recentemente passou a pertencer à família Malvaceae, possui grande importância ecológica sendo utilizada para recuperação de áreas úmidas, já que suporta esta condição, como também serve para alimentação da fauna silvestre.

O objetivo deste estudo foi de avaliar a eficiência de tratamentos pré-germinativos em sementes de paineira (*Ceiba speciosa*), bem como submeter estas a condições de estresse sob diferentes tempos de exposição, a fim de determinar seu efeito sobre a germinação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A paineira (*Ceiba speciosa*) é uma espécie de rápido crescimento e seu cultivo não exige cuidado especial (PIO-CORRÊA e PENNA, 1978). Apresenta mecanismos fisiológicos específicos que a torna tolerante ao encharcamento, aparecendo com frequência em áreas ciliares (JOLY e CRAWFORD, 1982). Espécie nativa da mata pluvial tropical comum em vales de rios e pequenas depressões, sobretudo na região sul e sudeste do Brasil (DURATEX, 1989). Possui diversos nomes comuns, como: paineira, paineira-branca, paineira-de-seda, paineira-de-espinho, paineira-fêmea, árvore-de-lã, barriguda, árvore-de-paina (LORENZI, 2002). Suas folhas fazem parte da alimentação do macaco bugio (*Aloatta fusca*) e também atraem muitas aves. Além disso, é recomendada para plantios para reconstituição de matas e recuperação de mata ciliar em locais sem inundação (CARVALHO, 2003).

Esta espécie produz suas sementes anualmente, estas são amplamente disseminadas pelo vento graças à sua fixação à paina, material que envolve e protege as sementes (LORENZI, 2002). Na indústria, sua paina serve para enchimento de almofadas, cobertores e travesseiros. A madeira é utilizada na fabricação de aeromodelos, flutuadores, forros de móveis e como material isolante (LORENZI, 2002).

Quando se propaga espécies através de sementes, é importante conhecer os fatores que influenciam a capacidade e a velocidade de germinação das mesmas. Esses fatores podem ser extrínsecos ou ambientais, tais como: luz, temperatura, umidade, agentes químicos, gases e agentes bióticos; e intrínsecos ou internos à semente, como morfologia, viabilidade e dormência (BIONDI e LEAL, 2008). Para o manejo e conservação das espécies nativas, é importante reunir informações que caracterizem os aspectos ecológicos para sua propagação (ABREU et al., 2005).

A deterioração das sementes é um dos principais problemas no armazenamento das sementes (BRACCINI et al., 2001) e é influenciada, essencialmente, pela temperatura e umidade. Esta deterioração não pode ser evitada, mas pode ser controlada, sendo este o principal objetivo do armazenamento, que é uma das estratégias mais importantes de conservação *ex situ*, por conservar as características genéticas das sementes até que estas sejam semeadas (CARNEIRO, 1985).

Algumas sementes se hidratam muito rapidamente quando em contato com a água, fazendo com que a taxa inicial de embebição varie extensamente dependendo das características da testa e/ou do pericarpo que cerca o embrião (CASTRO e HILHORST, 2004).

Apesar do aumento considerável no desenvolvimento de técnicas para melhorar o potencial germinativo das sementes, realizadas por meio de pesquisas nas últimas décadas, a maioria das espécies florestais nativas necessita de informações silviculturais, principalmente às relacionadas com as condições apropriadas para que suas sementes germinem (ABREU et al., 2005).

MATERIAL E MÉTODOS

Procedência das sementes e local de realização da pesquisa

A amostra de sementes de paineira era procedente de Nova Prata do Iguazu – PR, coletada em julho de 2006.

Ambos os experimentos, descritos a seguir, foram realizados no Laboratório de Fitopatologia do Departamento de Defesa Fitossanitária – Centro de Ciências Rurais – Universidade Federal de Santa Maria.

Experimento 1: Tratamentos pré-germinativos e teste de germinação

Os tratamentos pré-germinativos utilizados foram: escarificação mecânica, com tegumento lixado manualmente, em ambos os lados de cada semente; imersão das sementes em água fria (temperatura ambiente) por duas horas. Foi utilizado um tratamento testemunha, onde as sementes não foram submetidas a nenhum procedimento pré-germinativo.

Após as sementes passarem pelos tratamentos descritos anteriormente, foi realizado o teste de germinação. Para este, foram utilizadas 200 sementes para cada tratamento, divididas em dez repetições, distribuídas em caixas de

plástico transparente (gerbox), previamente desinfestadas com solução de hipoclorito de sódio 1% e forradas com três folhas de papel filtro umedecidas com água destilada. A incubação realizou-se em câmara com temperatura de 25°C±3°C e fotoperíodo de 12 horas.

As avaliações realizaram-se aos sete e 14 dias após a instalação do teste. Aos sete dias, fez-se a contagem das plântulas normais e, aos 14 dias, das plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas. Os resultados foram expressos em percentagem.

Experimento 2: Exposição das sementes de paineira à condições de estresse e teste de germinação

As condições adversas de temperatura e umidade para as sementes de paineira foram simuladas da seguinte forma: utilizou-se caixas plásticas do tipo “gerbox” que funcionam como mini-câmaras (compartimento individual). As 100 sementes utilizadas para cada tratamento foram distribuídas uniformemente, de maneira a formar uma camada simples sobre a superfície de tela metálica suspensa no interior da caixa plástica (compartimento interno), as quais continham 40 ml de água destilada obtendo-se aproximadamente 100% de umidade relativa do ar e à temperatura de 41°C. Os tratamentos foram compostos por diferentes tempos de exposição às condições de estresse: 24, 48, 72 e 96 horas.

Após a submissão das sementes às condições descritas, estas foram colocadas para germinar em rolo de papel umedecido com água destilada (2,5 vezes o peso total do papel-filtro). Foram utilizadas quatro repetições de 25 sementes. A primeira contagem de germinação foi aos sete dias, computando-se as plântulas normais, e a germinação foi avaliada aos 14 dias, contando-se as plântulas normais, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas.

Procedimento estatístico

Para todas as análises, utilizou-se o Sistema de Análise Estatística - SANEST (ZONTA e MACHADO, 1986), variando apenas o número de repetições, dependendo do teste realizado. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado e os dados em percentagem foram transformados segundo $\arcsin \sqrt{x/100}$. A comparação das médias foi realizada através do teste de Duncan a 1% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, pode-se observar os resultados das médias em percentagem para vigor, germinação (plântulas normais) e demais variáveis observadas no teste padrão de germinação, após as sementes de paineira terem sido submetidas à diferentes tratamentos pré-germinativos. Verifica-se que a maior percentagem de primeira contagem de germinação ocorre quando as sementes foram escarificadas, seguido do tratamento com água fria e, por último, a testemunha. A germinação, isto é, a percentagem de plântulas normais contada aos 14 dias, foi maior para o tratamento com água fria, seguido da escarificação mecânica e da testemunha. Para as variáveis plântulas anormais, sementes duras e mortas, o tratamento testemunha obteve as maiores médias, indicando, portanto, os piores resultados.

O aumento da percentagem de germinação nos tratamentos pré-germinativos em relação à testemunha indica que a paineira apresenta um impedimento em relação ao tegumento, já que tanto a escarificação mecânica quanto a imersão em água fria por duas horas são tratamentos que, de certa forma, quebram esta resistência tegumentar.

TABELA 1: Percentagem média de primeira contagem de germinação (PCG), germinação, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas observadas no teste padrão de germinação após tratamentos pré-germinativos em paineira – *Ceiba speciosa*. Santa Maria, RS, 2008.

Variáveis	Tratamentos			
	Escarificação mecânica	Água fria	Testemunha	CV
PCG	56,0 a *	44,0 b	35,0 c	3,3
Germinação	57,0 b	61,5 a	45,0 c	3,9
Plântulas Anormais	11,5 b	6,0 c	13,0 a	3,1
Sementes Duras	10,0 c	13,5 b	14,5 a	2,6
Sementes Mortas	21,5 b	19,0 c	27,5 a	4,7

* Médias seguidas por mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 1% de significância

Para Carvalho (2003), a germinação da *C. speciosa* é irregular, ficando entre 30 a 100%, além disso, a espécie não possui dormência, mas recomenda-se a imersão das sementes em água fria por duas horas antes da semeadura para facilitar a germinação. Esta recomendação, proposta pelo autor, foi realizada e teve efeito positivo e significativo na germinação da paineira. Para Lorenzi (2002) a emergência das plântulas de paineira é rápida, ocorrendo nos primeiros cinco a oito dias e a taxa de germinação, geralmente, é superior a 80%, porém o autor não cita nenhum método de quebra de dormência ou tratamento pré-germinativo para a espécie.

A maioria das sementes alcança o máximo de embebição antes de germinar e a atividade metabólica do processo germinativo só tem início quando as sementes atingem um certo nível de hidratação (BANSAL et al., 1980).

Portanto, a imersão das sementes de paineira em água fria fez com que estas atingissem um nível de hidratação ótimo para a germinação, fazendo com que a percentagem de germinação neste tratamento fosse superior.

De acordo com Castro e Hilhorst (2004), a água exerce grande influência sobre o processo germinativo, sendo observado que, em sementes pré-embebidas em solução, a germinação acontece de maneira mais rápida e uniforme, concordando com os resultados do presente estudo.

Através da Tabela 2, pode-se observar que inicialmente, na primeira contagem de germinação ou vigor, a exposição à alta temperatura e umidade do ar por um período mais prolongado de tempo (72 h) foi benéfica, já que a germinação foi superior neste tratamento. Porém, na contagem de germinação aos 14 dias, as sementes que ficaram apenas por 24 horas em condições de estresse foram as que tiveram maior percentagem de germinação. A germinação foi decrescendo à medida que o tempo de exposição das sementes às condições de estresse foi aumentando.

Fanti e Perez (2005), estudando efeito do envelhecimento acelerado no vigor de sementes de paineira (*C. speciosa*) constataram que a exposição das sementes à 45°C e umidade de 100% propiciou o amolecimento do tegumento, com aceleração no processo germinativo. Segundo os mesmos autores, a exposição às condições de alta umidade pode ter propiciado a pré-embebição das sementes, o que provocou a alta germinação, exatamente como observado no presente estudo.

Perez et al. (1999), estudando efeito de envelhecimento acelerado em sementes de canafístula (*Peltophorum dubium*), também verificaram que condições de alta temperatura e umidade pode ajudar na superação de dormência quando o período de exposição for de até 48 horas.

Segundo Borges et al. (1990), o uso da temperatura de 40°C para envelhecimento acelerado de sementes de cedro (*Cedrela fissilis*) acelera o processo de germinação e aumenta a percentagem de germinação final, até o tempo de exposição de 72 horas.

TABELA 2: Percentagem média de primeira contagem de germinação (PCG), germinação, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas observadas no teste padrão de germinação após tratamentos sob condições adversas a temperatura de 41°C por diferentes períodos de tempo em sementes de paineira – *Ceiba speciosa*. Santa Maria, RS, 2008.

Variáveis	Tratamentos				C.V.
	24 h	48 h	72 h	96 h	
PCG	45 d *	65 c	72 a	70 b	5,4
Germinação	85 a	81 b	74 c	72 d	5,0
Plântulas Anormais	3 b	4 a	6 a	4 a	1,5
Sementes Duras	10 b	8 d	9 c	11 a	3,7
Sementes Mortas	2 d	7 c	11 b	13 a	3,5

* Médias seguidas por mesma letra na linha não diferem entre si pelo teste de Duncan ao nível de 1% de significância

Apesar da exposição das sementes de paineira à temperatura de 41°C e à umidade de 100% ter aumentado a percentagem de germinação em relação aos tratamentos pré-germinativos, expor as sementes à estas condições por períodos prolongados de tempo poderá reduzir significativamente sua germinação, bem como poderá tornar favoráveis as condições do ambiente para o aparecimento de fungos apodrecedores ou de armazenamento.

CONCLUSÕES

Os tratamentos pré-germinativos de escarificação mecânica e imersão em água fria por duas horas aumentam a percentagem de germinação de paineira quando comparada à testemunha.

A exposição das sementes de paineira a condições de estresse por períodos breves acelera e aumenta o potencial de germinação desta espécie.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABREU, D.C.A.; NOGUEIRA, A.C.; MEDEIROS, A.C.S. Efeito do substrato e da temperatura na germinação de sementes de cataia (*Drimys brasiliensis* MIERS. Winteraceae). **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 27, n. 1, p.149-157, 2005.

BANSAL, R.P.; BHATI, P.R. & SEN, D.N. Differential specificity in water imbibition of Indian and zone seeds. **Biologia** P1., 22:327-31, 1980.

BIONDI, D.; LEAL, L. Tratamentos pré-germinativos em sementes de *Mimosa strobiliflora* Burkart. **Scientia Agraria**, Curitiba, v.9, n.2, p.245-248, 2008. (Nota científica)

BORGES, E.E.L, CASTRO, J.L.D, BORGES, R.C.G. Avaliação fisiológica de sementes de cedro submetidas ao envelhecimento precoce. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 12, n. 1, p. 56-62, 1990.

- BRACCINI, A.L., BRACCINI, M.C.L., SCAPIN, C.A. Mecanismos de deterioração das sementes: aspectos bioquímicos e fisiológicos. **Informativo ABRATES**, v.11, n.1, p.10-15, 2001.
- CARNEIRO, J.G.A. **Armazenamento de sementes florestais**. Curitiba: FUPEF, 1985. 35 p. (Série técnica, 14).
- CARVALHO, P.E.R. **Espécies arbóreas brasileiras**. (Coleção espécies arbóreas brasileiras), v.1. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, 2003.
- CASTRO, R.D; HILHORST, H.W.M. Embebição e reativação do metabolismo. In: FERREIRA AG, BORGHETTI, F (Eds.). **Germinação: do básico ao aplicado**. Porto Alegre, Artmed., 2004, p.149-62.
- DURATEX. **Árvores do Brasil**. Produzido e patrocinado pela Duratex S/A. São Paulo: Prêmio, 1989.
- FANTI, S.C., PEREZ, S.C.J.G.A. Efeitos do envelhecimento precoce no vigor de sementes de *Chorisia speciosa* St. Hil. – Bombacaceae. **Revista Árvore**, Viçosa – MG, v.29, n.3, 2005.
- JOLY, C. A; CRAWFORD, R.M. Variation in tolerance and metabolic responses to flivoding in some tropical trees. **Journal of Experimental Botany**, v.33, n.155, p.799-809, 1982.
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 4.ed. Nova Odessa. São Paulo: Ed. Plantarum, 2002.
- PEREZ, S.C.J.G.A; FANTI, S.C.; CASALI, C.A. Influência do armazenamento, substrato, envelhecimento precoce e profundidade de semeadura na germinação de canafistula. **Bragantia**, Campinas, 58(1):57-68, 1999.
- PIO-CORRÊA, M. P.; PENNA, S. **Dicionário de plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas**. Rio de Janeiro: IBDF, 1978. v.5, p.328-29.
- ZONTA, E. P.; MACHADO, A. A. **Sistema de análise estatística para microcomputadores - SANEST**. Pelotas: UFPel, Instituto de Física e Matemática, 1986. 150p.

LEVANTAMENTO FITOSSOCIOLÓGICO DO CÓRREGO DO COCO COM VISTAS A ESTUDO DE
MODELO SUCESSIONAIS DE RECUPERAÇÃO DE MATAS CILIARES

PHYTOSOCIOLOGICAL INVENTORY OF “CÓRREGO DO COCO”, IN ORDER TO STUDY
SUCESSIONAL MODELS FOR FOREST EDGES RECOVERY

Maria Cristina Bueno Coelho¹; Mauro Luiz Erpen²

RESUMO

As matas ciliares têm um papel estratégico na conservação da biodiversidade, na preservação da qualidade da água e para a formação de corredores ecológicos. Esta pesquisa tem como objetivo o levantamento fitossociológico do córrego do Coco, no município de Paraíso do Tocantins-TO, para determinação de modelos sucessionais de recuperação de matas ciliares, com a identificação de grupos ecológicos. Foram amostradas de forma sistemática 7 parcelas com dimensões de 10m x 100m, com intervalo de 200m entre elas. A área total amostrada foi de 0,7 ha. Foram inventariadas todas as árvores com DAP (diâmetro a altura do peito) \geq 10cm. Foram medidos além do DAP a altura total sendo feita a identificação botânica de cada indivíduo. Foram encontradas 33 espécies arbóreas com 32 gêneros, distribuídas em 18 famílias botânicas e 120 indivíduos, indicando uma baixa heterogeneidade florística. A família mais representativa foi a Anacardiaceae com 4 espécies e 10 indivíduos, estando representadas por do total de 12,12 % espécies e 8,33% do total de indivíduos. As famílias leguminosae-caesalpiniodeae, leguminosae-mimosoideae, palmae, foram as mais características com 16,66% das famílias encontradas na área. E as famílias Leguminosae-Mimosidae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Sterculiaceae representando cerca de 56,9% dos indivíduos encontrados na área. Das 33 espécies encontradas, 27 (81,81%) comparecem com apenas um indivíduo. As espécies Almesca aroeira, birra, cega machado, farinha seca, gameleira, ingarana e não identificadas, distinguiram-se por ser as mais densas, totalizando 42,32 da densidade relativa. Pela dominância destam-se *Trattinickio rhoifolia*, *Samanea tubulosa*, *Ficus calyptroceras*, *Attaleia dobia*, representando juntas 51,35% da área basal amostrada. As espécies *Samanea tubulosa*, *Ficus calyptroceras*, *Trattinickio rhoifolia* e não identificadas são as mais importantes, contribuindo com 33,69% do IVI e 39 % do IVC. O índice de diversidade de Shannon foi de 1,47 indicando que o remanescente estudado apresentou uma baixa diversidade florística.

