

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO
EM ENGENHARIA FLORESTAL**

**1º SIMPÓSIO
LATINO-AMERICANO
SOBRE
MANEJO FLORESTAL**

de 9 a 10 de novembro de 2000

SANTA MARIA - RS - BRASIL

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL**

**1º SIMPÓSIO LATINO-AMERICANO SOBRE
MANEJO FLORESTAL**

Realizado de 9 a 10 de novembro de 2000

**Centro de Ciências Rurais
Universidade Federal de Santa Maria
Santa Maria – RS – Brasil**

Santa Maria – RS – Brasil

S612a Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal (1.:
2000: Santa Maria)
Anais / 1. Simpósio Latino-Americano sobre Manejo
Florestal; comissão editorial Paulo Renato Schneider,
César Augusto Guimarães Finger - Santa Maria : UFSM.
CCR. Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Florestal, 2000.

513 p. : il.

1. Manejo florestal - Eventos. 2. Silvicultura.
3. Engenharia florestal. I. Schneider, Paulo Renato. II.
Finger, César Augusto Guimarães.

CDU: 630*2
630*2(063)

Catálogo na publicação preparada por Luzia de Lima Sant'Anna,
CRB-10/7728,
Biblioteca Central da UFSM

PROMOTORES

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA FLORESTAL

Centro de Ciências Rurais

Campus da UFSM

97119-900 – Santa Maria – RS

Fone: (0xx55) 220-8336

Fax: (0xx55) 220-8336

E-mail: ppgef@ccr.ufsm.br

DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA FLORESTAL

Centro de Ciências Rurais

Campus da UFSM

97119-900 – Santa Maria – RS

CENTRO DE PESQUISAS FLORESTAIS – CEPEF

Centro de Ciências Rurais

Departamento de Ciências Florestais

Campus da UFSM

97119-900 – Santa Maria – RS

Fone: (0xx55) 220-8444

Fax: (0xx55) 220-8336

E-mail: cepefgls@ccr.ufsm.br

APOIO

UFSM, PPGEF, CEPEF, FAPERGS, CAPES, DAAD, SOSEF, CREA/RS

COMISSÃO EDITORIAL

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

COMISSÃO ORGANIZADORA

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger
Prof. M. Sc. Juarez Martins Hoppe
Prof. Dr. Peter Michael Spathelf
Prof. Dr. Doádi Antônio Brena
Prof. Dr. Solon Jonas Longhi
Prof. Dr. Mauro Valdir Schumacher
Prof. Luiz Ernesto Grillo Elesbão
M. Sc. Frederico Dimas Fleig
M. Sc. Ivanor Müller
M. Sc. Luciano Weber Scheeren
M. Sc. Ronaldo Drescher
M. Sc. Sandro Vaccaro
M. Sc. Hélio Tonini
M. Sc. Gedre Borsoi
Engº Florestal Luciana Esber
Engº Florestal Edson Bolfe
Acadº Engª. Florestal Paulo Sergio Pigatto Schneider
Acadª Engª. Florestal Juliana Lorensi do Canto

COMISSÃO TÉCNICA

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
Prof. Dr. César Augusto Guimarães Finger
Prof. Dr. Peter Michael Spathelf
Prof. M. Sc. Juarez Martins Hoppe

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

PREFÁCIO

O Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal - PPGEF - da Universidade Federal de Santa Maria, dentro de suas atribuições de ensino, pesquisa e extensão, tomou a iniciativa de promover o 1º 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.

O 1º 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, vinculadas à área de manejo florestal, visou principalmente: Levantar, discutir e analisar os principais problemas relacionados ao setor de manejo florestal, buscando traçar rumos para atingir as soluções; promover a difusão e o intercâmbio de experiências entre técnicos, entidades técnico-científicas, organismos governamentais e privados; divulgar as tendências tecnológicas voltadas à empresas e à sociedade.

O presente simpósio foi dirigido à comunidade técnico-científica vinculados à órgãos públicos, instituições públicas e privadas, organismos governamentais e não-governamentais, profissionais e acadêmicos atuantes no setor florestal nacional e internacional.

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
Coordenador Geral do Simpósio

PREFACE

The graduate program in forest engineering – PPGEF- of the Federal University of Santa Maria, in its attributions of knowledge, research and extension, had the initiative to promote the 1st Latin-American Symposium about Forest Management as a way to incentive the interchange of the most recent results of the researches among institutions, industries and professionals that were taking part of the event.

The 1st Latin-American Symposium about Forest Management had the main objective showing the most recent technical and scientific development in the research institutions and private industries, connected to the forest management area, and the center objective was to: recognize, determine, discuss and analyze the principal problems related to the forest management, researching for ways to reach the solutions; show the technological tendencies forward industries and society.

The present symposium was directed to the technical-scientific community connected to public organisms, public institutions and private, governmental organisations and non governmental, professionals and students working in the national and international forest sector.

The organizers had the participation of leaderships and specialists that represented important industrial institutions, technical-scientific and governmental of Brazil and abroad, in particular the Brazilian industries working in the forest sector, besides the segments of industrial technology.

Prof. Dr. Paulo Renato Schneider
General Coordenator of the Symposium

SUMÁRIO / CONTENTS

PREFÁCIO v

PREFACE vi

PALESTRAS / LECTURES:

MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS: O CASO DA 15
AMAZÔNIA BRASILEIRA

TROPICAL FOREST MANAGEMENT: A CASE STUDY OF
BRAZILIAN AMAZON

José Natalino Macedo Silva

TRANSFORMACION DE LOS SISTEMAS FLORESTALES 29
EQUIANEOS PUROS EM INEQUIANEOS MIXTOS

TRANSFORMATION OF PURE EVEN-AGED IN MIXED
UNEVEN-AGED STANDS

Hermann Hampel

POLÍTICA DE INCENTIVOS FORESTALES EN LA 45
ARGENTINA

FOREST INCENTIVES POLICY IN ARGENTINA

Bernardo C. Tarnowski

PAINEIS / PANEL:

QUALIFICAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE 59
Eucalyptus PARA SERRARIA: ASPECTOS GENÉTICOS E DE
MANEJO

TECHNOLOGICAL QUALIFICATION OF *Eucalyptus* WOOD

FOR SAW LOGS.