Palavras-chave: Fitossociologia, matas ciliar, gupos ecológicos.

ABSTRACT

Forest edges have a strategic role in biodiversity conservation, in water quality preservation and in ecological corridors formation. This research aim the phytosociological inventory of “Córrego do Coco”, in Paraíso do Tocantins – state of Tocantins, to determine successional models for forest edges recovery and identify ecological groups. Seven plots (10 m x 100 m) were systematically sampled, with a 200 m- interval among them. The total area sampled was 0,7 ha. All the trees with DBH - diameter at breast height - were listed $>$ 10 cm. Thus, the total hight of the trees was measured and the botanical identification of each individual was done. Thirty three arboreal species with 32 genres were found, distributed in 18 botanical families and 120 individuals, showing a low floristic heterogeneity. The most representative family was “Anacardiaceae”, with 4 species and 10 individuals, being represented by: of the total of species – 12,12% and of the total of individuals – 8,33%. The most characteristic families were “ leguminosae-caesalpiniodeae, leguminosae-mimosoideae, palmae, with 16,66% of the families found in the area. Still, the families Leguminosae-Mimosidae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Sterculiaceae, representing about 56,9% of the individuals found in the area. From 33 species found, 27 (81,81%) appear with only one individual. The species Almesca aroeira, birra, cega machado, farinha seca, gameleira, ingarana and those non-identified, distinguished because they were the densest ones, totaling 42,32% of the relative density. Among all the species, *Trattinickio rhoifolia*, *Samanea tubulosa*, *ficus calyptroceras attaleia dobia*, stand out as the most dominant, representing 51,35% of the basal area sampled, together. The species *Samanea tubulosa*, *ficus calyptroceras*, *Trattinickio rhoifolia* and those non-identified are the most important , contributing with 33,69 % of the Index Value of Importance (IVI) and 39% of the Index Value of Coberture (IVC). The Index of Diversity of Shannon (H') was 1,47, showing that the remaining ones studied presented a low floristic diversity

Key-words: Phytosociology, forest edges, ecological groups.

¹ Professora M.Sc. Univerisdade Federal do Tocantins. Rua Badejós, Chácaras 69/72, Lote 7 - Zona Rural CP 66, CEP: 77402 - 970 .Gurupi - TO – Brasil. mariacristina@uft.edu.br

² . Professor. Esp. Escola Técnica Fedral do Tocantins.

INTRODUÇÃO

A recuperação de áreas de preservação permanente não envolve simplesmente o plantio aleatório de espécies. Consiste antes de tudo na adoção de um conjunto de medidas voltadas a acelerar o processo natural de sucessão em direção ao estágio climáx, visando sempre a redução dos custos ecológicos envolvidos em tal processo.

Ao dar início a atividade de revegetação em áreas de preservação permanente, é importante considerar que, através deste trabalho, somente se estará fornecendo os ingredientes necessários para o início de um processo de restauração da área. A manutenção e proteção das matas, após essa fase, darão condições para que a natureza se encarregue da continuidade do processo.

As florestas ocorrentes ao longo de cursos d'água e no entorno de nascentes tem características vegetacionais definidas por uma interação complexa de fatores dependentes das condições ambientais ciliares. O ambiente ribeirinho reflete as características geológicas, geomorfológicas, climáticas, hidrológicas e hidrográficas, que atuam como elementos definidores da paisagem e, portanto das condições ecológicas locais. O nível de complexidade aumenta quando consideramos a dinâmica sucessional dessas formações ribeirinhas, influenciadas pela elevação do curso d'água e ou do lençol freático, com conseqüente deposição de sedimentos, soterramento ou retirada da serrapilheira e do banco de sementes, que atuam como elementos naturais de perturbação destas áreas.

A drástica redução das formações ribeirinhas e a fragmentação das florestas em geral, verificadas nos últimos anos no Brasil, têm causado aumento significativo dos processos de erosão dos solos, com prejuízos à hidrologia regional, evidente redução da biodiversidade e a degradação de imensas áreas.

A implantação da vegetação, bem como o seu manejo, requerem o emprego de técnicas adequadas, geralmente definidas em função de avaliações detalhadas das condições locais e da utilização dos conhecimentos científicos existentes. É importante, para a análise da vegetação, encontrar um valor que permite uma visão ou caracterização da importância de cada espécie, no conglomerado total da floresta (FOSTER, 1973 e LAMPRECHT, 1962 e 1964 apud LONGHI, 1997). Um método para integrar dominância, abundância e frequência uniformizando a interpretação dos resultados e caracterizando o conjunto da estrutura da vegetação, consiste em combiná-los numa expressão única e simples, calculando o valor de Importância, proposto por CURTIS & MACINTOSH e aplicados inicialmente por CAIN et al. (1956). Segundo MARTINS (1991), apesar de críticas, o Valor de Importância tem se revelado muito útil, tanto para separar tipos diferentes de florestas, como para relacioná-lo à fatores ambientais ou para relacionar a distribuição de espécies à fatores abióticos. A importância que uma espécie adquire na floresta é caracterizada pelo número de árvores e suas dimensões (densidade e dominância), que determinam o espaço dentro da biocenose, não importando muito se as árvores aparecem isoladas ou em grupos (Frequência).

O presente estudo visa caracterizar fitossociologicamente a mata ciliar remanescente ao córrego do coco no município de Paraíso do Tocantins-TO com vistas a determinação dos grupos ecológicos e estudos de modelos sucessionais de recuperação de matas ciliar.

METODOLOGIA

Localização da Área de Estudo

Esta pesquisa foi desenvolvida no município de Paraíso do Tocantins, em uma propriedade rural com uma área de 125 ha. Sua sede municipal localiza-se a 277m de altitude, e coordenadas UTM: 0725495; 8881396.

O clima segundo a classificação de Köppen é tropical úmido com uma característica de regime de chuvas, seco de maio a outubro e úmido de outubro a abril, com precipitação de 1500 a 2000 mm/ano. A temperatura tem uma larga amplitude de variação indo de 18°C a 40°C. A umidade relativa do ar varia de 22% a 96%. A área de mata ciliar está antropizada com culturas anuais, pastagem artificial e dessedentação animal.

Coleta de dados

O método de amostragem das espécies arbóreas foi o de parcelas múltiplas (10m x 100m), distribuídas à partir de uma parcela inicial demarcada às margens do córrego do Coco, próximo a nascente. A partir desta parcela foram medidas as próximas, com espaçamento de 200m de forma sistemática sendo regulada pela curva espécie/área de Oosting (OOSTING, 1951). Foram medidas no total sete parcela amostrais perfazendo uma área de 7000m² ou 0,7 ha.

Nas parcelas foram medidas todas as árvores vivas com DAP (diâmetro a altura do peito) \geq 10 cm com uma suta hipsométrica de precisão em cm. Mediu-se também a altura total com mira graduada (precisão em cm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Espécies e grupos ecológicos

Foram encontradas 33 espécies arbóreas com 32 gêneros nas margens do córrego do rio do coco, distribuídas em 18 famílias botânicas e 120 indivíduos, indicando uma baixa heterogeneidade florística. As espécies arbóreas encontradas nas sete parcelas contíguas encontra-se na tabela 01.

TABELA 01- Nome vulgar, nome científico, família botânica e grupo ecológico das espécies encontradas em um remanescente de mata ciliar localizado no município de Paraíso do Tocantins – TO.

Nome vulgar	Nome Científico	Família	Grupo ecológico
Amescla	<i>Trattinickio rhoifolia</i>	Burseraceae	Pioneira
angico amarelo	<i>parapiptadenia rigida</i>	leguminosea-mimosoideae	Pioneira
Aroeira	<i>Lithraea brasiliensis</i>	Anacardeaceae	Pioneira
Biriba	<i>eschweilera avata</i>	Lecythidaceae	Secundária inicial
Buriti	<i>mauritia flexuosa</i>	Palmae	Pioneira
canela de cotia	<i>dipokeleba floribumda</i>	Sapindaceae	Secundária
cachimbeiro	<i>cariniana rubra</i>	Lecythidaceae	Clímax
café brabo	<i>casearia silvestres</i>	Flacourtiaceae	Secundário inicial
Caja	<i>spondias venulosa</i>	Anacardiaceae	Secundária inicial
canela de velho	<i>cenostigma macrophyllum</i>	leguminasae-mimosoideae	Pioneira
cega machado	<i>physocalymma scaberrimum</i>	Lythaceae	Secundária inicial
Chicha	<i>sterculia apetala</i>	sterculiaceae	Secundária inicial
embauba	<i>cecropia glaziovi</i>	cecropiaceae	Pioneira
farinha ceca	<i>Samanea tubulosa</i>	Leguminosae-Mimosoideae	Pioneira
gameleira	<i>ficus calyptroceras</i>	Moraceae	Pioneira
gonçalo alves	<i>astronium fraxinifolium</i>	anacardiaceae	Pioneira
Ingá	<i>inga igauruguensis</i>	leguminosea-mimosoideae	Secundária Tardia
Ingarana	<i>dimorphandra macrostachya</i>	leguminosae-caesalpinoideae	Secundário
ipê-amarelo	<i>tabebuia ocharacea</i>	bignoneaceae	Secundária
ipê-roxo	<i>tabebuia impetiginosa</i>	bignoneaceae	Secundária
Jatoba	<i>hymenaea courbaril</i>	leguminosae-caesalpinoideae	Clímax
Jenipapo	<i>jenipa americano</i>	Rubiaceae	Secundária
laranjinha	<i>guatterio citriodora</i>	annonaceae	Secundária
macauba	<i>acromia aculeata</i>	Palmae	Secundária
mirindiba	<i>bulchenavia capitata</i>	Lythraceae	Pioneira
Mole	<i>shinus polygama</i>	anacardiaceae	Pioneira
Moreira	<i>maclura tinctória</i>	Moraceae	Pioneira
Mororo	<i>bauhinia forficata</i>	leguminasae-caesalpinoideae	Secundária inicial
Naja	<i>attaleia dobia</i>	Palmae	Secundária inicial
olho de boi	<i>diospyros brasiliensis</i>	Ebenaceae	Pioneira
pau de leite	<i>sebastiania brasiliensi</i>	euphorbiaceae	Pioneira
pente de macaco	<i>apeiba tiburbou</i>	Tiliaceae	Secundária
samauma	<i>psedobombax marginatum</i>	Bombacaceae	Pioneira

A família mais representativa foi a Anacardiaceae com 4 espécies e 10 indivíduos, estando representadas por do total de 12,12 % espécies e 8,33% do total de indivíduos. As famílias leguminosae-caesalpinoideae, leguminosae-mimosoideae, palmae, foram as mais características com 16,66% das famílias encontradas na área. Resultados semelhantes aos encontrados por GOMES et. al (2003) em estudos de modelos sucessionais de matas ciliares onde a família Leguminosae-Mimosidae foi a mais representativa, com um total de 10 espécies e 80 indivíduos, estando representada por 16,39% do total de espécies e 25,72% do total de indivíduos. E as famílias Leguminosae-Mimosidae, Anacardiaceae, Euphorbiaceae e Sterculiaceae representando cerca de 56,9% dos indivíduos encontrados na área. Já COELHO et. al (2004) encontraram em estudo fitossociológico de diferentes grupos na região do cerrado – TO, as famílias Combretaceae (11,69%), Leguminosae (23,72%), Vochisiaceae (9,06%), dentre outras com as mais representativas do fragmento avaliado. As espécies *Physocalymma scaberrimum* (Cega Machado - 16 indivíduos), *Anadenanthera peregrina* (Angico – 10 indivíduos), *Mangifera indica L* (Mangueira – 8 indivíduos), *Vochysia thyrsoidea* (Pau d' água - 8 indivíduos), *Tabebuia roseo-alba* (Taipoca– 6 indivíduos), foram as mais características da área analisada, representam cerca de 53,93% dos indivíduos encontrados na área. Em estudos de levantamentos fitossociológicos do córrego sucuri com vistas a estudos de modelos sucessionais de recuperação de matas ciliares, COELHO et. All(2004) encontraram a família Leguminosae-Mimosidae como a mais representativa, com um total de 3 espécies e 14 indivíduos, estando representada por 13,04% do total de espécies e 15,73% do total de indivíduos. As pioneiras representam 42,85 % do fragmento avaliado, juntamente com as secundárias com 42,85% e as climáticas com 14,28%.

Análise fitossociológica

Na tabela 2, figuram os parâmetros fitossociológicos das espécies amostradas. Das 33 espécies encontradas, 27 (81,81%) comparecem com apenas um indivíduo. As espécies Almesca aroeira, birra, cega machado, farinha seca, gameleira, ingarana e não identificadas, distinguiram-se por ser as mais densas, totalizando 42,32 da densidade relativa. Pela dominância destacam-se *Trattinickio rhoifolia*, *Samanea tubulosa*, *ficus calyptrocera*, *attaleia dobia*, representando juntas 51,35% da área basal amostrada. As espécies *Samanea tubulosa*, *ficus calyptrocera*, *Trattinickio rhoifolia* e não identificadas são as mais importantes, contribuindo com 33,69% do IVI e 39 % do IVC.

TABELA 02- Parâmetros fitossociológico das espécies amostradas em 0,7 ha de de um remanescente da mata ciliar localizada no município de Paraíso do Tocantins-TO.

Nome Vulgar	Ind/espécie	DA	DR	D0A	D0R	FA	FR	IVI	IVC
Alejo	1	1,429	0,833	0,035	0,290	14,280	1,282	2,405	1,124
Almesca	1	1,429	0,833	0,032	0,262	14,280	1,282	2,377	1,095
Almesca Aroeira	4	5,714	3,333	0,885	7,338	28,570	2,564	13,235	10,671
Anjico Amarelo	1	1,429	0,833	0,015	0,122	14,280	1,282	2,237	0,955
Anjico de Espinho	3	4,286	2,500	0,069	0,573	28,570	2,564	5,638	3,073
Aroeira	4	5,714	3,333	0,060	0,495	42,850	3,846	7,675	3,828
Biroba	1	1,429	0,833	0,022	0,186	14,280	1,282	2,301	1,019
Birra	7	10,000	5,833	0,256	2,121	28,570	2,564	10,519	7,954
Buriti	2	2,857	1,667	0,388	3,221	14,280	1,282	6,169	4,887
Cabelo de Cutia	2	2,857	1,667	0,223	1,847	14,280	1,282	4,795	3,513
Cachimbeira	1	1,429	0,833	0,141	1,168	14,280	1,282	3,284	2,002
Cajá	4	5,714	3,333	0,214	1,776	42,850	3,846	8,956	5,109
Café-brabo	4	5,714	3,333	0,040	0,328	14,280	1,282	4,943	3,661
Canela de velho	2	2,857	1,667	0,077	0,641	28,570	2,564	4,872	2,307
Carapia	1	1,429	0,833	0,527	4,370	14,280	1,282	6,485	5,203
Cega machado	6	8,571	5,000	0,204	1,693	57,140	5,129	11,822	6,693
Coro de sapo	3	4,286	2,500	0,685	5,681	28,570	2,564	10,746	8,181
Embaúba	2	2,857	1,667	0,076	0,630	28,570	2,564	4,861	2,296
Farinha Seca	19	27,143	15,833	1,883	15,615	100,000	8,976	40,425	31,449
Gameleira	6	8,571	5,000	2,528	20,958	57,140	5,129	31,087	25,958
Garapia	1	1,429	0,833	0,182	1,506	14,280	1,282	3,621	2,339
Genipapo	1	1,429	0,833	0,007	0,059	14,280	1,282	2,175	0,893
Goiabinha	1	1,429	0,833	0,042	0,352	14,280	1,282	2,467	1,185
Gonçalo alves	1	1,429	0,833	0,011	0,090	14,280	1,282	2,206	0,924
Imbauba	1	1,429	0,833	0,035	0,288	14,280	1,282	2,403	1,121
Imga	1	1,429	0,833	0,011	0,090	14,280	1,282	2,206	0,924
Ingarana	7	10,000	5,833	0,387	3,209	42,850	3,846	12,888	9,042
Ipê Amarelo	1	1,429	0,833	0,091	0,756	14,280	1,282	2,871	1,590
Ipê Roxo	1	1,429	0,833	0,233	1,931	14,280	1,282	4,047	2,765
Jatobá	2	2,857	1,667	0,644	5,338	28,570	2,564	9,569	7,005
Laranjinha	1	1,429	0,833	0,033	0,271	14,280	1,282	2,386	1,104
Limeira	1	1,429	0,833	0,049	0,402	14,280	1,282	2,517	1,235
Macaúba	2	2,857	1,667	0,077	0,639	14,280	1,282	3,587	2,306
Menju Preto	1	1,429	0,833	0,009	0,075	14,280	1,282	2,190	0,908
Merindiba	1	1,429	0,833	0,091	0,756	14,280	1,282	2,871	1,590
Mole	1	1,429	0,833	0,065	0,535	14,280	1,282	2,650	1,369
Moreira	1	1,429	0,833	0,013	0,106	14,280	1,282	2,221	0,939
Mororo	1	1,429	0,833	0,033	0,273	14,280	1,282	2,388	1,106
Mucuíba	1	1,429	0,833	0,233	1,935	14,280	1,282	4,050	2,768
Naja	3	4,286	2,500	0,900	7,464	28,570	2,564	12,528	9,964
Olho de Boi	1	1,429	0,833	0,038	0,315	14,280	1,282	2,430	1,148
Pau de Leite	1	1,429	0,833	0,033	0,271	14,280	1,282	2,386	1,104
Peito de Moça	2	2,857	1,667	0,022	0,182	28,570	2,564	4,413	1,848
Pente de Macaco	1	1,429	0,833	0,070	0,584	14,280	1,282	2,699	1,417

TABELA 2: Continuação..

Samaúma	1	1,429	0,833	0,018	0,152	14,280	1,282	2,267	0,986
Não Identificada	9	12,857	7,500	0,296	2,456	71,420	6,411	16,367	9,956
Chicha	1	1,429	0,833	0,080	0,661	14,280	1,282	2,776	1,494
TOTAL	120	171,429	99,999	12,061	100,009	1114,060	100,001	300,011	200,008

As secundárias representam 48,48% do fragmento avaliado, seguido das pioneiras 45,45% e as climax com 6,06%. ARAÚJO et al (2003) ao recuperarem uma área degradada com espécies nativas do cerrado no entorno da cidade de Palmas TO, usaram 25% de espécies climax, 25% de espécies secundárias e 50% de espécies pioneiras. COELHO et al. (2004) em estudos de levantamentos fitossociológicos do córrego sucuri com vistas a estudos de modelos sucessionais de recuperação de matas ciliares encontraram pioneiras representam 42,85 % do fragmento avaliado, seguido das secundárias com 42,85% e as climáticas com 14,28%. A floresta remanescente estudada apresentou uma densidade total absoluta de 171,42 árvores/ha. O índice de diversidade de Shannon foi de 1,47 indicando que o remanescente estudado apresentou uma baixa diversidade florística comparada ao índice de 3,53 encontrados por ANDRADE et al (2002) em uma área de cerrado denso na RECOR-IBGE, Brasília.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitiram concluir que:

- Foram encontradas 33 espécies arbóreas com 32 gêneros nas margens do córrego do rio do coco, distribuídas em 18 famílias botânicas e 120 indivíduos, indicando uma baixa heterogeneidade florística.
- A família mais representativa foi a Anacardiaceae com 4 espécies e 10 indivíduos, estando representadas por do total de 12,12 % espécies e 8,33% do total de indivíduos.
- As famílias leguminosae-caesalpiniodeae, leguminosae-mimosoideae, palmae, foram as mais características com 16,66% das famílias encontradas na área.
- A floresta apresenta baixa diversidade florística quando comparada com outras formações vegetais.
- As espécies secundárias representam 48,48% do fragmento avaliado, seguido das pioneiras 45,45% e as climax com 6,06%.
- O índice de diversidade de Shannon encontrado no remanescente avaliado foi de 1,47 indicando uma baixa diversidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAÚJO, C.C.; COSTA, F.N.; RODRIGUES, A C.; CAROLINO, J. T.; OLIVEIRA, E.F. **Recuperação de área degradada com espécies nativas do cerrado no entorno da cidade de Palmas –TO**. In III Congresso Científico do CEULP/ULBRA.2003.
- ANDRADE, L. A Z.; FELFILI, J. M. ; VIOLATTI, L. **Fitossociologia de uma Área de Cerrado Denso Na RECOR-IBGE, Brasília-DF**. Acta Botanica Brasilica vol.16 no. 2 São Paulo Apr. 2002
- CAIN, S. A; CASTRO, G.M.O; PIRES,J.N.;SILVA,N.T. Application of some phytosociological techniques to Brazilian rain forests. **Amer. J. Bot.** New York, v.43, n.3, p911-941, 1956.
- COELHO, M.C.B; GUARDIOLA, E. A; OLIVEIRA. **Estudo de Modelo Sucessionais de Recuperação de Matas Ciliares**. IN. * Congrso Florestal Brasileiro. São Paulo SP.2003.
- C.M.B. GOMES, COELHO, M. C. B.; OLIVEIRA, S. A. ; ERPEN,M.L. **Estudo Fitossociológico de Diferentes Grupos na Região do Cerrado – TO** In. IV Jornada De Iniciação Científica Do CEULP/ULBRA.2004
- LONGHI, S. J **Agrupamento e análise Fitossociológica de comunidades florestais na sub-bacia Hidrográfica do Rio Passo Fundo-RS**. Curitiba: 1997. 198 p. Dissertação (Doutor em Ciências Florestais) – Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
- MARTINS, F.R. **Estrutura de uma floresta mesófila**. Campinas: UNICAMP, 1991. 246p.
- OOSTING, H. J. **Ecologia Vegetal**. Madrid: Aguilar, S. A.. Ediciones, 1951. 436 p.

AJUSTE DE EQUAÇÕES NA ESTIMATIVA DE BIOMASSA EM FLORESTAS DE EUCALIPTO DE DIFERENTES IDADES

EQUATIONS FITNESS TO ESTIMATE BIOMASS OF EUCALYPTUS FORESTS OF DIFFERENT AGES

Rodrigues, M. F.¹; Wink, C.²; Monteiro, J. S.²; Rosa, S. F.³; Braga, F. V. A.⁴; Dalbianco, L.⁵; Kunz, M.⁵; Reinert, D. J.⁶; Saidelles, F.L.F.⁷; Fleig, F.D.⁸; Reichert, M.⁶

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo amostrar a quantidade de biomassa produzida em florestas de *Eucalyptus* sp. de 1,7, 3,7 e 20 anos de idade, no Rio Grande do Sul, Brasil, bem como selecionar modelos para estimativa da biomassa na madeira, casca, folhas e galhos, utilizando as variáveis dendrométricas e a idade dos plantios. A alocação de biomassa foi diferenciada nas idades. Independente da idade, o compartimento com maior acúmulo de biomassa foi o tronco. No entanto, o compartimento folhas reduziu o acúmulo de biomassa com o aumento da idade. A alocação proporcional de biomassa respectivamente, para tronco, galhos e folhas, foi de 63,3, 19,97 e 16,73 % para a idade de 1,7 anos e de 95,21, 3,47 e 1,32 % para a idade de 20 anos, sendo que de 3,7 anos apresentou valores intermediários. Os modelos que melhor se ajustaram na estimativa de folhas, galhos e casca foram $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap})$ e $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}) + b_2 \ln(h)$ e para madeira $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$ e $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}) + b_2 \ln(h)$. A inclusão da variável idade nos modelos melhorou a estimativa para os compartimentos casca e folhas, mostrando-se indiferente para madeira e inadequada para galhos.

Palavras-chave: biomassa, eucalipto, modelagem.

ABSTRACT

The objective of this work was to quantify biomass produced in forests of *Eucalyptus* sp. of 1.7, 3.7 and 20 years age, in Rio Grande do Sul, Brazil, as well as to select models for estimate of the biomass of the wood, shell, leaves and branches, based on dendrometric variables and the age of the plantations. The allocation of biomass varied according to the age. Independent of the age, the bigger biomass accumulation of was in the trunk. However, the leaves biomass reduced the accumulation with increase in age. The proportional allocation of biomass respectively, for trunk, branches and leaves, was of 63,3, 19,97 and 16,73% for the age of 1.7 years and of 95,21, 3.47 and 1,32% for the age of 20 years, being that of 3.7 years presented intermediate values. The models with better adjustment to estimate leaves, branches and shell were $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap})$ and $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}) + b_2 \ln(h)$ and for wood $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$ and $\ln y = b_0 + b_1 \ln(\text{dap}) + b_2 \ln(h)$. The inclusion of the variable age in the models improved the estimate of shell and leaves, was indifferent for wood and inadequate for branches.

Key words: biomass, eucalyptus, modeling.

INTRODUÇÃO

As florestas representam uma importante fonte de manutenção da qualidade do ar, água, solo e proteção da fauna, além de sua beleza cênica. A sustentabilidade desta fonte esgotável está ameaçada devido ao desenfreio e não planejado uso dos recursos naturais. As agressões ao meio ambiente relacionadas à destruição das florestas, em especial as áreas nativas, pelas queimadas, desmatamento e uso inapropriado do solo pode ser amenizado pela implantação e condução, em regime de manejo sustentado, de florestas plantadas. Estas florestas estão ganhando, cada vez mais, espaço e consciência ecológica frente aos seus benefícios sociais, ecológicos e ambientais.

No cenário florestal brasileiro, as florestas plantadas ganharam maior destaque no mercado comercial a partir de 1970, com as leis de incentivo fiscais, e atualmente se expandem motivadas pelas crescentes taxas de exportação de produtos madeiros e não-madeiros. O Brasil possui uma extensa área com aptidão para este uso, com referência para

¹ Acadêmica do Curso de Engenharia Florestal, bolsista CNPq, Universidade Federal de Santa Maria (UFSM). E-mail: miriamf_rodrigues@yahoo.com.br (apresentadora do trabalho).

² Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da UFSM, bolsista CAPES.

³ Mestranda do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal (PPGEF) da UFSM, bolsista CNPq.

⁴ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola (PPGEAF) da UFSM, bolsista CAPES.

⁵ Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo (PPGCS) da UFSM, bolsista CAPES.

⁶ Professor do Departamento de Solos da UFSM, Pesquisador do CNPq.

⁷ Eng. Florestal, Pesquisador Fepagro Florestas, Santa Maria, RS.

⁸ Professor, Departamento de Ciências Florestais, UFSM.

o Rio Grande do Sul, como iniciante nesta produção, especialmente com espécies como pinus, acácia e em destaque, o eucalipto, uma das espécies em expansão. Estas florestas são grandes produtoras e acumuladoras de biomassa e formação de manta orgânica, fundamentais na amenização dos impactos do efeito estufa, bem como importante na manutenção nutricional destes locais. A biomassa é fonte energética potencial para desacelerar o uso de combustíveis fósseis e amenizar o impacto exploratório sobre os ambientes nativos. Já a manta orgânica garante a produção contínua, ecológica e sustentada do solo, em função do retorno dos nutrientes. Esta deve ser fidedignamente quantificada e reconhecida nas diferentes fases de crescimento das árvores, para estabelecer assim o uso racional, em médio e longo prazo, de todos os bens e serviços oriundos de sua existência.

Este trabalho teve por objetivo amostrar a quantidade de biomassa produzida em florestas de *Eucalyptus* sp. de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil, bem como selecionar modelos para estimativa de produção de biomassa nos diferentes compartimentos arbóreos.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

As florestas naturais cobrem uma superfície de 4 bilhões e 40 milhões de hectares (ROCHA, 2001), mas nos últimos 15 anos o mundo perdeu mais de 200 milhões de hectares de florestas, equivalendo ao dobro da África do Sul e quatro vezes a da Espanha (SCHARF, 2002). A presença da vegetação e da manta orgânica reduz a compactação e a erosão do solo, garante a produção de biomassa e através da decomposição da serrapilheira completa o ciclo nutricional do ecossistema (CASTRO et al., 1996).

O Brasil com área total de 851 milhões de hectares e por possuir uma das maiores área de florestais naturais do mundo (477,7 milhões de hectares), possui apenas 5,6 milhões de hectares (0,7%) em área reflorestada, sendo o restante do território coberto por outros usos, como agricultura e pecuária. Desta área florestal plantada, 3,4 milhões de hectares são utilizados com eucalipto, 1,8 milhões com pinus e o restante (370,5 mil) com outras espécies como acácia-negra, araucária e teca. O Rio Grande do Sul apresenta uma área de 179,7 mil hectares com florestas de eucalipto e 185,1 mil hectares com florestas de pinus (SBS, 2006). O gênero *Eucalyptus*, pertencente à família Myrtaceae é originário da Austrália. Possui mais de 600 espécies adaptadas as mais diversas condições de clima e solo (SBS, 2006). Introduzido no Brasil em 1825 para utilização como ornamental e para quebra-vento, com o passar dos anos, adquiriu escala comercial na produção de lenha e carvão e mais tarde, a sua utilização para a fabricação de cercas, moirões e matéria-prima para papel, celulose, chapas de fibras, aglomerados e móveis.

O crescimento das florestas depende do material genético, das características ambientais, como clima e principalmente das condições físicas e químicas dos solos como a disponibilidade hídrica e nutricional. A produção de biomassa das árvores em seus compartimentos é diferenciada ao longo das fases de crescimento. As florestas jovens apresentam uma proporcionalidade de biomassa nos diferentes compartimentos de biomassa, já quando estas atingem idades mais avançadas, o ciclo de crescimento em acumulação desta biomassa passa a ser mais expressivo, exponencialmente, para o lenho ou madeira. Isto é confirmado em um estudo realizado por Schumacher & Witschoreck (2004), observando plantios de eucalipto com 2, 4, 6 e 8 anos de idade, no Rio Grande do Sul. Com dois anos a quantidade de folhas produzida era de 2,7Mg.ha⁻¹ e aos 8 anos o montante atingia o valor de 6,78Mg.ha⁻¹. Já para a madeira os valores passam de 12,56 Mg.ha⁻¹ aos 2 anos para 173,20Mg.ha⁻¹ aos 8 anos de idade.

Portanto, o processo que garante o crescimento das florestas de ciclo curto, como o eucalipto, é a ciclagem de nutrientes pela serrapilheira. Formada de diferentes tipos de materiais biogênicos em vários estágios de decomposição, incluindo folhas, caules, ramos, frutos, flores e etc., ela constitui-se como o mecanismo de devolução dos nutrientes ao sistema. Age na melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo (LIMA, 1996; FREITAS, 2000) atuando na sustentabilidade produtiva dos sítios florestais.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área de estudo

O estudo foi realizado em povoamentos florestais homogêneos de *Eucalyptus* sp. de diferentes idades (aproximadamente 1,7, 3,7 e 20 anos de idade – julho de 2008) junto à Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Fepagro Florestas – Centro de Pesquisas de Recursos Florestais. Situada na localidade de Boca do Monte, município de Santa Maria, aproximadamente nas coordenadas de 54° e 54°15' de longitude oeste e 29°30' e 29°45' de latitude sul, na região fisiográfica da Depressão Central, no Rio Grande do Sul (ABRÃO et al., 1988). O clima do local é classificado como subtropical úmido do tipo Cfa, pela classificação de Köppen, com temperatura média de 19°C e a precipitação anual entre 1322 e 1769 mm (MORENO, 1961).

O estudo foi realizado sob Argissolo Vermelho-Escuro distrófico arênico (EMBRAPA, 2006), pertencente à Unidade de Mapeamento São Pedro (BRASIL, 1973). Este tipo de solo ocorre em aproximadamente 139,2ha (24,7%) da área da Fepagro, sendo utilizada como área experimental de conservação de solos e com reflorestamento (ABRÃO et al., 1988). Os tratamentos foram implantados sob campo nativo e as principais características físicas e químicas de cada tratamento esta descrito na Tabela 1.

TABELA 1: Caracterização física e química do solo dos povoamentos nas idades de 20, 44 e 240 meses de idade em povoamento de *E. sp.*, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, Brasil.

Trat.	Profundidade média (cm)	Densidade do solo (g.cm ⁻³)	%				pH _{água}	MO %	cmol _c .dm ⁻³		
			AG	AF	S	A			Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺
1	0-20	1,49	26,7	36,5	20,3	16,5	4,95	1,8	2,7	1,5	3,0
2	0-20	1,54	30,4	35,9	18,5	15,3	4,48	1,4	1,1	1,3	4,0
3	0-20	1,55	23,4	49,1	15,3	12,3	4,80	1,4	0,8	1,2	4,1

onde: AG: areia grossa; AF: areia fina; S: silte; A: argila; MO: matéria orgânica.