Teotônio Francisco de Assis

INFLUÊNCIAS DO DESBASTE E DESRAMA NO MANEJO DE 81
Eucalyptus spp

THINNING AND PRUNING INFLUENCES TO *Eucalyptus spp*
MANAGEMENT

Paulo Renato Schneider

SITUAÇÃO ATUAL DO DESENVOLVIMENTO DO MANEJO 105
PARA MULTIPRODUTOS NA ARACRUZ CELULOSE S.A.

CURRENT SITUATION OF THE DEVELOPMENT OF THE
MANAGEMENT OF MULTIPLE-USE PRODUCTS AT
ARACRUZ CELULOSE S.A.

Simone Melo Barddal; Marcelo Santos Ambrogi

CONSIDERAÇÕES PARA O MANEJO DE FLORESTAS DE 111
Pinus elliottii

CONSIDERATION TO THE FOREST MANAGEMENT OF
Pinus elliottii

César Augusto Guimarães Finger

MANEJO FLORESTAL NA CAMBARÁ S.A. PRODUTOS 143
FLORESTAIS

FOREST MANAGEMENT IN CAMBARÁ S.A. FOREST
PRODUCTS

Alessandro Bonamigo

O MANEJO DE *Pinus* EM FUNÇÃO DAS PERSPECTIVAS DO 149
MERCADO DE TORAS

Pinus STAND MANAGEMENT WITH A VIEW TO THE LOG-MARKET

Marcilio Caron Neto

TRABALHOS VOLUNTÁRIOS / CONTRIBUTED PAPERS:

PRODUÇÃO DE UM POVOAMENTO DE *Pinus elliottii* Engelm 163
MANEJADO COM DESBASTES DETERMINADOS PELO
MÉTODO DE HART-BECKING

YIELD OF A STAND OF *Pinus elliottii* Engelm THINNED WITH
THE RELATIVE SPACING METHOD OF HART-BECKING

Paulo Renato Schneider; Frederico Dimas Fleig; Sandro Vaccaro

CRESCIMENTO DA CANELA-DE-VEADO, *Helietta apiculata* 177
Benth., NA DEPRESSÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL

GROWTH OF CANELA-DE-VEADO, *Helietta apiculata* Benth.,
IN THE CENTRAL DEPRESSION STATE OF RIO GRANDE
DO SUL STATE

Paulo Sérgio Pigatto Schneider; Luciano Weber Scheeren;
Frederico Dimas Fleig; Paulo Renato Schneider; César Augusto
G. Finger

PRIMEROS RESULTADOS DE UN ENSAYO DE ESPECIES Y 191
PROCEDENCIAS DE *Acacia* EN LA VIII REGIÓN

FIRST RESULTS OF AN EXPERIMENT OF *Acacia* SPECIES
AND PROVENANCES IN THE VIII REGION

Juan Carlos Pinilla Suárez; Arnoldo Villarroel Muñoz; José
Gutiérrez Salinas; María Paz Molina Brand

EFEITO DO ESPAÇAMENTO E DA FERTILIZAÇÃO SOBRE O 209
CRESCIMENTO E QUALIDADE DA MADEIRA DE UM
CLONE DE *Eucalyptus saligna* SMITH

GROWTH AND WOOD QUALITY OF *Eucalyptus saligna*
SMITH CLONE BY SPACING AND FERTILIZATION
EFFECTS

Rute Berger; Paulo Renato Schneider; César Augusto Guimarães
Finger; Clóvis Roberto Haselein

AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE MADEIRA 237
EM PÉ E DA PRODUÇÃO DE POVOAMENTOS CLONAIIS E
CONVENCIONAIS DE *Eucalyptus saligna* SMITH,
IMPLANTADOS SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS

EVALUATION OF THE COSTS OF WOOD PRODUCTION OF
CLONAL AND CONVENTIONAL STANDS OF *Eucalyptus*
saligna SMITH, IMPLANTED UNDER DIFFERENT SPACINGS

Jorge E. M. Klein; Rute Berger; José Luiz Bazzo; Luiz C. Polipo;
Mário R. A. César

ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM PROJETOS DE 249
REFLORESTAMENTO DE *Eucalyptus spp*

INVESTMENT ANALYSIS FOR REFORESTATION PROJECTS
OF *Eucalyptus spp*

Decio Tadeu Dalcin Pigato

UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE FLORESTA BALANCEADA 273
E TAXA DE CORTE SUSTENTADA PARA O MANEJO DE
FLORESTAS MISTAS INEQUIÂNEAS: UM ESTUDO DE
CASO.

USE OF THE CONCEPT OF BALANCED FOREST AND
SUSTAINABLE ALLOWABLE CUT FOR THE
MANAGEMENT OF UNEVEN-AGED MIXED FORESTS: A
STUDY OF CASE.