O T1 é representado pelo povoamento de *E. sp.* de 20 meses (1,7 anos) de idade, implantado em novembro de 2006 em espaçamento 3x2m, em uma área de 0,18ha utilizando mudas da Tecnoplanta Florestal Ltda, sob preparo do solo na linha, utilizando escarificação e grade niveladora. O replantio e a adubação foram realizados em dezembro de 2006 utilizando da formulação 33-80-18 de NPK (PREVEDELLO, 2008). O T2 representa o povoamento de *E. sp.* com 44 meses (3,7 anos) de idade, implantado em novembro de 2004, sob espaçamento 3x1,5m, em uma área de 0,225ha, utilizando mudas produzidas no viveiro da Fepagro Florestas. A área recebeu roçada e preparo do solo na linha, utilizando enxada rotativa. O T3 representa o povoamento de *E. sp.* com aproximadamente 240 meses (20 anos) de idade, implantado aproximadamente em 1988 em espaçamento 3x2m em uma área 1,21ha utilizando mudas do viveiro da Fepagro Florestas, sob preparo de solo somente na linha. A área não recebeu qualquer adubação, mas apenas tratamentos silviculturais, como desbastes.

Inventário dendrométrico

Na seleção das árvores para o estudo da biomassa das árvores de eucalipto conduziu-se, em função da área e da densidade de plantas, o inventário florestal por censo nos T1 e T2 e por amostragem no T3. No caso de amostragem utilizou-se de parcelas circulares, com raio de 5m, distanciadas 20m na linha e 15m na entre-linha, visando à amostragem de 5 a 10% da área total do povoamento. Foram medidos todos os diâmetros à altura do peito (dap) utilizando-se de SUTA e a medição da altura foi realizada com o uso de VERTEX em 10% das árvores em cada tratamento.

Determinação da biomassa e ajuste de modelos

Foram selecionadas três árvores por tratamento, considerando a árvore de diâmetro médio e as demais selecionadas em função do desvio padrão dos valores de diâmetro à altura do peito. As árvores selecionadas foram abatidas sendo efetuado posteriormente à separação e pesagem das folhas, galhos, madeira e casca. Foram retiradas subamostras de folhas e galhos a fim de estimar o peso de matéria seca. Para o lenho foi realizada a cubagem rigorosa com e sem casca pelo Método de Smalian (FINGER, 1992). A variação da umidade do lenho e da casca foi determinada por três secções transversais de lenho e casca com aproximadamente 2,5cm de espessura retiradas na porção inferior, mediana e superior tronco. Todo o material coletado foi conduzido ao laboratório de Sementes – Fepagro Florestas e colocado em estufa à 60°C, por 72 horas visando à obtenção do peso seco dos componentes amostrados.

Considerando o peso seco obtido para cada componente calculou-se a produção de biomassa por hectare (t.ha⁻¹). Os dados foram submetidos à análise de regressão utilizando o pacote estatístico SAS (2002) para a seleção do melhor modelo (Tabela 2).

TABELA 2: Modelos testados com a fonte de consulta.

Modelo	Fonte
1) $\ln y = b_0 + b_1 \cdot d + b_2 \cdot h$	----
2) $\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln(\text{dap})$	citado por Silva et al (2004)
3) $\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln(h)$	citado Silva et al. (2004)
4) $\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$	modificado por Spurr citado por Finger (1992)
5) $\ln y = b_0 + b_1 \cdot \ln(\text{dap}) + b_2 \cdot \ln(h)$	Schumacher & Witschoreck (2004)

sendo y: compartimento arbóreo; dap: diâmetro a altura do peito (cm); h: altura (m); b₀, b₁ e b₂: coeficientes do modelo;

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário dendrométrico

Segundo o inventário florestal, são apresentadas as características dendrométricas medidas nos diferentes povoamentos de eucalipto, conforme Tabela 3.

TABELA 3: Características dos povoamentos nas idades de 20, 44 e 240 meses em povoamento de *E. sp*, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, Brasil.

Medida dendrométrica	Idade dos povoamentos (meses)		
	20	44	240
Área (ha)	0,18	0,225	1,21
Densidade (árvores.ha ⁻¹)	1506	1609	799
Dap médio (cm)	4,7	10,8	21,9
Altura média (m)	5,7	12,5	23,3
Área basal (m ² .ha ⁻¹)	55,2	136,8	137,3
Volume madeira com casca (m ³ .ha ⁻¹)	19,4	122,2	553,3
Volume madeira sem casca (m ³ .ha ⁻¹)	15,2	96,8	486,5

sendo dap: diâmetro a altura do peito; ha: hectare.

Considerando brotações e a mortalidade de plantas, no T1 foram medidas 271 árvores, apresentando uma mortalidade de 15,33% (46 árvores) de um total de 300 árvores desejadas. No T2, de um total desejado de 500 árvores, foram amostradas 362 árvores, com uma mortalidade de 31,6% (158 mortas). Nestes dois tratamentos não se registrou a incidência de qualquer intervenção como desrama ou desbaste. Já considerando a amostragem, no T3 foram medidas apenas 119 árvores em uma área de 0,149ha com uma mortalidade de 2,02% (5 árvores), de um total desejado de 248 árvores. O menor número de árvores neste tratamento é devido às intervenções silviculturais (desbaste) realizadas em anos anteriores.

Produção de biomassa

Avaliando a produção de biomassa pode-se observar que a componente folha é o compartimento que possui o menor incremento com o passar da idade. A produção de galhos aumentou à medida que o povoamento atinge idades mais avançadas, assim como para a madeira e casca. Conforme Poggiani (1980) o acúmulo de fitomassa é mais acelerado na fase juvenil sendo que na fase de maturidade este acúmulo é menor em função do balanceamento de energia utilizada na produção de material vivo e na energia utilizada para a respiração.

A fisiologia das árvores explica que na fase inicial de crescimento estas despedem energia para uma maior produção de área fotossintética (folhas) e à medida que atingem idade mais avançadas esta energia passa a ser dispendida para a produção de outras estruturas vegetais, além de estarem aumentando a formação e o acúmulo de material em decomposição (serrapilheira).

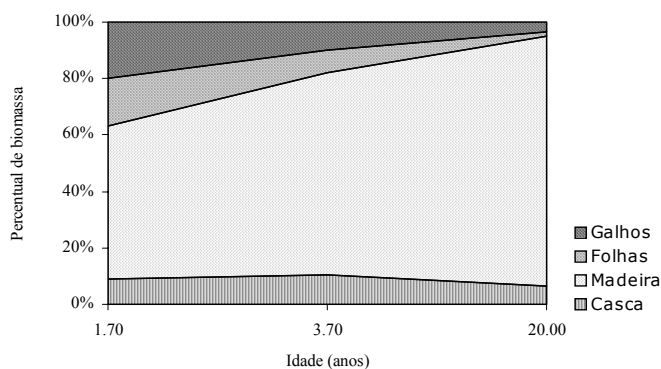


FIGURA 1: Percentagem de biomassa (%) em cada componente nas idades de 20, 44 e 240 meses em povoamento de *E. sp*, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, Brasil.

A distribuição percentual de biomassa de todos os compartimentos é representada na Figura 1 produzido nos povoamentos de *E. sp* nas diferentes idades. Consta-se que no T3, 95,21% da biomassa concentram-se no tronco seguido dos galhos (3,47%) quando comparado a apenas 63,28% no T1, já este apresenta uma percentagem maior de acúmulo de biomassa nas folhas (T1 – 16,74% e 1,32% - T3) seguido por 19,98% em biomassa de galhos. O T2 apresentou valores intermediários para os diferentes compartimentos, apresentando uma diminuição do percentual de biomassa de folhas (8,06%) e galhos (9,80%). Resultados semelhantes foram encontrados por Andrae & Krapfenbauer (1983) em estudo de acumulação de biomassa total e percentual em reflorestamento com *E. saligna* Smith, com 4 anos de idade, em Santa Maria, RS, onde 61,5% da biomassa aérea concentrou-se no tronco, indicando que o percentual de folhas e galhos diminui com o envelhecimento do povoamento. Conforme Poggiani (1980), a produção de fitomassa nos diferentes compartimentos é diferenciada na evolução das florestas. Por exemplo, na fase juvenil o crescimento de folhas e galhos são equivalentes, mas à medida que as árvores envelhecem mesmo a copa apresentando quase a mesma fitomassa, os galhos aumentam em sentido exponencial o seu crescimento (Figura 2).

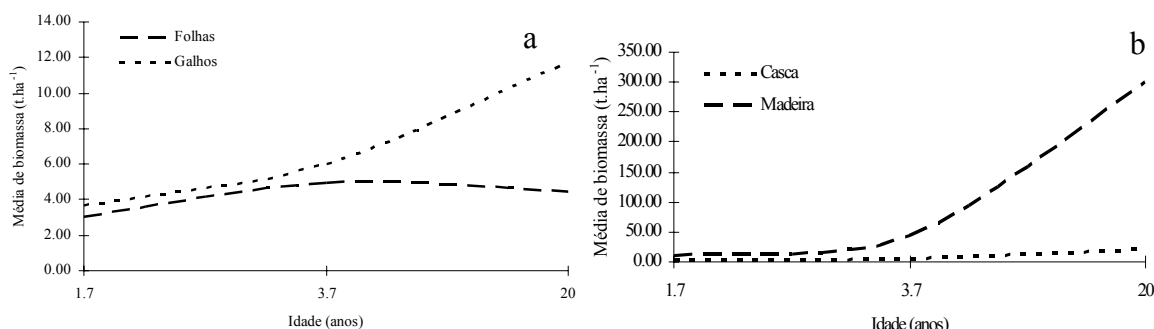


FIGURA 2: Média de biomassa (t.ha⁻¹) acumulada em folhas e galhos (a) e madeira e casca (b) nas idades de 20, 44 e 240 meses em povoamento de *E. sp*, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, Brasil.

Ajuste dos modelos

Na tabela 4 são apresentados às equações encontradas e os índices estatísticos de ajustamento das médias dos tratamentos. Os modelos ajustados apresentaram coeficientes de variação altos, não aceitáveis pela estatística experimental. Estes valores podem ser explicados pelo número de repetições em cada tratamento ou pela amplitude na idade dos povoamentos. Neste trabalho utilizaram-se 9 árvores no total quando comparado aos trabalhos de Silva et al. (2004), os quais utilizaram 12 árvores de *E. benthamii* no total, nas idades 1,2,3 e 4 anos e também por Schumacher & Witschoreck (2004), os quais utilizaram 6 árvores em povoamento de *E. spp.* nas idades de 2,4,6 e 8 anos. Os valores de R² também foram baixos em alguns compartimentos quando comparado a Silva et al.(2004), o que pode ser explicado pela dispersão da amplitude de variação dos dados e das idades dos povoamentos.

TABELA 4: Equações, índices estatísticos e coeficiente de variação para estimativa do peso de cada compartimento nas idades de 20, 44 e 240 meses em povoamento de *E. sp*, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, Brasil.

Compartimento	Equação	R ²	S _{Vx}	C.V.
Folhas	$\ln y = -0,0698 + 0,14157 \cdot \text{dap} - 0,05498 \cdot h$	0,64	0,66	72,93
	$\ln y = -1,81017 + 1,15787 \cdot \ln(\text{dap})$	0,73	0,54	59,21
	$\ln y = -2,18979 + 1,20565 \cdot \ln(h)$	0,64	0,61	67,71
	$\ln y = -1,9596 + 0,39475 \cdot \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$	0,70	0,56	61,43
	$\ln y = -1,1504 + 2,34609 \cdot \ln(\text{dap}) - 1,34251 \cdot \ln(h)$	0,76	0,55	60,27
Galhos	$\ln y = -0,19417 + 0,10766 \cdot \text{dap} + 0,00565 \cdot h$	0,72	0,79	61,23
	$\ln y = -2,73073 + 1,71583 \cdot \ln(\text{dap})$	0,88	0,47	36,69
	$\ln y = -3,35891 + 1,81220 \cdot \ln(h)$	0,80	0,61	47,45
	$\ln y = -2,97033 + 0,58747 \cdot \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$	0,86	0,51	39,37
	$\ln y = -2,07773 + 2,89189 \cdot \ln(\text{dap}) - 1,32877 \cdot \ln(h)$	0,90	0,47	36,75
Casca	$\ln y = -0,52548 + 0,23899 \cdot \text{dap} - 0,06225 \cdot h$	0,66	1,33	83,11
	$\ln y = -4,49215 + 2,59817 \cdot \ln(\text{dap})$	0,85	0,83	51,61
	$\ln y = -5,58692 + 2,80002 \cdot \ln(h)$	0,80	0,94	58,84
	$\ln y = -4,89453 + 0,89502 \cdot \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$	0,84	0,85	52,83
	$\ln y = -4,21367 + 3,09970 \cdot \ln(\text{dap}) - 0,56666 \cdot \ln(h)$	0,85	0,89	55,51
Madeira	$\ln y = 0,47799 + 0,09641 \cdot \text{dap} + 0,09357 \cdot h$	0,92	0,65	20,27
	$\ln y = -3,41895 + 2,82260 \cdot \ln(\text{dap})$	0,98	0,34	10,49
	$\ln y = -4,79979 + 3,11649 \cdot \ln(h)$	0,97	0,38	11,79
	$\ln y = -3,90890 + 0,97961 \cdot \ln(\text{dap}^2 \cdot h)$	0,98	0,29	9,05
	$\ln y = -4,06388 + 1,66108 \cdot \ln(\text{dap}) + 1,31234 \cdot \ln(h)$	0,98	0,31	9,66

sendo: y: peso seco (kg); dap: diâmetro a altura do peito (cm); h: altura(m);

Considerando o menor valor ponderado gerado pelo maior valor de R^2 e o menor S_{yx} foi possível definir dois modelos (modelos 2 e 5) para estimar os diferentes compartimentos aéreos, com exceção para a estimativa de madeira que sugerem-se os modelos 4 e 5. Com o intuito de poder melhorar o ajustamento dos modelos selecionados as médias dos dados, estes foram submetidos novamente à análise de regressão considerando a inclusão da variável idade dos povoamentos nas equações. Os dados podem ser conferidos na Tabela 5.

TABELA 5: Equações utilizadas e índices estatísticos para estimativa do peso de cada compartimento nas idades de 20, 44 e 240 meses em povoamento de *E. sp.*, Fepagro Florestas, Santa Maria, RS, Brasil.

Compartimento	Equação	R^2	S_{yx}	C.V.
Folhas	$\ln y = -1,17616 + 1,76407 * \ln(\text{dap}) - 0,50298 * \ln(I)$	0,86	0,41	45,54
	$\ln y = -1,32081 + 1,46017 * \ln(\text{dap}) + 0,39883 * \ln(h) - 0,54372 * \ln(I)$	0,86	0,45	49,56
Galhos	$\ln y = -2,58130 + 1,85871 * \ln(\text{dap}) - 0,11855 * \ln(I)$	0,86	0,51	38,91
	$\ln y = -2,06973 + 2,93348 * \ln(\text{dap}) - 1,41053 * \ln(h) + 0,02553 * \ln(I)$	0,89	0,52	40,21
Casca	$\ln y = -3,76206 + 3,29623 * \ln(\text{dap}) - 0,57920 * \ln(I)$	0,89	0,76	47,46
	$\ln y = -4,45648 + 1,83732 * \ln(\text{dap}) + 1,91466 * \ln(h) - 0,77477 * \ln(I)$	0,90	0,79	49,62
Madeira	$\ln y = -3,91323 + 0,97771 * \ln(\text{dap}^2 * h) + 0,00443 * \ln(I)$	0,98	0,31	9,77
	$\ln y = -4,07575 + 1,59939 * \ln(\text{dap}) + 1,43361 * \ln(h) - 0,03787 * \ln(I)$	0,98	0,34	10,55

sendo: y: peso seco (kg); dap: diâmetro a altura do peito (cm); h: altura(m); I: idade em meses.

Considerando a Tabela 5 e comparando aos dados da Tabela 4, pode-se observar que para os componentes folha e casca, a inclusão da variável idade proporcionou melhor ajuste dos dados às equações testadas observado pelo aumento do valor de R^2 , e diminuição dos valores de S_{yx} e do C.V.; mostrou-se inadequada para o compartimento galho, constatado pela redução dos valores dos índices estatísticos avaliados, sendo que para o compartimento madeira a inclusão desta variável não melhorou os parâmetros estatísticos de escolha dos modelos (R^2 e S_{yx}).

CONCLUSÕES

- O percentual de produção da biomassa do tronco é diferenciado do componente folha quando comparado povoamentos jovens e povoamentos com idade avançada;
- As melhores estimativas de biomassa para cada compartimento podem ser obtidas pelos modelos 2 e 5 para folhas, galhos e casca, com exceção para a madeira com o qual se recomenda os modelos 4 e 5.
- A inclusão da variável idade nas equações para estimativa de folhas e casca foram as únicas que obtiveram melhor ajustamento na variação das médias dos tratamentos a equação, constatado pelo aumento no valor de R^2 e um menor valor de S_{yx}

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos a Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária, Fepagro Florestas – Centro de Pesquisas de Recursos Florestais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRAE, F.; KRANPFENBAUER, A.; Estudo da situação de biomassa e de nutrientes de um reflorestamento de quatro anos com *Eucalyptus saligna* em Santa Maria, RS. In: ANDRAE, F.; KRANPFENBAUER, A. (ed.). **Pesquisas austríaco-brasileiras**, Wien, Áustria, 1983. 112p.
- ABRÃO, P. U. R.; GIANLUPPI, D.; AZOLIN, M. A. D. **Levantamento semidetalhado dos solos da estação experimental de silvicultura de Santa Maria**. Porto Alegre: Instituto de Pesquisas de Recursos Naturais Renováveis – IPRNR, 1988. 75p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária. Divisão pedológica. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 413p. (DNPEA. Boletim técnico, 30).

CASTRO, C. R. T.; LEITE, H. G.; COUTO, L. Sistemas silvipastoris no Brasil: Potencialidades e entraves. **Revista Árvore**, v.20, n.4, p.575-582, 1996.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2 ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA – Embrapa Solos, 2006. 306p.

FINGER, C.A.G. **Fundamentos de Biometria Florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 1992. 269p.

FREITAS, R.A. **Estudo da biomassa e do conteúdo de nutrientes em um povoamento de *Eucalyptus grandis* Hill ex. Maiden Plantado em Solo sujeito à arenização no município de Alegrete-RS**. Santa Maria: UFSM, 2000. 80p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 2000.

LIMA, W. de P. **Impacto ambiental do Eucalipto**. 2 ed. São Paulo: Editora da Universidade Federal de São Paulo, 1996. 301p.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. -- Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 73 p.

POGGIANI, F. Florestas para fins energéticos e ciclagem de nutrientes. **Série Técnica IPEF**, v.1, n.2, p1-11, 1980.

PREVEDELLO, J. **Preparo do solo e crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Em Argissolo**. Santa Maria: UFSM, 2008. 86p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal), Universidade Federal de Santa Maria, 2008.

ROCHA, J.S.M. **Educação ambiental técnica para os ensinos fundamental, médio e superior**. 2 ed. Brasília: ABEAS, 2001. 545p.

SCHARF, R. Florestas para o desenvolvimento. **Revista Galileu**, n.135, p. 39-46, 2002.

SCHUMACHER, M.V.; WITSCHORECK, R. Inventário de carbono em povoamentos de *Eucalyptus* ssp. nas propriedades fumageiras do sul do Brasil: “Um estudo de caso” In: **FIXAÇÃO DE CARBONO: ATUALIDADES, PROJETOS E PESQUISAS**. SANQUETTA, C.R.; BALBINOT, R.; ZILLIOTTO, M.A. (eds.). Curitiba, 2004. p.111-124.

SILVA, H.D.; FERREIRA, C.A.; CORRÊA, R. S.; BELLOTE, A. F. J.; TUSSOLINI, E.L. Alocação de biomassa e ajuste de equações para estimativa de biomassa em compartimentos aéreos em *Eucalyptus benthamii*. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n.49, p.83-95, 2004.

SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA – SBS: Fatos e números do Brasil florestal. Disponível em: <<http://www.sbs.org.br>>, 2006. Acesso em: 10 set. 2008.

PALESTRAS / PROCEDURE

INSECT PATHOGENS AND THEIR USE IN BIOLOGICAL CONTROL OF PEST INSECTS

INSETOS PATÓGENOS E SEU USONO CONTROLE DEDOENÇAS DOS INSETOS

Rudolf Wegensteiner¹

Insects and diseases are integral components of dynamics in all terrestrial ecosystems. In case of intensive agriculture or forestry insect populations can grow rapidly to damaging proportions. Such outbreaks can have dramatic impacts on agricultural and forest plants connected with great economic losses. In special catastrophic situations such outbreaks can lead to the complete destruction of large areas connected with severe impact on ecosystems and their function. Furthermore, immigrating or introduced exotic alien species may cause sudden damage in plants, and no or insufficient natural enemies may act upon them.

In primeval forests or conserved areas abiotic factors, nutritional factors and natural enemies are able to regulate population densities of insects efficiently. In intensive agriculture and forestry it does not proceed the same way, so control measures are necessary very often. Due to negative effects of chemical insecticides on humans and the whole environment, biological control arouses more and more the interest of farmers and forest owners. This is the reason why research in this field increased within the last decades.

In insect diseases we differentiate insect pathogenic virus, bacteria, fungi, microsporidia and protozoa. Some of them need living host cells for their development (virus, microsporidia and some protozoa) and are therefore known as obligate pathogens, others can develop in the whole host without essential need of living cells (bacteria, fungi), however, both being lethal for the host. The celerity of the pathogenic effects of such infections may vary depending on fitness of host insect, on virulence of pathogens and on interactions between different natural enemies, but ends normally with the death of the host; this is the reason why insect pathogens and other natural enemies are used in biological (microbial) control of pest insects.

Advantages of microbial insecticides are: The organisms used in microbial insecticides are non-pathogenic to wildlife and humans (they can be applied even when a crop is almost ready for harvest). The pathogenic action of microbial insecticides is often specific to a single group or species of insects. Many microbial insecticides can be used in conjunction with chemical insecticides. Some microbials can be produced easily (and inexpensive) even on a small scale basis. In some cases, the pathogenic micro-organisms can become established in a pest population or its habitat and provide control during subsequent pest generations or seasons.

Disadvantages of microbial insecticides are: Specificity of many microbials spares other pest species, so they will survive and may continue to cause damage. Heat, desiccation, or exposure to ultraviolet radiation reduces the effectiveness of several types of microbial insecticides. Consequently, proper timing and application procedures are especially important for some products. Special formulation and storage procedures are necessary for some microbial pesticides. Because several microbial insecticides are pest-specific, the potential market for these products may be limited.

There are several strategies to implement biological control measures (modified according to Eilenberg et al. *BioControl* 46, 387-400, 2001): “Classical biological control” or “neo-classical biological control” by importation of natural enemies. “Inoculative biological control” by small-scale augmentation of indigenous (or exotic) natural enemies. “Inundation biological control” by mass application of indigenous (or exotic) natural enemies. “Conservation biological control” by enhancement of indigenous natural enemies by modification of the environment.

Some examples sorted out of a couple of successful field applications are, microbial control of: *Oryctes rhinoceros* (Coleoptera, Scarabaeidae) with a Baculovirus (*Oryctes-Baculovirus*) or with a fungus (*Metarhizium anisopliae*); *Lymantria dispar* (Lepidoptera, Lymantriidae) with a Baculovirus (NPV), with bacteria (*Bacillus thuringiensis*) or with a fungus (*Entomophaga maimaiga*); *Locusta migratoria* (Orthoptera, Acrididae) with fungi (*M. anisopliae* var. *acridium* and *M. flavoviride*) or with microsporidia (*Nosema locustae*) and *Melolontha melolontha* (Coleoptera, Scarabaeidae) with a fungus (*Beauveria brongniartii*).

¹ Dr. Department of Forest and Soil Sciences, Institute of Forest Entomology, Forest Pathology and Forest Protection, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, BOKU Vienna, Gregor Mendel Str. 33, A-1180 Vienna, Austria.

PLANIFICACIÓN DEL MANEJO DE RODALES COETÁNEOS DE *Pinus sp.*

MANAGEMENT PLANNING OF *Pinus sp.* EVEN-AGED STANDS

Raúl Vicente Pezzutti¹

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es presentar de manera resumida las etapas consideradas en Forestal Bosques del Plata S.A. para planificar el manejo de rodales de *Pinus sp.* localizados en el Nordeste Argentino. Las etapas básicas en la planificación son: a) Determinación de prescripciones técnicas con el uso de ensayos de silvicultura y mejoramiento genético y estudios de procesos; b) Planificación de corto, mediano y largo plazo de las actividades de plantación, poda, raleo y tala rasa; c) Controles de calidad de las operaciones y de resultados; d) Chequeo de la producción real con las estimaciones iniciales e inventarios posteriores y e) Realización de propuestas de mejora. Con la aplicación de los resultados de ensayos y estudios se han logrado definir y aplicar técnicas y esquemas de manejo que ofrecen las mejores relaciones Beneficio/Costo. Los controles permiten evaluar el proceso y los resultados operativos realizándose correcciones cuando es necesario para mantener los estándares requeridos. La comparación y análisis de la producción real con estimaciones realizadas permite validar técnicas, resultados y proponer mejoras al proceso.

Palabras claves: Silvicultura de precisión; controles calidad; mejora de proceso.

ABSTRACT

The objective of this work is to show, in a summarized way, the steps used at Forestal Bosques del Plata S.A. Company for planning the management of the *Pinus sp.* stands located in the Northeast of Argentine. The basic steps used for planning are: a) Determination of the technical prescriptions using silvicultural and genetic trials and results of process studies; b) Planning activities of planting; pruning, thinning, and harvest in a short, medium and long term; c) Quality control of the operational activities and results; d) Checking real production with initial estimations and inventories and e) Realize proposals to improve the process. Applying the trials and the studies results, was possible to define and apply the techniques and management systems that offer the bests Benefit/Cost ratio. The controls permit the evaluation of the process and the operational results, making possible to keep the defined standards when it is necessary by corrections. The comparison between the real productions with the estimations, permit the validation of the results and techniques and make proposals to improve the process.

Key words: Precision silviculture; quality control; process improvement.

INTRODUCCIÓN

Forestal Bosques del Plata S.A. (BDP) es una empresa forestal que pertenece al grupo CMPC. La misma inició sus actividades en el Nordeste de la Provincia de Corrientes y Sur de la Provincia de Misiones en el año 1993. La organización está formada por 25 personas las cuales se desempeñan de manera general en 3 áreas (Operaciones; Silvicultura y Administración) que dependen de una Gerencia. Los trabajos realizados a diario son ejecutados por personal de empresas de servicios forestales (tercerización). Aproximadamente 85 empresas de servicios forestales y 700 trabajadores participan del proceso productivo.

La superficie total patrimonial de BDP es de 94.200 hectáreas en las cuales se han establecido 66.500 hectáreas de forestaciones con *Pinus taeda* L., *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii* L. & D. y *Pinus elliottii* var. *elliottii* x *Pinus caribaea* var. *Mor. hondurensis* B. & G.; las hectáreas restantes corresponden a bosques nativos, lagunas, cursos de agua y humedales denominados normalmente en la región como bañados. (www.bosquesdelplata.com.ar)

Forestal Bosques del Plata ha desarrollado y establecido una Silvicultura de Precisión la cual ha permitido establecer y manejar sus plantaciones optimizando los procesos productivos. En la actualidad están siendo evaluados los proyectos industriales que permitirán procesar la materia prima originaria de las forestaciones logradas. La empresa cuenta con certificación ISO 14.001 y realiza sus actividades en un marco de manejo forestal sustentable. Las actividades principales, realizadas de manera operativa, son la implantación de forestaciones de *Pinus sp.*, la poda y raleo de plantaciones establecidas, la cosecha de forestaciones en edad de corte, la comercialización y abastecimiento con materia prima a industrias de la región; el procesamiento con terceros y la comercialización de productos industrializados y la producción y venta de plantines y semillas de elevada calidad genética en la región.

1. Ingeniero Forestal, MSc. Jefe de Área de Silvicultura de Forestal Bosques del Plata S.A. (Doctorando en Ing. Forestal, Área de Manejo del PPGEF de la UFSM, Br.) TE:0054-3752-15683041. E-mail: raulpezzutti@yahoo.com.br; rpezzutti@cmpec.com.ar;

El objetivo de este trabajo es presentar las principales etapas relacionadas a la planificación del manejo en rodales coetáneos de *Pinus sp.* en Forestal Bosques del Plata S.A.

MATERIAL E MÉTODO

Organización del trabajo

Las actividades de la empresa se llevan adelante en el marco de sus políticas de Salud, Medio Ambiente, Seguridad y Social. En Bosques del Plata las actividades relacionadas a la *planificación del manejo forestal* y la producción de plantas son realizadas por personal del Área de Silvicultura siendo que, las actividades operativas son ejecutadas por los miembros de la Subgerencia de Operaciones. El Área de Administración realiza las actividades contables, Compras/Ventas, y otras.

La producción analizada a través de rotaciones es interpretada en BDP como *Silvicultura de Precisión* (ver Figura 1), un ciclo de mejoramiento continuo en donde se cumplen las siguientes etapas: a) Determinación de prescripciones técnicas con el uso de ensayos de silvicultura y mejoramiento genético y estudios de procesos; b) Planificación de corto, mediano y largo plazo de las actividades de plantación, poda, raleo y tala rasa; c) Controles de calidad de las operaciones y de resultados; d) Chequeo de la producción real con las estimaciones iniciales e inventarios posteriores e) Realización de propuestas de mejora. Este ciclo puede ser interpretado también como *Planificación del Manejo Forestal*. La silvicultura de precisión aplicada en BDP ha sido detallada por Pezzutti y Trujillo (2006).

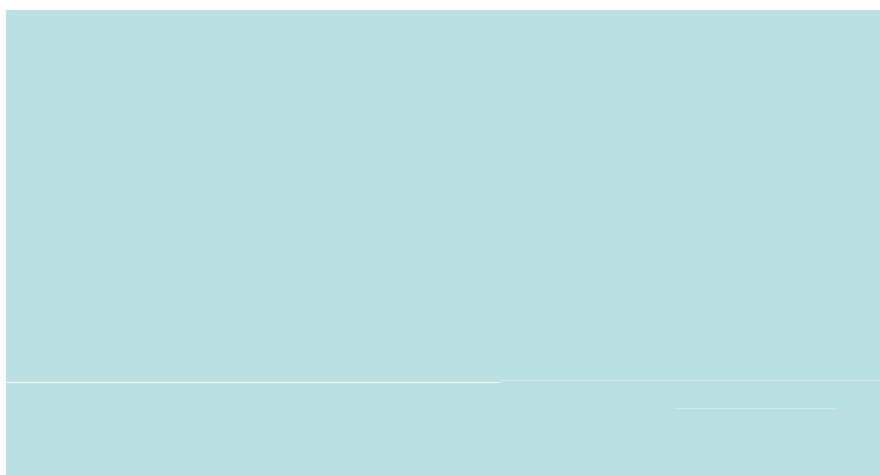


FIGURA 1: Etapas de la Silvicultura de precisión / Planificación del manejo en BDP

Actividades desarrolladas para la planificación del manejo forestal

Investigación y desarrollo

Esta actividad genera resultados que luego son aplicados a través de la definición y actualización de prescripciones técnicas (PT). Estas últimas pasan a formar parte del sistema de gestión de la empresa y son ejecutadas en la fase operativa.

Las líneas a abordar a través de la investigación surgen de las necesidades operativas de corto plazo así como de la visión de necesidades a mediano y largo plazo. Bosques del Plata aborda esta líneas desde los comienzos de su actividad asociada a organizaciones de elevado prestigio académico, actualmente es miembro de la Forest Nutrition Cooperative (NCSU); Camcore (NCSU); Loblolly Pine Growth and Yield Research Cooperative (Virginia Tech U.) y trabaja en proyectos con muchas universidades e instituciones nacionales e internacionales tales como: UBA, UNLP, UNAM; USAL; UNNE; CECOAL; INTA; UF Santa María; UF Lavras; U. Florida. También es miembro de consorcios regionales tales como CFCN y CMF donde se intercambian experiencias y se comparten recursos.

Se mencionan a continuación los tópicos abordados en los diferentes programas de I + D y ciertos ejemplos en mejora de procesos:

Silvicultura:

Habilitación; Control de hormigas; Preparación de suelo; Control de malezas; Fertilización; Plantación; Calidad de plantines; Podas y raleos y Control de plagas. Los ensayos son establecidos en las condiciones topográficas más representativas del patrimonio: lomas y tendidos.

Mejoramiento Genético:

Los programas de mejoramiento genético de *Pinus taeda*, *P. elliottii* y *Pinus elliottii* x *P. caribaea* var *hondurensis* están en constante evolución, ofreciendo nuevos materiales periódicamente los cuales son testados y luego incluidos en la fase operativa. Estos materiales son establecidos en tests de progenies, test clonales y ensayos de productividad en sitios representativos del patrimonio para su análisis. Son experimentadas también especies de pinos y diversos híbridos que presentan buen potencial de crecimiento.