Helio Tonini; Rute Berger; Sandro Vaccaro; Frederico Dimas Fleig;
Fabio Abel Moscovich; Paulo Renato Schneider; César Augusto
Guimarães Finger

MODELO MATRICIAL DE TRANSIÇÃO APLICADO À 295
DINÂMICA DE UMA FLORESTA NATURAL COM
ARAUCÁRIA

A TRANSITION MATRIX MODEL APPLIED TO THE
DYNAMICS OF A NATURAL ARAUCARIA FOREST

Rozane de Loyola Eisfeld; Carlos Roberto Sanquetta

DIAGNÓSTICO DA BASE FLORESTAL COM PINUS NO 307
ESTADO DO PARANÁ E NORTE DE SANTA CATARINA

QUANTIFYING PINE PLANTATIONS RESOURCES IN
PARANÁ STATE AND NORTHERN SANTA CATARINA
STATE, BRAZIL

Carlos Roberto Sanquetta; Christel Lingnau; Teddy Antonio Rayzel
da Cruz; Anabel Aparecida de Mello

CRESCIMENTO EM ALTURA DE *Pinus elliottii* ENGELM, EM 319
TRÊS UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLO, NAS
REGIÕES DA SERRA DO SUDESTE E LITORAL, NO ESTADO
DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

HEIGHT GROWTH OF *Pinus elliottii* IN TREE TAXONOMY
UNITS SOIL IN SERRA DO SUDESTE AND COASTAL PLAIN
AT RIO GRANDE DO SUL STATE-BRAZIL.

Helio Tonini; Cesar Augusto Guimarães Finger; Paulo Renato
Schneider; Peter Spathelf

PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES 345
FLORESTAIS EM FRAGMENTO DE FLORESTA
ESTACIONAL DECIDUAL, SANTA MARIA - RS, BRASIL

PATTERNS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF FORESTS
SPECIES IN FRAGMENT OF DECIDUAL SEASONAL
FOREST, SANTA MARIA-RS, BRAZIL

Maristela Machado Araujo; Solon Jonas Longhi; Mônica Brucker
Kelling; Geedre Adriano Borsoi; Juarez Martins Hoppe; Ivanor
Müller

COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS NA ESTIMATIVA DO CRESCIMENTO EM FLORESTAS NATIVAS 361

COMPARISON OF TWO METHODS IN THE ESTIMATE OF THE GROWTH IN NATIVE FORESTS

Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira; Agostinho Lopes de Souza; José Antônio Aleixo da Silva; Isabelle Maria Jacqueline Meunier; Renato Moraes de Jesus

MONITORAMENTO DA SUSTENTABILIDADE DO MANEJO EM FLORESTA TROPICAL 373

SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT MONITORING IN TROPICAL FOREST

Evaldo Muñoz Braz; Randolf Zachow; Marcus Vinicio Neves d'Oliveira

COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM NA ESTIMATIVA DE VALORES CORRENTES EM INVENTÁRIOS FLORESTAIS 399

COMPARISON OF TWO GROUND-SURVEY METHODS FOR ESTIMATING CURRENT VALUES IN THE FOREST INVENTORIES

Nelson Yoshihiro Nakajima; Flávio Felipe Kirchner, Carlos Roberto Sanquetta; Marcelo Posonski

PROTEÇÃO QUÍMICA DE MUDAS DE EUCALIPTO CONTRA DANOS DE FORMIGAS CORTADEIRAS. 415

CHEMICAL PROTECTION OF *EUCALYPTUS* SEEDLINGS FOR LEAF CUTTING ANT DAMAGE

Dionisio Link

NOVO FORMICIDA EM PÓ PARA O CONTROLE DA FORMIGA PRETA PASTADEIRA, *Acromyrmex crassispinus* 421

NEW POWDERED FORMICIDE FOR BLACK LEAF CUTTING

- ANT, *Acromyrmex crassispinus*, CONTROL
Dionisio Link; Fabio Moreira Link; Henrique Moreira Link
- RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA *Pinus elliottii* Engelm NA 427
REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE, ESTADO DO RIO
GRANDE DO SUL STATE
HYPSONOMETRIC RELATIONSHIPS FOR *Pinus elliottii* Engelm
IN SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL
Ronaldo Drescher; Luciano Weber Scheeren; Jean Gabriel da Silva
Medeiros; Ivanor Muller
- APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES 439
GEOGRÁFICAS NO GERENCIAMENTO DE UNIDADES DE
PRODUÇÃO FLORESTAL
APPLICATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION
SYSTEMS IN OF UNITS OF FORESTRY PRODUCTION
MANAGEMENT
Edson Luis Bolfe; Rudiney Soares Pereira; Pedro R. de A.
Madrugá; Doádi Antônio Brena
- IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS E ECONOMICAS DA 453
UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA DO PRIMEIRO DESBASTE DE
UM POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O.
KTZE.
ECONOMICAL AND ECOLOGICAL IMPLICATIONS OF THE
USE OF THE BIOMASS OF THE FIRST THINNING OF A
Araucaria angustifolia (BERT.) O. KTZE. STAND
Mauro Valdir Schumacher; Juarez Martins Hoppe; Saulo José
Barbieri
- CONDUÇÃO DO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE 471
Eucalyptus grandis COM BASE EM ÁRVORES INDIVIDUAIS
MANAGEMENT OF DIAMETER GROWTH OF *Eucalyptus*

grandis ON AN INDIVIDUAL TREE BASIS

Peter Spathelf, Leif Nutto, Irene Seling

PALESTRAS DE POSIÇÃO / POSITION LECTURES:

ATIVIDADES DE PESQUISA NO INSTITUTO PARA 491
CRESCIMENTO FLORESTAL ALBERT-LUDWIGS-
UNIVESITÄT FREIBURG

RESEARCH ACTIVITIES IN FOREST GROWTH INSTITUTE
ALBERT-LUDWIGS-UNIVESITÄT FREIBURG

Heinrich Spiecker

BANCO DE DADOS SOBRE A *Araucaria angustifolia* 503

Araucaria angustifolia DATABANK

César Augusto Guimarães Finger, Paulo Sérgio Pigatto Schneider

**MANEJO DE FLORESTAS TROPICAIS: O CASO DA AMAZÔNIA
BRASILEIRA¹**

**TROPICAL FOREST MANAGEMENT: A CASE STUDY OF
BRAZILIAN AMAZON¹**

José Natalino Macedo Silva²

INTRODUÇÃO

A história da silvicultura na Amazônia remonta ao início dos anos 50, quando o governo brasileiro, através da SPVEA – Superintendência do Plano de Valorização Econômica da Amazônia (hoje SUDAM) encomendou à FAO, estudos para o desenvolvimento florestal do Vale Amazônico. Em seu relatório, a FAO recomendava o estabelecimento de um centro piloto para exploração florestal mecanizada e estudos de silvicultura tropical; o estabelecimento de um centro piloto para indústria madeireira, incluindo pesquisas industrialização, secagem artificial, preservação e formação de mão-de-obra especializada; e o estabelecimento de um serviço de aerofotogrametria e fotointerpretação para inventários florestais. Essas recomendações deram origem à criação do CTM – Centro de Tecnologia da Madeira em Santarém, da Estação de Pesquisas de Curuá-Una em Prainha e do próprio serviço de aerofotogrametria que funcionou na SPVEA. Entre os vários técnicos que atuaram no projeto da FAO, destacou-se o Dr. John Pitt, silvicultor britânico com larga experiência em florestas da Ásia e África, que durante sete anos, instalou os mais importantes experimentos que marcaram o início da pesquisa silvicultural na Amazônia. Merece também destaque a atuação do Dr. Jean Dubois, silvicultor Belga, que continuou o trabalho iniciado pelo seu antecessor. No início dos anos 70, este mesmo silvicultor liderou o Projeto FAO/BRA-45 encomendado pelo então IBDF – Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (hoje IBAMA), que estendeu as pesquisas silviculturais para a região do Tapajós,

¹ Palestra apresentada no 1º Simpósio Latino-Americano sobre Manejo Florestal organizado pela Universidade de Santa Maria – Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal, 9-10 de novembro de 2.000.

² Engenheiro Florestal, PhD. Embrapa Amazônia Oriental. C.P 48, 66.095-100 Belém – Pará – Brasil. E-mail: natalino@cpatu.embrapa.br

Floresta Nacional do Tapajós, para a região de várzea do estuário Amazônico e para a região nordeste do Pará. Foi durante o projeto BRA-45 que se instalaram as primeiras experiências brasileiras com o que hoje se chama de “exploração de impacto reduzido”. Estas experiências foram coordenadas pelo especialista e consultor da FAO, Dr. Mattson Marn. A partir de 78, com a conclusão do projeto BRA-45, o IBDF assina convênio com a EMBRAPA, transferindo à essa empresa o mandato nacional para a realização de pesquisa florestal. Neste mesmo ano é criado, no âmbito da empresa, o Programa Nacional de Pesquisa Florestal e em 1980, é criado o Centro Nacional de Pesquisa Florestal, com sede em Colombo, Paraná. A reformulação dos programas de pesquisa da Embrapa em 1993, leva a criação do Programa de Pesquisa em Produção Florestal e Agroflorestal, cuja Secretaria Executiva está sediada na Embrapa Amazônia Oriental em Belém, Pará.

A orientação para as pesquisas silviculturais em florestas naturais da Amazônia, teve como ponto de partida as experiências adquiridas com o Sistema Tropical de Cobertura (Tropical Shelterwood System) em Curuá-Una e com a própria história da aplicação deste sistema em florestas Asiáticas e Africanas. Tanto em Curuá-Una com em outros países, quando corretamente aplicado, o sistema mostrou-se tecnicamente viável. No entanto, por ser um sistema altamente intensivo, demandando muita mão-de-obra para aplicação dos tratamentos silviculturais, foi considerado um fracasso do ponto de vista econômico, muito embora tenha sido aplicado na Nigéria em mais de 200.000 ha. A experiência em Trinidad na Floresta de Arena, foi uma exceção, porque havia mercado para os desbastes, necessários à formação do abrigo temporário (shelterwood), cuja madeira era usada para energia (carvão). O aumento da produção de petróleo no país e a introdução de fogões elétricos e a óleo, diminuiu drasticamente a demanda por carvão tornando, conseqüentemente, o sistema inviável.

O insucesso verificado com o Sistema Tropical de Cobertura (monocíclico), direcionou as pesquisas para um sistema policíclico ou sistema de corte seletivo, cujas experiências exitosas em vários países, estimularam a sua adoção no Brasil. Em 1990 a Embrapa lança as bases técnicas deste sistema para florestas de terra firme da Amazônia brasileira, tendo com alicerce os resultados dos experimentos silviculturais instalados a partir de 1979 na Floresta Nacional do Tapajós e na então Cia do Jari. A partir dos anos 80 muitas outras instituições juntaram-se ao esforço de desenvolver técnicas para o manejo sustentável da floresta Amazônica. Entre elas destacam-se o Instituto de Pesquisas da Amazônia (que lançou o

Sistema de Espécies Listadas) a Faculdade de Ciências Agrárias do Pará e o Museu Emilio Goeldi. A partir dos anos 90, instituições não-governamentais juntaram-se a esse esforço comum, sendo muito importantes, entre outras, o trabalho desenvolvido pelo IMAZON – Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia, da FFT – Fundação Floresta Tropical, do IPAM – Instituto de Pesquisa Ambiental da Amazônia.