Medio Ambiente:

Investigaciones relacionadas a la conservación de la biodiversidad, calidad del agua y del suelo son realizadas. Los resultados de ensayos de silvicultura y mejoramiento genético siempre son analizados desde un punto de vista Beneficio/Costo para definir sobre su implementación operativa.

Estudios de mejora de procesos:

Son llevados adelante con la finalidad de mejorar los procesos en distintos aspectos:, aumentar rendimientos operativos; maximizar productividad; reducir costos; reemplazar insumos y otros. Ejemplos:

- Optimización de la producción de cuttings. (Resultados técnicos y reducción de costos).
- Uso de sistema hidropónico para producción de plantas madres de elevada calidad genética. (Multiplicación del material a escala operativa-Maximizar productividad).
- Estudios de tiempos y rendimientos de actividades operativas. (Optimización).
- Uso de imágenes satelitales para determinación de LAI (leaf area index) con la finalidad de estratificar en áreas de similar productividad (Uso en inventarios).
- Mejora del proceso de control biológico de *Sirex noctilio*. (Optimización)
- Análisis de nuevos insumos para control de hormigas (M. ambiente-eficiencia).

Planificación

La generación de un plan de corto, mediano y largo plazo es esencial para dirigir las operaciones visando resultados actuales y futuros para la empresa. Debido a los cambios permanentes de la economía nacional e internacional y de los propios escenarios internos de la empresa los planes son actualizados anualmente. Para la generación de los planes es utilizada la técnica de *programación linear*. Se define una función objetivo de la empresa buscando maximizar la renta de manera sostenida en el tiempo y especificándose las restricciones de mercado, patrimoniales y otras.

Información utilizada para la generación de planes

- Espacial: Rodales y polígonos con sus atributos. Son realizados relevamientos mensuales de superficies. Base de datos: SIG.
- Crecimiento y calidad: Para definir los rodales a ser podados son realizados inventarios en los sitios más productivos de la empresa (lomas y tendidos altos) a los 3 años de edad, levantándose datos de altura total, dap, forma de los árboles y número de árboles por hectárea con buenas cualidades para ser podados. La superficie total de plantaciones podadas está definida por la empresa considerando una producción futura de madera clear para alimentar una línea de aserrío a escala competitiva.
- Volúmenes para el corto plazo: Inventarios anuales en áreas predefinidas como de cosecha.
- Volúmenes para el mediano y el largo plazo. (Parcelas permanentes, inventarios, simuladores de crecimiento, tablas de producción por escenario).

Controles de calidad de las operaciones y de resultados

El Control de Calidad de actividades en terreno tiene como objetivo general evaluar el cumplimiento de los requisitos de BDP respecto a aspectos Operacionales, Gestión Administrativa, de Seguridad y Medio Ambiente de las actividades ejecutadas por las empresas prestadoras de servicios forestales (EMSEFORs).

Los objetivos específicos son: - Verificar el cumplimiento de requisitos SMASS (Salud, Medio Ambiente, Seguridad, Social) y de las Prescripciones Técnicas asociadas a cada actividad; - Servir como herramienta para la supervisión y el tratamiento de no conformidades en actividades forestales; - Evaluar los resultados post ejecución de actividad; - Obtener indicadores de desempeño de calidad; - Mantener una sistemática de evaluación de actividades; - Detectar puntos de mejora en el proceso.

TABLA 1: Resultados evaluados en diversas actividades operacionales

Actividad	Metodología
Plantación y desarrollo inicial	Se realiza un inventario post plantación con parcelas de 200 m ² a 400 m ² con una intensidad de 1 cada 4 hectáreas, previamente georeferenciadas. Objetivo: determinación de sobrevivencia; causas de mortalidad; definición de áreas de replante. Inventarios realizados al año de establecida de la plantación son utilizados para determinan sobrevivencia final y el desarrollo de la forestación. Los mismos permiten calcular el aporte marginal expresado en cm ³ /ha/US\$ invertido y compararlo con años anteriores (Plantas sanas, dañadas, muertas y causas probables).
Control de hormigas	Se verifica a través de muestreos el estado de los polígonos (presencia o no de hormigas en actividad) antes de la realización de la plantación.
Control de malezas	Son controlados los efectos de las aplicaciones de herbicidas por polígono. (Control de malezas eficiente y nula fitotoxicidad).
Poda	Se verifica (muestreo) número de árboles, calidad de corte, presencia de brotes, altura.
Raleos y cosecha	En raleos se observa número final de árboles / ha y daño en árboles remanentes y en cosecha la altura de tocones, cantidad y distribución de residuos y .corte por productos (trozado).

En todos los casos presentados cuando son detectadas anomalías se dirigen *medidas correctivas*.

Chequeo de la producción obtenida con la producción estimada

La Central de Operaciones genera un reporte diario sobre la producción obtenida por polígono en función de los despachos reportados. Estos valores son contrastados con los estimados por inventario y comparados con las producciones estimadas por definición técnica para el sitio en cuestión.

Propuestas de mejora

Cuando existen diferencias significativas de producción entre valores estimados y obtenidos se verifica la causa y se proponen mejoras al proceso. Reuniones periódicas entre las áreas de Silvicultura y Operaciones son fundamentales para la coordinación de actividades.

RESULTADO Y DISCUSIÓN

Prescripciones técnicas

A la fecha han sido generadas 25 prescripciones técnicas, las mismas forman parte de los documentos esenciales del Sistema de Gestión Ambiental de la empresa. Las actividades operativas son ejecutadas de acuerdo a estas definiciones para cumplir con los objetivos de producción en un marco de sustentabilidad económica, ambiental y social. En la Tabla 2 se presentan de manera resumida, las principales consideraciones (por tipo de sitio) para el establecimiento y manejo de plantaciones provenientes de las prescripciones técnicas de BDP. La Silvicultura de Precisión utilizada en BDP y trabajos de referencia generados en la empresa son abordados por Pezzutti y Trujillo (2006). Los mismos presentan abreviadamente las PT utilizadas, considerando diversas etapas del proceso productivo.

TABLA 2: Resumen de prescripciones técnicas por actividad y tipo de sitio natural (L: Lomas, TA: tendido alto; TB: tendido bajo).

Sitio	Actividades
	Producción de plantas
L, TA, TB	Seedlings: Diámetro de cuello: 2,5 mm y altura: 20 –35 cm. Sin poda aérea. Sistema radicular: bien desarrollado con pan agregado. Cuttings: Diámetro de cuello: 3 mm y altura: 20 cm. Sin poda aérea. Sistema radicular: en 4 cuadrantes, pan agregado.
	Material Genético
L, TA	<i>Pinus taeda</i> , selecciones locales de Procedencia USA, Florida, Marion. Material de cruzamientos controlados del Programa de Mejoramiento Genético de BDP.
TB	<i>P. elliottii</i> x <i>P. caribaea</i> var <i>hondurensis</i> Procedencias: Queensland ó local
	Habilitación
	Distribución de residuos de manera uniforme en la superficie. Evitar la quema.

TABLA 2: Continuação.

Preparación de suelo	
L	Preparo: en curvas de nivel, 1 mes previo a la plantación. Subsolado a 40-50 cm + rastra en el línea de plantación.
TA, TB	Preparo: Orientados para que permitan evacuar el exceso de agua superficial contribuyendo al escurrimiento natural. 1 mes previo a la plantación. Camellones de 50 cm de altura y 1, 8 mts de ancho + rotobator en su superficie.
Control de malezas	
L, TA, TB	Control en banda de 2 metros de ancho durante 6 meses post plantación. Se recomienda mantener las plantas liberadas de competición hasta que las mismas alcancen 1,5 mts de altura total. Usar escenarios de malezas presentes.
Control de hormigas	
L, TA, TB	No deben encontrarse hormigueros activos al momento de la plantación. Controles dirigidos (uso de polvo) y sistemáticos (cebos) en función del número de nidos por ha y géneros presentes. Utilizar mapas para dirigir las operaciones e IRD para definir controles. Mantener los controles durante la rotación.
Control de <i>Sirex noctilio</i>	
L, TA, TB	Determinar presencia e IRD y realizar control biológico (<i>Deladenus siricidicola</i>) y silvicultural (raleos). Usar mapas de IRD y monitoreo de evolución de la plaga en el patrimonio.
Poda	
L, TA	3, 4 y 5 años de edad. Alturas: 2,3 m; 3,6 m y 5,5 m respectivamente. (ver punto 3.1.b)
Raleo	
L, TA	A los 7 y 11 años de edad (determinado en función del desarrollo del rodal).
Tala rasa	
L y TA	18-22 años
TB	12-14 años

La importancia del Mejoramiento Genético y la Silvicultura

En la figura 2 podemos observar, a modo de ejemplo, la influencia de la silvicultura y el uso de familias seleccionadas de polinización abierta de *Pinus taeda* en el incremento de productividad de plantaciones en sitios clasificados como tendidos. Estos sitios normalmente presentan un drenaje imperfecto con exceso de agua en superficie por este motivo se prepara el suelo con camellones. La base indicada en el gráfico corresponde a material genético proveniente de huerto semillero (G. 1.0) de Estados Unidos (Florida) y preparación de suelo con rastra (20 cm) en el línea de plantío sin tratamientos posteriores. La silvicultura aplicada corresponde a la realización de camellones y control de malezas en el líneas por 6 meses post plantación. Esta silvicultura no es la de máximo crecimiento en estos sitios sino, la de máxima relación Beneficio/Costo. Puede observarse en la figura 2 que el uso de técnicas y materiales genéticos adecuados (selecciones locales de proc. Marion County) genera ganancias volumétricas superiores a 45 %. En la actualidad BDP produce familias de cruzamientos controlados y evalúa clones proyectando ganancias genéticas superiores a las indicadas en la figura.

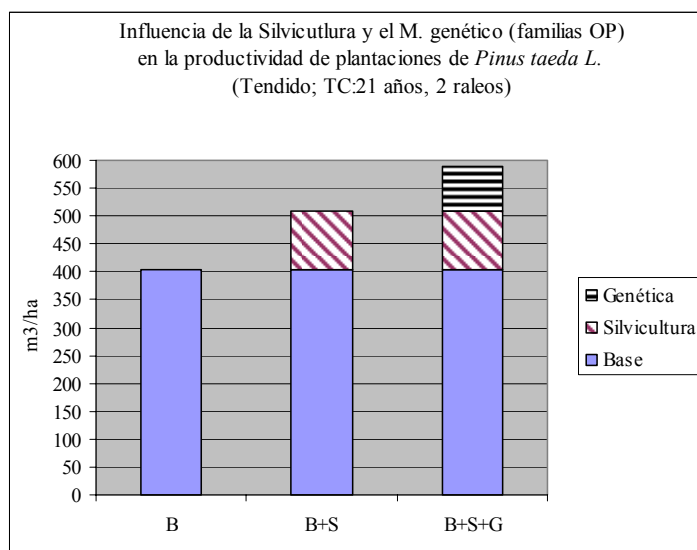


FIGURA 2: Influencia de la Silvicultura y el Mejoramiento Genético en la productividad de plantaciones de 21 años de *Pinus taeda* en tendidos

En la figura 3 son presentados los productos finales obtenidos con el tratamiento base y con el tratamiento que combina silvicultura y materiales genéticos superiores (OP). La composición final de productos cambia en cantidad y calidad impactando directamente en las evaluaciones económicas de las inversiones, siendo altamente conveniente aplicar los tratamientos S+G.

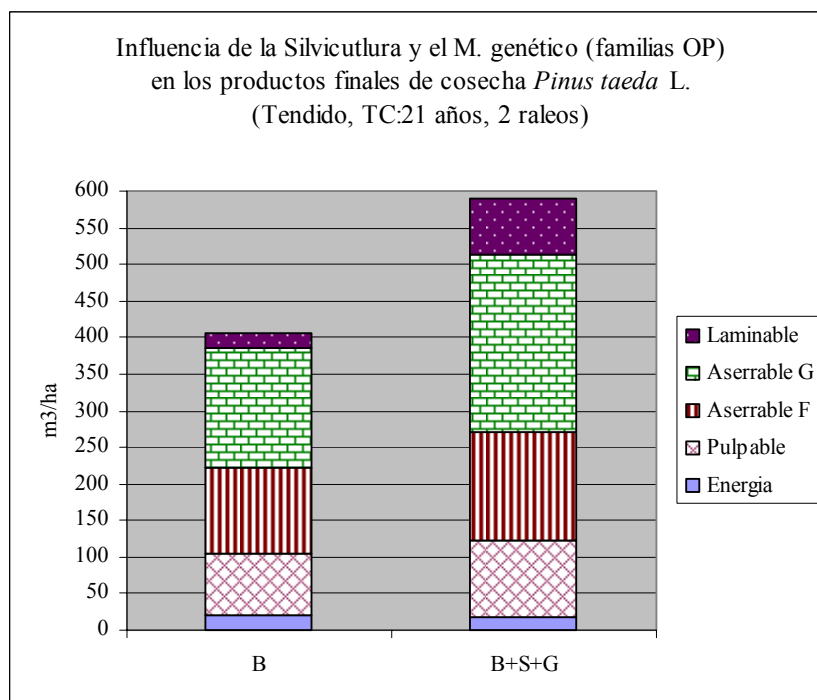


FIGURA 3: Influencia de la Silvicultura y el Mejoramiento Genético en los productos finales de cosecha en plantaciones de *Pinus taeda* de 21 años en tendidos

Es en este sentido que, Dougherty (2007), presenta como la silvicultura adecuada y el uso de materiales genéticos mejorados utilizados en plantaciones de *Pinus taeda* en los Estados Unidos, influyen en la productividad y consecuente en los resultados económicos de los productores forestales. Este tipo de análisis es muy importante al momento de incorporar nuevas técnicas y materiales al proceso.

Es importante mencionar que en los sitios más húmedos (tendidos bajos) el uso del híbrido de *Pinus elliottii* x *Pinus caribaea* var *hondurensis* se ha tornado operativo debido a su mayor productividad, rectitud de fuste; pequeño diámetro de ramas y mayor ángulo de inserción de ramas. Se ha verificado que la densidad de la madera es muy similar a *Pinus taeda*.

Las prácticas mencionadas permiten cambios extraordinarios en los sitios y sus productividades pudiendo transformar sitios con IS 18-19 a IS 22 – 23 para una edad índice de 15 años.

Consideraciones sobre la poda

El objetivo perseguido con esta actividad es producir madera limpia o clear. Tomando como base lo sucedido en otros países (Brasil, Chile, New Zealand), se considera que los precios futuros de trozas podadas permitirán mejorar la rentabilidad del negocio forestal.

De 1428 ó 1111 árboles iniciales por hectárea son seleccionados y podados 800 a los 3 años de edad; a los 4 años de edad son seleccionados los mejores 400 árboles con primera poda realizada y podados hasta 3,6 m de altura; ya a los 5 años de edad son seleccionados los mejores 350 árboles los cuales son podados hasta 5,5 metros de altura, estos últimos permanecerán hasta el final del turno (18 a 21 años).

Los árboles a podar deben atender algunos requisitos de calidad, los cuales definirán la prioridad de poda: Árbol dominante o codominante; fuste recto; copa bien desarrollada; no bifurcado; distribución regular de ramas; ramas delgadas; ángulos de inserción de ramas cercanos a 90°.

Para la realización de las podas se monitorea el desarrollo del rodal en altura total, cuando las plantaciones alcanzan la altura especificada, para la edad en análisis, se ingresa a podar el rodal. Para definir la altura de poda del último verticilo, en cada intervención, se utiliza un calibre (con pértiga) para medir el diámetro por debajo del último verticilo en evaluación. Cuando el diámetro mencionado es > a 8 cm ese verticilo también se poda. La última poda considera una altura final de 5,5 m. En la tabla 3 se presentan algunas variables consideradas en la poda en BDP.

Técnicas y consideraciones sobre la poda (fecha, tipo de corte, herramientas, planificación) en *Pinus sp.* son especificada por diversos autores (Kurtz et al., 2004; Maclaren, 1993, Schneider, 2008, Seitz, 1995). Las mismas deben realizarse con precisión para obtener los productos deseados a la edad de corte.

TABLA 3: Alturas de árboles dominantes, alturas de podas y longitudes de copa presentes antes y luego de la poda en plantaciones de *Pinus taeda* de 3, 4 y 5 años de edad.

Edad	Altura Total del árbol	Altura de poda	Poda de AT	L. de copa antes de poda	longitud de copa extraída	Longitud de copa remanente	RCV
Años	(m)	(m)	(%)	(m)	(m)	(m)	(%)
3	5,3	2,3	44	5,3	2,3	3,0	43
4	7	3,6	51	4,7	1,3	3,4	28
5	9,0	5,5	61	5,4	1,9	3,5	35

AT: Altura total; RCV: Remoción de copa viva; DMSM: 12 cm; DCD:18 cm; DAP objetivo: 36-40 cm

Esquemas de manejo normalmente utilizados en la empresa

Los esquemas de manejo están relacionados a los objetivos de producción de la empresa y a la productividad de los sitios:

Los índices de sitio (edad índice de 15 años) usualmente considerados son:

IS: 23-24: Productividad alta (Lomas y tendidos altos)

IS: 21-22: Productividad media (Lomas - tendidos altos – tendidos bajos)

IS 18-20: Productividad Baja (Tendidos bajos excesivamente húmedos o suelos poco profundos).