EVOLUÇÃO DA LEGISLAÇÃO FLORESTAL

Projetos de manejo sustentável de florestas naturais, com vistas a reposição obrigatória, começaram a ser implantados no Estado do Pará, com aprovação do IBAMA, a partir de 1981. Em 1995, com o apoio da SUDAM, da FCAP, do IBAMA e do DFID - Department for International Development (ex-ODA), a Embrapa Amazônia Oriental realizou um diagnóstico dos planos de manejo florestal na microrregião de Paragominas - PA, principal produtora de madeiras da Amazônia. Uma equipe multidisciplinar visitou 34 projetos de manejo com o objetivo de avaliar a qualidade dos projetos nos aspectos florestal, social e econômico, tendo como base a legislação florestal vigente na época e a meta 2000 da OIMT - Organização Internacional de Madeiras Tropicais, com a qual o país firmou um compromisso de até naquele ano toda a madeira exportada ter origem em florestas sob manejo sustentável. Além desse objetivo geral, procurou-se identificar problemas de ordem técnica, institucional e legal, que estivessem influenciando a atividade madeireira na região.

Os resultados do diagnóstico foram apresentados em um Seminário realizado em março de 1996, em Paragominas, PA, com a expressiva participação de mais de 300 convidados entre governo, setor madeireiro, profissionais liberais e organizações não-governamentais.

O quadro geral revelado pelo diagnóstico foi extremamente preocupante: os projetos não estavam seguindo a legislação florestal, nem as recomendações da OIMT para o que se chama de 'bom manejo'. Caso estivéssemos no ano 2000, o Brasil não estaria cumprindo com o compromisso firmado com aquela organização. Quanto ao aspecto social, não foram identificados quaisquer impactos positivos da atividade, por não haver manejo propriamente dito. Prevalece, naquela região, o espírito de fronteira: uma vez esgotados os recursos madeireiros, a atividade migra para outra região. Do ponto de vista econômico, o diagnóstico revelou uma crise no setor, com cerca de 20% das empresas florestais falidas, mostrando uma atividade em franca decadência. Outro importantíssimo ponto de

estrangulamento para a não adoção de práticas de bom manejo, foi a falta de conhecimento do que consiste o manejo florestal e da falta de capacitação profissional em todos os níveis, desde o operário florestal, passando pelos operadores de máquinas, motosserristas, até engenheiros florestais.

A avaliação econômica do manejo florestal foi dificultada pela falta de informações que permitissem o cálculo da sua rentabilidade. Por outro lado, o setor madeireiro carece de informações mais recentes sobre a distribuição espacial das atividades extrativa e industrial, produção e seu destino, transporte, renda gerada, mão-de-obra empregada, incentivos que contemplam o setor e o interrelacionamento com outros setores da economia paraense. A análise econômica, que inclui aspectos ecológicos e sociais, além de financeiros, fornece as informações essenciais para o desenvolvimento de políticas adequadas para o setor.

No contexto macroeconômico, a análise do setor madeireiro do Estado do Pará, através de dados primários e secundários levantados junto às intuições e empresas ligadas ao setor, mostrou que a solução para se acabar com os baixos índices de lucratividade das empresas é diminuir os custos de produção com o aumento de produtividade na indústria e na floresta, melhorar o aproveitamento dos resíduos, treinar os técnicos, administradores e qualificar a mão-de-obra para reduzir desperdícios e oferecer produtos de boa qualidade a preços menores. O governo, de sua parte, deve criar mecanismos de incentivos florestais ao setor e política de crédito adequada, considerando que o manejo florestal exige, para sua viabilidade econômica, baixas taxas de juros.

Como resposta aos resultados revelados pelo diagnóstico das recomendações dele emanadas, o IBAMA fez uma completa revisão nos planos de manejo em vigor na região Amazônica, cancelando cerca de 20% e suspendendo outros 50%. Além disso o Instituto liderou um processo transparente e participativo de revisão da legislação florestal para a Amazônia.

A legislação relativa ao manejo florestal na região vinha, de fato, sendo aprimorada desde o ano de 1991, que pode ser considerado um marco na história da legislação florestal para a região amazônica. Um *workshop* foi organizado pelo INPA (Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia) e apoiado pelo IBAMA (Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis), FCAP (Faculdade de Ciências Agrárias do Pará), Federação das Indústrias do Estado do Amazonas e Embrapa, onde pela primeira vez no país os pesquisadores se reuniram para propor uma legislação específica para a Amazônia, baseada nos resultados das pesquisas

florestais desenvolvidas na região. A reunião resultou na sugestão de um Decreto para regulamentar o Art. 15 do Código Florestal – Lei 4.771 de 15 de setembro de 1965.

Nesse mesmo ano, o IBAMA publicou a Instrução Normativa Nº 80/91, que disciplinou, pela primeira vez, o manejo florestal na Amazônia brasileira. Esta instrução incorporou a essência do Sistema Silvicultural Brasileiro para Florestas de Terra Firme da Amazônia, desenvolvido pela Embrapa e aperfeiçoado no âmbito do Projeto Silvicultura Tropical.

Em 1994, o Governo Federal publicou o Decreto 1282 que, após quase 20 anos, finalmente regulamentou o Art. 15 do Código Florestal, tão esperado pela comunidade científica amazônica. O IBAMA, então, editou a Portaria 48/95, que disciplinou o manejo florestal na Bacia Amazônica.

A Embrapa Amazônia Oriental tem contribuído com os resultados de suas pesquisas em manejo florestal, para aprimoramento da Política e Legislação Florestal na Amazônia, participando ativamente da Câmara Técnica criada pela Superintendência do IBAMA no Pará. A recente edição da legislação que trata do Manejo da Virola (*Virola surinamensis*), Manejo Simplificado, Manejo Comunitário e Manejo Industrial é o fruto de quase dois anos de discussões com diversos setores da atividade florestal, onde sempre a Embrapa contribuiu com a experiência de seus pesquisadores no manejo de florestas naturais da Amazônia.

EVOLUÇÃO DA PESQUISA

Sistema silvicultural aplicado ao manejo industrial

As pesquisas silviculturais da Embrapa Amazônia Oriental, que vêm sendo desenvolvidas desde 1979 no Tapajós, desde 1983 no Jari, e desde 1995 no Mojú, tiveram grande impulso com a execução do projeto Silvicultura Embrapa/DFID. Essas pesquisas visaram formar a base técnica de apoio ao sistema silvicultural proposto pela Embrapa em 1989 para as florestas de terra firme da região Amazônica através de um conjunto de experimentos testando diversas intensidades de manejo que levem à definição de ciclos de corte, e à melhores alternativas de desbastes, tudo isso tendo como princípio, a produção sustentável.

O tempo de acompanhamento dessas pesquisas já alcança dois terços do ciclo de corte proposto. O comportamento da evolução das florestas monitoradas levou a algumas constatações:

A exploração florestal quando bem conduzida, pode induzir a regeneração natural de espécies valiosas;

Embora benéfica para a regeneração natural, a abertura do dossel provocada pela exploração, induz também o aparecimento progressivo de “impedidores de crescimento”. Entre esses, os cipós são os mais importantes. Isso sugere que operações de refinamento e de limpeza deveriam ser consideradas como parte essencial do sistema silvicultural, com vista a promover melhores condições de crescimento à floresta em regeneração;

Uma intensidade de exploração muito pesada leva a ciclos de corte muito longos, para que seja mantido o princípio do rendimento sustentado. Ciclos de corte muito longos não são atrativos do ponto de vista econômico;

A derruba deveria ser o tanto quanto possível bem distribuída espacialmente, de modo a minimizar a formação de clareiras excessivamente grandes. A abertura do dossel em demasia leva à infestação de cipós, que onera os custos dos tratamentos silviculturais e retarda a regeneração das espécies desejáveis;

A luz tem uma forte influência no crescimento das árvores. Indivíduos com copas totalmente expostas à luz crescem significativamente mais rápido do que aqueles que recebem apenas luz parcial ou estão completamente sombreados. Este fato tem implicações silviculturais importantes, porque justifica a necessidade de aplicar desbastes para aumentar o crescimento da floresta;

O desenvolvimento de modelos simuladores de crescimento e produção para florestas tropicais brasileiras deveria ser estimulado no país, pois o avanço científico nesse campo possibilitaria ganhar tempo na obtenção de resultados de pesquisas sobre alternativas silviculturais para o manejo dessas florestas. Isto deixa evidente a necessidade de orientar a pesquisa para estudar respostas da floresta a diferentes intensidades de manejo (exploração e tratamentos silviculturais), para dar robustez a esses modelos;

O crescimento diamétrico das florestas de terra firme da Amazônia Oriental é baixo e, por conseguinte, sua produtividade volumétrica é baixa. Este fator deve ser tomado em conta ao se estabelecer os ciclos de corte nos planos de manejo;

Simulações realizadas na Floresta do Tapajós com o modelo de crescimento CAFOGROM³, mostraram: i) que uma intensidade de corte como aquela aplicada, de $75 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, não é sustentável em ciclos de corte de 30 anos, corroborando as projeções anteriormente feitas com o modelo STANDPRO⁴. No entanto, os cortes seguintes sendo limitados a $0,7 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$, o modelo mostrou ser possível uma produção sustentável de $27\text{-}28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ em ciclos de 30 anos, durante o período simulado de 200 anos; após o segundo corte a colheita deverá incluir 60-70% de espécies potenciais;

A exploração florestal, mesmo planejada, causa impacto na floresta remanescente, porém 70-80 % das perdas são de árvores de pequenas dimensões, de até 10 cm de diâmetro. A destruição é até três vezes menor do que a que ocorre na exploração convencional;

A população de árvores destruídas na exploração pode ser recomposta em um prazo de 5-10 anos, porém essa recuperação exige respeito ao ciclo de corte pré-estabelecido;

A mortalidade catastrófica, isto é, aquela resultante da exploração, é alta logo após aquele evento, mas o seu efeito desaparece ou se torna desprezível a partir de 10 anos após a colheita.

O sistema silvicultural proposto pela Embrapa Amazônia Oriental apresenta as seguintes características:

a) exploração de no máximo $40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ com pré-mapeamento das árvores e derruba direcionada para minimizar os danos às árvores reservadas para a segunda colheita;

b) estímulo ao crescimento das árvores reservadas para a colheita, através da liberação de suas copas da competição por luz com árvores não reservadas, no ano seguinte após a exploração;

c) monitoramento do crescimento e produção, através de parcelas permanentes para orientar as ações de manejo;

d) realização de desbastes de liberação, a cada dez anos para estimular a regeneração natural e manter um bom crescimento da floresta e,

e) corte de cipós, quando necessário.

Este sistema, denominado “*Sistema Silvicultural Brasileiro para Florestas de Terra Firme da Amazônia - SSB*”, quando aplicado, pode-se esperar um incremento diamétrico médio de $0,7 - 1,0 \text{ cm ano}^{-1}$, e uma

³ Cpatu Amazon Forest Growth Model

⁴ Stand Table Projection Simulation Model

produtividade volumétrica em torno de $2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$. O ciclo de corte estimado é de 30 anos.

A Embrapa Amazônia Oriental, com o apoio do Projeto Silvicultura Tropical, desenvolveu várias ferramentas a serem utilizadas nesse sistema silvicultural, entre as quais, os softwares: SFC (Sistema de Inventário Contínuo) dedicado a ajudar o silvicultor na tomada de decisões técnicas com relação ao manejo da floresta; TREMA (Tree Mapping and Utilities) – mapeamento de árvores e manejo de banco de dados florestais), utilizado principalmente no planejamento da exploração florestal; e CAFOGROM (Cpatu Forest Growth Model), um modelo de simulação de crescimento e produção da floresta, que foi desenvolvido baseado em dados de 52.000 árvores monitoradas em 136 parcelas permanentes e permite a análise empírica das opções de manejo a longo prazo. Essas ferramentas estão disponíveis para uso pelos clientes.