Densidad de establecimiento: 1.111 plantas / ha con espaciamiento de 4 m entre líneas de plantación x 2, 25 m entre las plantas de la línea de plantación.

TABLA 4: Esquemas de manejo para de acuerdo al índice de sitio (E. índice: 15 años)

Índices de sitio	Esquemas de manejo
23-24	Raleo a los 7 (700 pl/ha) y 11 (350 pl/ha) años con podas a los 3, 4 y 5 años hasta llegar a una altura de 5,5 m. Tala rasa a los 18 – 21 años.
21-22	Raleo a los 7 (700 pl/ha) y 11 (350 pl/ha) años sin poda. Tala rasa a los 18 – 21 años.
18-20	Tala rasa a 12-14 años.
21 a 24	Raleos sanitarios (realizados en plantaciones con más de 7 años que serán manejadas por más de 14 años y no han recibido raleados previos). (600 pl/ha hasta final de la rotación).

Los raleos están relacionados a edades para facilitar su interpretación sin embargo los mismos han sido definidos considerando el crecimiento de las plantaciones en estos sitios así como análisis económicos y de factibilidad operativa. Consideraciones sobre raleos en *Pinus taeda* para la región son realizadas por Crechi et al. (2000; 2004).

Planificación

Planes de corto, mediano y largo plazo

Los planes son actualizados anualmente, los mismos son:

- Corto plazo: Actividades que serán realizadas el año entrante. Especifica: Actividad, - Campo, superficie y polígonos, volúmenes.

- Mediano plazo: Actividades definidas para los próximos 5 años. Especifica: Superficie y volúmenes.

- Largo Plazo: Actividades para los próximos 30 años. Especifica, volúmenes.

Planificación de poda

Con los resultados de inventario a los 3 años de edad se definen los polígonos a ser podados. En la figura 4 se presenta un área de la empresa en la cual se han definido los polígonos y la prioridad de intervención fundamentada en su crecimiento.

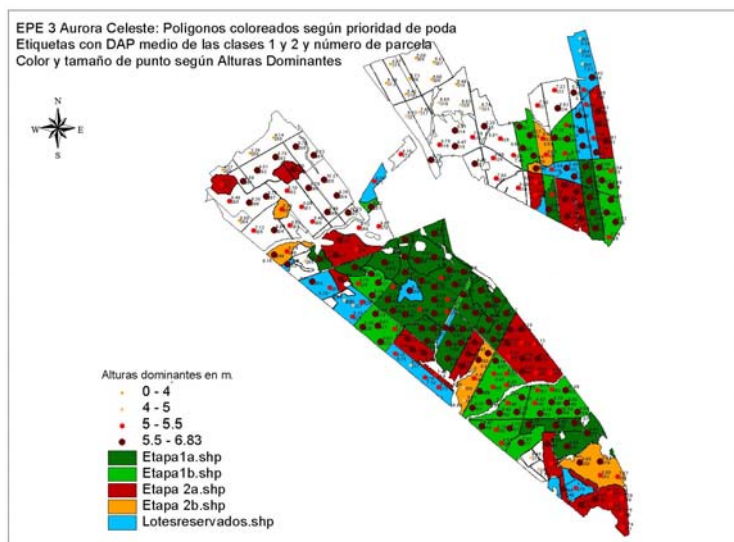


FIGURA 4: Polígonos definidos para poda por sus características y prioridades en función del crecimiento.

Controles de calidad

Se presentan a continuación de manera gráfica y a modo de ejemplo resultados de notas de Calidad promedio resultantes de actividades forestales realizadas por diversas Emsefors durante el año 2007.

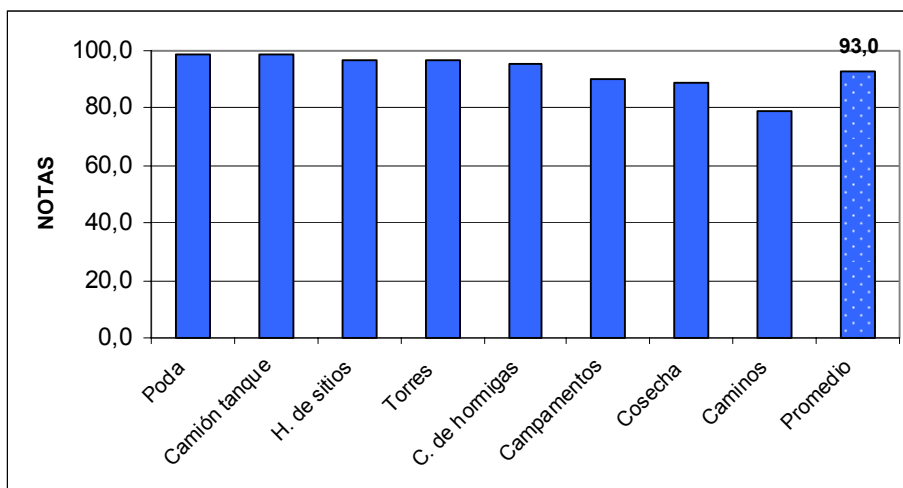


FIGURA 5: Notas de calidad promedio por actividad

En los controles presentados se detectaron los siguientes incumplimientos por áreas (requisitos administrativos, medio ambientales, de seguridad u operativos que no son cumplidos por las Emsefor):

AREA	Nº de Incumplimientos	%
SEGURIDAD	9	7,4
OPERATIVA	24	19,7
MEDIO AMBIENTE	32	26,2
ADMINISTRATIVA	57	46,7
TOTAL	122	100,0

Nota: Los controles son permanentes e internos y permiten mantener el proceso en una mejora continua.

Chequeo de la producción real con las estimaciones iniciales e inventarios posteriores

Los resultados son expresados por polígono, campo, tipo de intervención, producto y totales, se han obtenido errores del orden del 8 % en producción anual. Las causas de estos desvíos por polígono son investigadas y generados informes para mejorar los procesos y/o la producción.

CONCLUSIONES

- 1- Con la aplicación de los resultados de ensayos sitios y estudios de procesos se han logrado definir y aplicar las técnicas (silvicultura y genética) que ofrecen las mejores relaciones Beneficio/Costo.
- 2- Los esquemas de manejo definidos por IS permiten orientar las operaciones para maximizar la rentabilidad forestal
- 3- Los planes de corto, mediano y largo plazo son fundamentales para la dirección y planificación de las operaciones de manera sustentada.
- 4- Los controles permiten evaluar el proceso y los resultados operativos realizándose correcciones cuando es necesario para mantener los estándares requeridos.
- 5- La comparación y análisis de la producción obtenida con estimaciones realizadas permite validar técnicas, resultados y proponer mejoras al proceso.

Se recomienda evitar:

- 1 - Introducir ganado en forestaciones con menos de 3 años.
- 2 – Improvisar con alternativas similares a las descriptas en la PT cuando no han sido lo suficientemente evaluadas. Ejemplo: modificar dosis de productos.
- 3 – Hacer cantidad y perder calidad. Es conveniente hacer menos cantidad con calidad cuando los recursos financieros son limitados. El no cumplimiento de las PT lleva a importantes pérdidas económicas.

AGRADECIMENTOS

Al personal de BDP que ejecuta todas las actividades mencionadas a diario.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CRECHI, E., FASSOLA, H., FRIEDL, R., FERNANDEZ, R., FALHER, J. Efecto de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* L. sobre el crecimiento y la producción hasta los 13 años de edad, en el departamento de Iguazú, provincia de Misiones, Argentina. INTA EEA Montecarlo. Montecarlo. 2000. 29 p.
- CRECHI, E., KELLER, A., COLCOMBET, L., FASSOLA, H., KURTZ, V., MOSCOVICH, F., FERNANDEZ, R., FRIEDL, R., FALHER, J., AGUILAR, M., RAMÍREZ, C. Efecto de la intensidad y oportunidad de raleo en *Pinus taeda* origen Columbia sobre el crecimiento y la producción hasta los 17 años de edad, en el NO de Misiones. **In:** Jornada de Campo “Raleo de *Pinus taeda* e híbrido”. 2005. 12 p.
- DOUGHERTY, D. Improved Returns on Forestlands. **Forest Landowner**. 2007. 4 p. www.forestlandowner.com
- KURTZ, V. & FERRUCHI, M. R. La poda como parte de la estrategia para la obtención de madera de calidad. **In:** XV Jornadas Forestales de Entre Ríos. Pp. B2-1:B2-23. 2000.
- KURTZ, V. & FERRUCHI, M. R. **Poda Forestal**. Cartilla Técnica N°2. INTA. 2004. 16 p.
- MACLAREN, J. P. **Radiata Pine Growers' Manual**. FRI Bulletin N° 184. New Zealand Forest Research Institute. 1993. 134 p.
- PEZZUTTI, R. & TRUJILLO, R. Silvicultura de Precisión en el Nordeste de Corrientes. **Revista AFOA**. Año LX – Nro. 2/2006. Asociación Forestal Argentina, Buenos Aires. 2006. p. 21 – 27.
- SCHNEIDER, P. R. & SCHNEIDER P. S. P. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria, RS. FACOS-UFSM, 2008. 566 p.
- SEITZ, R. Manual de Poda de Espécies Arbóreas Florestais. FUPEF. Curitiba. 1995. 85 p.

THE APPLICATION OF SOIL BIOENGINEERING TECHNIQUES FOR RIVER ENGINEERING PROJECTS¹

Rauch, H. P.²; Sutili, F. J.³; Weissteiner, C.²

ABSTRACT

Soil bioengineering is a technique, which is part of an implementation strategy in a modern holistic river engineering approach. Living plants, deadwood and tools are used as construction material for hydro engineering purposes. The results are living “soil bioengineering systems” providing technical as well as ecological and socioeconomic function. In the past the performance of the work was mostly based on local experience, whereas nowadays the application of soil bioengineering is designed on engineering principles. All soil bioengineering measures have to be evaluated according to hydraulic and morphological impacts. The paper highlights essential aspects for a successful application and assesses soil bioengineering techniques according to relevant decision criteria.

Key words: soil bioengineering, riparian vegetation, near nature river engineering concept, decision criteria

INTRODUCTION

River engineering approaches in the past just considered technical aspects such as flood protection. On this account in central Europe a lot of rivers have been degraded to a technical transport system with an effect of accelerating the flood wave, a higher peak level of the flood and substantial ecological deficits. Today a modern overall river engineering approach is becoming state of the art, whereas not just flood protection but also other functions of a river such as water quality, terrestrial and aquatic habitats for plants and animals are considered. The presence of appropriate riparian vegetation on the bars of the main channel and on the floodplain is part of such an approach and highly relevant due to bank protection and soil and habit conservation. The riparian vegetation is furthermore important as an intersection corridor between aquatic and terrestrial habitats.

Soil bioengineering is a helpful technique and often used for the initiation and design of riparian vegetation structures. The results are living “soil bioengineering systems” providing technical as well as ecological and socioeconomic function. Capabilities of living plants are used for civil engineering purposes. In the context of river engineering, the implementation of soil bioengineering requires interdisciplinary methods to optimise the function of such systems. The effects of the soil bioengineering measures have to be assessed and evaluated from an engineering point of view. This paper highlights important aspects of soil bioengineering systems for a successful implementation for river engineering measures.

METHODOLOGY AND STRUCTURE

For the planning and implementation of soil bioengineering systems a knowledge of techniques, botany (selection of potential plants), hydraulics and river morphology is necessary. In the first part of this paper general and specific preconditions of soil bioengineering are discussed and the hydraulic effects of soil a bioengineering system are introduced. The second part deals with the application of soil bioengineering methods.

GENERAL AND SPECIFIC PRECONDITIONS OF SOIL BIOENGINEERING

All engineers working on planning and implementation of soil bioengineering systems as near nature river structures have to consider the bioengineering properties of plants. Local availability, easy propagation and the accordance with the location are general preconditions for soil bioengineering work independently of the location of the construction site. Additional to these general preconditions some specific conditions have to be taken into account by soil bioengineers. The following table shows the most relevant biological and technical specific preconditions of the selection of soil bioengineering plants. The assessment of the preconditioned parameters is the basic for any soil bioengineering planning procedure and application.

¹ Work funded by the Commission for Development Studies at the Austrian Academy of Sciences

² Institute of Soil Bioengineering and Landscape Construction, University of Natural Resources and Applied Life Sciences, Vienna, Peter Jordan-Strasse 82, A-1190, Vienna – Austria; fax: +43-1-47654-7349; e-mail: hp.rauch@boku.ac.at, clemens.weissteiner@boku.ac.at

³ Federal University of Santa Maria, Rio Grande do Sul, Campus Universitário – Centro de Ciências Rurais (Agricultural Center) – Post-Graduation Program in Forest Engineering, Prédio 44 – 2º Piso CEP: 97105-900, Santa Maria-RS, Brazil; fax: +43-1-47654-7349 e-mail: fjsutili@gmail.com,

TABLE 1: Specific precondition for the selection of soil bioengineering plants

specific preconditions	parameters
vegetative reproduction	proventitious and adventitious root sprout development
regeneration	resprouting after damages and maintainance
flood adaption	adaptiveness against a flooding period of several weeks
mechanical effects	soil reinforcement-root growth, arching and buttressing, surface protection, surcharging and wind loading, pull out resistance
hydrological effects	evapotranspiration, interception, infiltration
hydraulic effects	surface roughness and flow velocity, bending resistance

The significance of these specific preconditions depends on one hand on the location of the construction site and on the other hand on the desirable effectiveness of the bioengineering work. For river engineering work the hydraulic effects of a bioengineering systems are highly relevant. A quantification of these effects results in an assessment according to bank stability, flow velocity and discharge capacity. The following chapter focuses on the hydraulic effects of riparian vegetation.

HYDRAULIC EFFECTS OF SOIL BIOENGINEERING SYSTEM

A soil bioengineering system results in characteristic riparian vegetation, which is a relevant riverine landscape element. It plays a key role for estimating the hydraulic roughness of a channel and the average velocity and consequently influences sediment and erosion processes. The hydraulic impact of the vegetation depends on the morphology and the biomechanical properties of the vegetation and on the flow conditions (see Fig. 1).

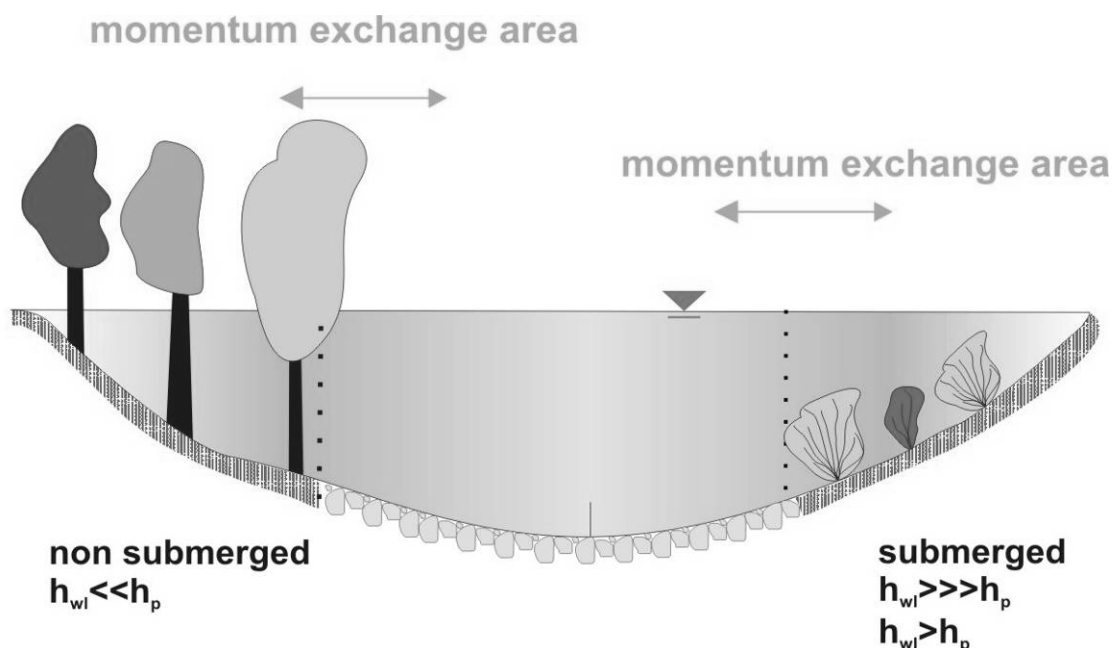


FIGURE 1: Classification of riparian vegetation (Rauch, 2006)

A result from the hydraulic impact of the vegetation is the horizontal and vertical distribution of the flow velocity. Following the vegetation has to be classified from an engineering point of view (see also Bretschneider/Schulz, 1985):

Small vegetation: The vegetation is submerged. The elevation of the water level is much higher than the plant height. In this case the hydraulic roughness of a plant can be determined by the application of equivalent sand roughness.