Sistema Silvicultural Aplicado ao Manejo Comunitário

A colonização de terras florestais, o ordenamento territorial inadequado, a falta de opções competitivas do uso sustentável da floresta e as políticas que favorecem ao desmatamento, são as principais causas da perda da cobertura florestal nos trópicos. Uma das alternativas que pode contribuir para a contenção desse processo é a valorização dos produtos florestais pelo agricultor, através do manejo sustentável. O beneficiamento primário da madeira, através de uma serraria móvel, permitiu a agregação de valor na venda da madeira.

O projeto determinou o valor dos produtos e serviços florestais em áreas de colonização (fronteira agrícola) e a relação entre o subsistema florestal e os demais subsistemas existentes no estabelecimento agrícola. O manejo de pequenas propriedades poderá ser uma alternativa viável para a sustentabilidade dos recursos florestais nessas áreas. Um sistema de manejo florestal adequado a pequenas propriedades ainda está em fase de teste. O grande mérito e novidade nesse sistema é que seu desenvolvimento contou, desde o início, com a participação efetiva dos produtores e suas organizações, nas comunidades de Sítio Novo no município de Itupiranga, e Josinópolis no município de Marabá, ambas no Estado do Pará.

A informática para o entendimento e uso racional das florestas

A complexidade do ecossistema de florestas tropicais é um dos fatores que dificulta a prática do manejo. Com o desenvolvimento de diversos softwares, de apoio a tomada de decisão, o Projeto Silvicultura Tropical procurou sintetizar os conhecimentos existentes na literatura especializada, a experiência de pesquisadores e de consultores envolvidos no mesmo, para facilitar, com o uso da memória artificial, os procedimentos a serem seguidos pelos silvicultores. O SFC, o CAFOGROM, o TREMA e o DENDROBASE formam o conjunto de softwares de apoio ao bom manejo.

SFC

O SFC (Sistema de Inventário Contínuo) é um software em *DOS* ou posterior, para microcomputador 386 DX ou superior com dois megabytes de memória RAM. Possui ainda opcionais para uso com coletor eletrônico de dados ("data-loggers").

O SFC foi desenvolvido pela Embrapa Amazônia Oriental, com o apoio do DFID, para agilizar o tratamento das informações obtidas em parcelas permanentes, permitindo ao usuário produzir uma série de informações que irão nortear os passos para o manejo florestal.

Os aplicativos constituem os programas que geram as tabelas estatísticas. Uma das principais vantagens do SFC é a flexibilidade que permite ao usuário a combinação de diversos parâmetros, coletados no campo, para a geração de tabelas que facilitam a compreensão da dinâmica da floresta, qualidade da colheita e danos resultantes de causas naturais e/ou exploração.

O monitoramento contínuo da floresta constitui ferramenta básica para o manejo florestal. Os dados de crescimento, recrutamento e mortalidade são usados pelo manejador na tomada de decisões quanto às intervenções necessárias para garantir a produção sustentada da floresta.

Entre os usuários do SFC podem ser citados:

Faculdade de Ciências Agrárias do Pará - FCAP;

Centro Internacional de Pesquisa Florestal - CIFOR;

Fundação Manuel Durini - Equador;

Centro Agronômico de Investigação e Ensino - CATIE, Costa

Rica;

Universidade Centroamericana - UCA, Nicarágua;

Universidade Nacional Autónoma de Nicaragua - UNAN;
Universidade Nacional Agrária La Molina - UNALM, Peru;
Nordisk Timber
Mil Madeireira
EIDAI do Brasil Madeiras S/A

CAFOGROM

CAFOGROM.XLS é um modelo de simulação para florestas tropicais de terra firme da Amazônia brasileira.

Foi desenvolvido pelo Projeto Silvicultura Tropical - DFID/Embrapa Amazônia Oriental, por meio de uma série de consultorias de um especialista em modelagem de florestas tropicais. O modelo visa auxiliar o manejo racional dessas florestas, mediante o fornecimento de projeções relativas às conseqüências das práticas de manejo florestal, em termos de futuro crescimento, produtividade e composição de espécies. O modelo baseia-se nos conceitos do modelo de floresta tropical desenvolvido para Queensland na Austrália e passou por vários estágios de evolução.

O CAFOGROM possibilita a não-programadores acesso à parametrização dos modelos através de interfaces gráficas e de regressões, as quais ajustam modelos de incremento em diâmetro, mortalidade, classe de copa, danos de exploração, ingresso e crescimento em área basal. Um programa complementar, CIMIR, constrói estas tabelas diretamente da base de dados de parcelas permanentes. O CIMIR é escrito de forma a ser facilmente adaptado a diferentes sistemas de dados de parcelas permanentes, o que torna o sistema CIMIR/CAFOGROM relativamente genérico para manejo de florestas naturais. O CIMIR requer o Microsoft FoxPro para Windows 2.6 ou mais avançado, e o CAFOGROM, o Microsoft Excel versão 5, ou mais avançada.

O modelo utiliza um esquema flexível de grupos e classes de espécies para definir as opções de manejo. Os dados de entrada são sumarizados por grupos de espécies, definidos fora do programa. Estes podem ser reagrupados em quatro classes para a definição do manejo. Para fins de apresentação, uma ou mais classes podem ser selecionadas por limites de tamanho e apresentadas em gráficos.