Media vegetation: There is no relevant difference between the elevation of the water level and the plant height. Consequently this vegetation can be submerged or nonsubmerged. If flexible vegetation completely bends down it changes to small vegetation.

Tall vegetation: The elevation of the water level is lower than the plant height. This vegetation act as stiff elements and is always non submerged.



FIGURE 2: Hydraulic behaviour of flexible vegetation (left) and rigid vegetation (right)

A lot of experts have been working on the estimation of the surface roughness coefficient of the riparian vegetation, which is part of empirical and theoretical based flow formulas to quantify the flow velocity (Li & Shen 1973, Petryk & Bosmajian 1975, Pasche 1984, Mertens 1989, Nuding 1991, Dvuk 1991, Dittrich 1998, Gerstgraser 1998, Rhigetti & Armanini 2002, Järvelä 2005, Rauch 2006). Today a lot of tables and models exist to estimate the coefficient of roughness. Most of the studies have focussed primarily on the hydraulic behaviour of plants as rigid elements and artificial roughness elements. The biomechanical properties of “real” riparian woody plants are completely different. Natural riparian vegetation shows a high level of flexibility and a characteristic bending behaviour under hydraulic stress.

The interaction of flow and plants depends not only on geometrical properties (e.g. stem and branch diameter, length and leaf density), but also on the dynamic response of plants under flood conditions (stem/branch/leaf bending and reduction of plant height; e.g. Fathi-Moghadam & Kouwen, 1997; Oplatka, 1998; Gerstgraser, 2000; Meixner *et al.*, 2004, Rauch, 2005, Suttili 2007). Mechanical properties such as flexural stiffness, modulus of elasticity and rupture are indicators to assess the impact of plants on hydraulic conditions. The modulus of elasticity, the proportional limit, as well as the deformation and stress up to the point of rupture are shown in a typical stress×deformation diagram (Fig. 3) similar to the load×deformation diagram.

The first part of the diagram is a straight line that determines the modulus of elasticity and the limit of elastic behaviour. From this point the deformation becomes plastic and continues up to the point of rupture (*B* in Fig. 3) in a non-proportional way.

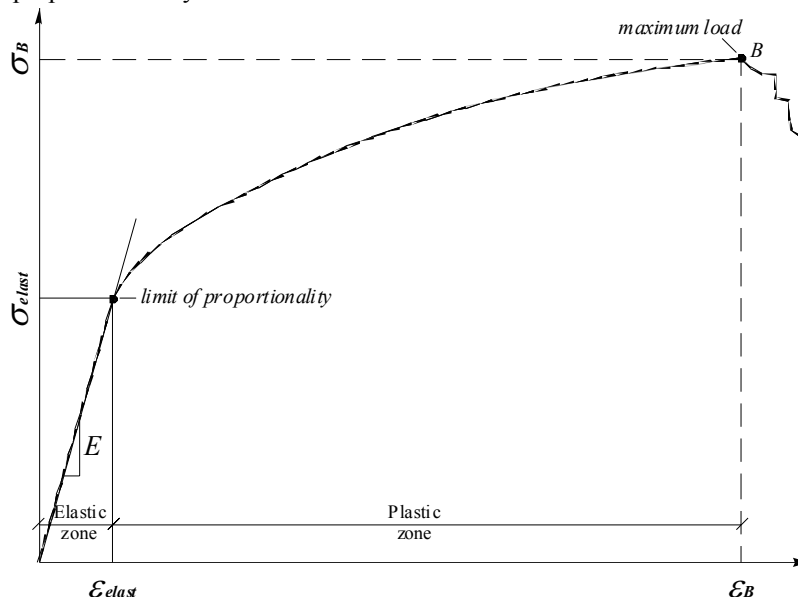


FIGURE 3: Typical stress-deformation diagram (according to Suttili, 2007)

The force acting on a plant can be determined using the following law of resistance according to Newton:

$$F_p = \frac{1}{2} \cdot \rho \cdot c_D \cdot A_p \cdot u_m^2$$

F_p = force on the plants [kN]
 ρ = specific gravity of water [kg/m³]
 A_p = flooded plant area [m²]
 u_m = average flow velocity
 c_D = coefficient of form drag

The equation is valid for rigid vegetation. The force is increasing with the square of the flow velocity. The flooded plant area and the coefficient of form drag are constant. But hydraulic stress on a plant with elastic behaviour leads to longitudinal and transversal contraction. It results in a decreased plant flow area. In this case the flow velocity is not increasing by the square, but in a linear function. The following figure shows the bending behaviour of a plant at different velocities.

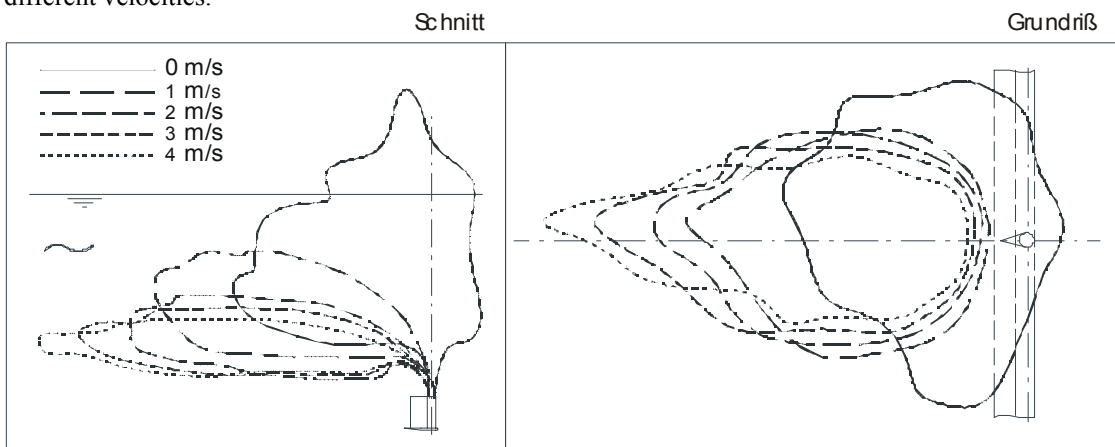


FIGURE 4: Deflection of Salix sp. at different velocities (Oplatka, 1998, p.129)

Oplatka showed that the flooded area of willows is reduced of around 75 % at flow velocities of 1 m/s. At velocities of 4 m/s the area is reduced 95 %. This is effect that must be taken into account determined the hydraulic resistance of flexible vegetation.

APPLICATION OF SOIL BIOENGINEERING TECHNIQUES

Today a lot of handbook exist and describe the different techniques in detail (Schiechtl and Stern 1980,2002, Howell 1999, Florineth 2004, Durlo & Sutili, Zeh 2007, DIN 19657, DIN 18918). The main materials are living plants reinforced by local available material such as stones and wooden poles. Soil bioengineering is not a new discipline. Florineth (2001) dates the beginnings of soil bioengineering back until the Romans, who already used so-called “rough coniferous trees” (Schiechtl and Stern, 1980), anchored in the riverbank, to protect it against lateral erosion. According to him, Leonardo da Vinci (1452 -1519) was only one in a long row of specialists, who recognized the status of soil bioengineering measures in the stabilization of both slopes and riverbanks.

These techniques were rediscovered in the last century and are becoming more and more popular. They are less expensive than conventional alternatives and in addition to their supporting effect, they provide byproducts such as the creation of wildlife habitats, a higher aesthetic value, or the improvement of the water quality, exercising nutrient uptake as well as filtering.

The following figures show characteristic examples of soil bioengineering applications for river engineering projects, immediately after finishing the construction and after a certain temporal development of the plants.



FIGURE5: Construction of vegetated crib wall (left) and 2 years after (right)

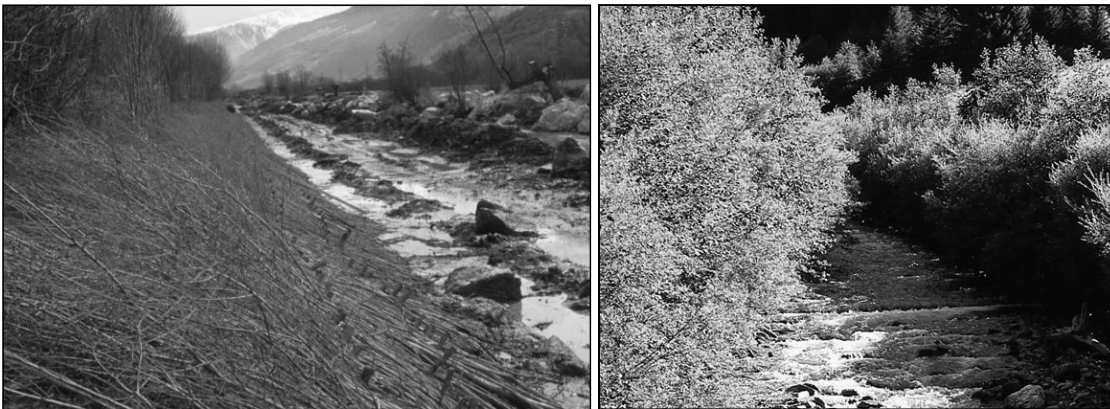


FIGURE 6: Construction of willow brush mattress (left) and 10 years after (right)



FIGURE 7: Construction of dormant cuttings and ecological groynes (left) and 2 years after (right)

The following table gives an overview of different soil bioengineering techniques for river engineering work. All techniques are assessed according to different criteria, such as type of construction material, hydro engineering function and spatial arrangement. Symbols are used for the classification.

TABLE 2: Assessment [○ no, ◐ low, ◑ media, ◒ high, ● full accordance] of soil bioengineering techniques according to different criteria

	material		hydro engineering function		spatial arrangement		
	living	dead	stabilization	ecological	punctual	linear	aerial
riprap	○	●	●	○	○	○	●
wooden check dam	○	●	●	○	○	●	○
rock filled crib wall	○	●	●	○	○	●	○
root stock	○	●	○	●	●	○	○
structuring bolder	○	●	◐	◑	●	○	○
dead fascine groyne	○	●	◐	◑	○	●	○
wooden structure groyne	○	●	◐	◑	○	●	○
palisade groyne	○	●	◐	◑	○	●	○
rock groyne	○	●	◐	◑	○	●	○
ground ramp	○	●	●	○	○	○	●
fish shelter	○	●	○	●	●	○	○
bank pile wall	○	●	●	○	○	●	○
vegetated crib wall	◐	◑	◑	◑	○	●	○
wattle fence groyne	◐	◑	◐	◑	○	●	○
tree spur	◐	◑	◐	◑	○	●	◐
vegetated pile wall	◐	◑	◑	◑	○	●	○
vegetated hard gabions	◐	◑	●	○	○	●	○
brush mattress	◑	◐	◐	◑	○	○	●
living fascine groyne	◑	◐	◐	◑	○	●	○
individual planting	●	○	◐	◑	●	○	○
wattle fence	●	○	◐	◑	○	●	○
dormant cutting	●	○	◐	◑	●	○	○

CONCLUSION

Soil bioengineering is a very simple technique and successful applications provide a lot of advantages such as sustainability, environmental impact and socioeconomic aspects. However, in opposite to the past, when the application was based on individual and local empirical knowledge, nowadays the planning procedure and the implementation of soil bioengineering is configured according civil engineering principles (see also Weissteiner, 2008). All planned measures must be designed in detail and evaluated according to hydraulic and morphological effects on the changes of a river system. Consequently, the challenge for the scientific community is to understand and quantify the biomechanical properties of the plants and the interaction of plants and flow.

REFERENCES

BEGEMANN, W., SCHIECHTL, H.M., 1986. Ingenieurbiologie: Handbuch zum naturnahen Wasser- und Erdbau. 2. Aufl., Bauverlag GmbH, Wiesbaden-Berlin, D. ISBN:3-7625-2284-7

DIN 18 918, 1990. Vegetationstechnik im Landschaftsbau. Ingenieurbiologische Sicherungs-bauweisen. Sicherungen durch Ansaaten, Bepflanzungen, Bauweisen mit lebenden und nichtlebenden Stoffen und Bauteilen, kombinierte Bauweisen. Normenausschuß Bauwesen (NABau), Deutsches Institut für Normung e.V.

DIN 19657, 1973. Sicherung von Gewässern, Deichen und Küstendünen. Richtlinien. Fachnormenausschuß Wasserwesen im Deutschen Normenausschuß.

DITTRICH, A. (1998): Wechselwirkung Morphologie / Strömung naturnaher Fließgewässer. Habilitationsschrift, TU-Karlsruhe.

DITTRICH, A., (2004): Wechselwirkung „Strömung-Pflanze-Sediment“. Ingenieurbiologie, Zeitschrift Nr. 2/ 2004, Hrsg. Verein f. Ingenieurbiologie, Horgen (CH).

DURLO, M.A., SUTILI, F.J., 2005. Bioengenharia: Manejo biotécnico de cursos de água. Edicoes Est. Porto Alegre, BR. ISBN:857517103-8.

DVWK - Merkblatt 220 (1991): Hydraulische Berechnung von Fließgewässern, Verl. Paul Parey, Hamburg.

- FISRWG (2000): Stream Corridor restoration: Principles, Processes and Practices. By the Federal Interagency Stream Restoration Working Group (FISRWG). 15 Federal Agencies of the US gov't. ISBN -0-934213-59-3
- FLORINETH, F. (2004): Pflanzen statt Beton. Handbuch zur Ingenieurbiologie und Vegetationstechnik; Patzer Verlag; ISBN 3-87617-107-5; S 272; Berlin-Hannover.
- GRAY, D.H., SOTIR, R.B., 1996. Biotechnical and Soil Bioengineering Slope Stabilisation. John Wiley & Sons, Inc., New York, USA. ISBN: 0-471-04978-6.
- HOWELL, J., 1999. Roadside bio-engineering. Dept. of Roads, His Majesty's Government of Nepal, Kathmandu, NP. ISBN: 1-86192-170-5.
- MORGAN, R. P. C. (1995). Wind erosion control. In Morgan, R. P. C. and Rickson, R.J. (1995). Slope Stabilization and erosion control – A bioengineering approach. London, U.K., E & F N Spon.
- NUDING, A. (1991): Fließwiderstandsverhalten in Gerinnen mit Ufergebüsch. Wasserbau – Mitteilungen des Institut für Wasserbau, konstruktiver Wasserbau und Wasserwirtschaft, TH Darmstadt, Nr. 35.
- OPLATKA, M. (1998): Stabilität von Weidenverbauungen an Flussufern. Dissertation, ETH-Zürich.
- PASCHE, E. (1984): Turbulenzmechanismen in naturnahen Fließgewässern und die Möglichkeiten ihrer mathematischen Erfassung. Mitteilungen Inst. f. Wasserbau und Wasserwirtschaft, Hrsg. Gerhard Rouvé, RWTH Aachen.
- RAUCH, H. P, MEIXNER, H., VOLLSINGER, St. (2002): Installation and hydraulic impact of close to nature structures at the Wienfluss River . In: Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin (Hrsg.): Hydrology working group meeting, Gesellschaft für Erdkunde zu Berlin, 10. März 2002, Berlin, 10-15, Berlin.
- RAUCH, H. P. (2005): Hydraulischer Einfluss von Gehölzstrukturen am Beispiel der ingenieurbiologischen Versuchsstrecke am Wienfluss. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, 222 pages.
- SUTILI F. J. (2007): Ingenieurbiologie an Fließgewässern in Südbrasilien. Bioengenharia de solos no âmbito fluvial do sul do Brasil. Dissertation an der Universität für Bodenkultur Wien, 94 pages.
- SCHIECHTL, H.; STERN, R. (1980). Bioengineering for land reclamation and conservation. Edmonton, Canada: The University of Alberta Press.
- SCHIECHTL, H. ; STERN, R. (2002). Naturnaher Wasserbau. Anleitung für ingenieurbiologische Bauweisen. Berlin, Germany: Ernst.
- ZEH H. (2007). Soil bioengineering construction type of manual. Edited by EFIB; the European Federation for Soil Bioengineering; ISBN 978-3-7281-3055-6; vdf Hochschulverlag AG an der ETH Zürich
- WEISSTEINER C. (2008): Grundlagen zur EDV-gestützten ingenieurbiologischen Detailplanung. Diplomarbeit an der Universität für Bodenkultur Wien, 106 pages.

Promoção:



Apoio / Patrocínio