A exploração é definida pelo ciclo de corte ou por uma área basal mínima, ou por uma combinação dos dois. Ambos servem como restrições à exploração. O corte também é controlado, limitando-se à área basal a ser removida e ao diâmetro mínimo de abate para os grupos de espécies

selecionados. A exploração pode priorizar as árvores maiores ou, alternativamente, as menores acima de um diâmetro mínimo, deixando as maiores como árvores porta-sementes. O modelo diferencia as árvores danificadas das árvores boas e não explora árvores danificadas ou não-comerciais.

Tratamento silvicultural, no modelo, significa a remoção de árvores 'indesejadas' (desbaste). Estas podem ser definidas por grupos de espécies e tamanho mínimo, sendo limitadas às árvores danificadas ou defeituosas. A eliminação de árvores pode ser limitada pela área basal, e a época do desbaste é especificada pelo usuário.

As saídas do modelo compreendem quatro gráficos e respectivas tabelas, os quais podem ser impressos ou copiados em programas compatíveis com Windows, para publicação. O primeiro gráfico mostra os componentes da área basal, incluindo árvores existentes, danificadas, ingresso, incremento, mortalidade e árvores desbastadas e exploradas. O segundo mostra os volumes em categorias definidas pelo usuário, incluindo classes de espécies e limites de diâmetro. Um terceiro gráfico compara a primeira categoria de volume definida entre simulações sucessivas. O último gráfico apresenta as áreas basais por classes de tamanho, sendo útil para prescrições de desbaste e exploração, e também para testar a precisão do modelo.

TREMA

O TREMA (Tree Management and Mapping) é um software que funciona em ambiente *DOS*. Formatado como um banco de dados, o TREMA é escrito em *MS Foxpro* e *MS Visual Basic*. Como é dedicado especificamente às necessidades de manejo florestal é relativamente pequeno, podendo ser rodado em microcomputadores com oito *megabytes* de memória *RAM*. Operacionalizado por quatro tipos de processos – entrada, escolha, processamento e saída –, o TREMA vai absorver três tipos de dados: informações geográficas, informações sobre as espécies e informações sobre cada árvore da área de manejo.

A importância do TREMA não está somente em seu ineditismo. Sua finalidade, além de modernizar o trabalho de manejo, promove grandes mudanças nas formas de exploração florestal, evitando impactos negativos na floresta e o desperdício através de um planejamento adequado. Alimentado por dados geográficos, botânicos, e até sobre legislação florestal, o TREMA permitirá indicações precisas sobre a melhor forma de

exploração de unidades de manejo específicas: quantas árvores existem, as que podem ser cortadas, as que são protegidas por lei (p.ex.: caso da castanheira e da seringueira), as que são raras, os nomes vulgares e científicos, a localização exata, o diâmetro, a altura, a melhor direção de queda, o cálculo de volume comercial de cada árvore a ser derrubada (em tona ou beneficiada), enfim, o mapa de exploração.

DENDROBASE – Sistemas Genéticos de Espécies Arbóreas Tropicais

O DENDROBASE foi desenvolvido em Microsoft Access Office 97, para operar nos sistemas Windows 95/98 e no Windows NT Versão 4.0. Esta base de dados de sistemas genéticos para espécies arbóreas tropicais, desenvolvida para o Projeto Silvicultura Tropical, servirá, numa primeira instância, para organizar e sistematizar as informações existentes sobre: fenologia de florescimento e frutificação, sistemas sexuais, polinizadores, informações genéticas e dispersores de sementes, e que podem ser utilizados para definir importantes faixas de parâmetros para futuros trabalhos de modelagem genética. Em situações onde, para a maioria das espécies, dados “brutos” para inicialização e parametrização do modelos são raros, como é o caso para espécies tropicais, a organização de uma base de dados é essencial, para dar suporte à geração de dados, que podem ser utilizados como parâmetros para a simulação.

A base de dados consiste de 10 tabelas principais. As informações dessas tabelas estão “ligadas” aos diferentes campos-chave. A tabela de *espécies*, por exemplo, contém uma lista de espécies que é vinculada à lista de famílias (tabela *familias*). Informações sobre *fluxo genico*, *sistemas de acasalamento*, *dados genéticos*, *fenologia* e *dados de parcelas*, ficam armazenadas em tabelas individuais. A literatura e os resultados experimentais do campo *parcelas* servem como uma fonte de informações.

A partir de um Programa de Análise de Parcelas (PAP), desde que algumas informações básicas sejam fornecidas, podem ser gerados vários índices para diferentes espécies a nível de parcelas tais como: Diversidade de Espécies (D=Simpson-Index), Equidade (E), Índice de Agregação (R), Diferenciação de Diâmetro (SD), Índice de Segregação (S), e Índices para o Estoque Mínimo das Espécies (EM). A obtenção de índices para o estoque mínimo, é um dos importantes objetivos desta base de dados. Valores baixos para Índices de Avaliação significariam riscos relativamente altos para a sustentabilidade genética da respectiva espécie. Portanto, para essas

espécies, um maior número de árvores parentais deveria permanecer após a exploração florestal.

O uso transparente desta base em rede seria a melhor forma de “alimentar” este sistema. Agrupar os conhecimentos gerados por diferentes grupos institucionais será um grande passo a ser dado. A operação desta base de dados, via internet com uma organização sistemática, resguardando os devidos direitos de uso, se constitui num grande desafio.

Ainda que a modelagem tenha várias restrições no futuro, esta base de dados, por si só, poderá ser de grande importância, tanto pela geração de indicadores para níveis críticos de sustentabilidade genética no manejo florestal, quanto pela possibilidade de reunir o conhecimento existente sobre sistemas genéticos das espécies arbóreas tropicais. Adicionalmente, contribuirá à melhoria do planejamento das pesquisas, coordenação, priorização e inclusive a disponibilização dos dados existentes.

Avanço nas técnicas de colheita

As primeiras experiências com técnicas de colheita hoje chamadas *de impacto reduzido*, foram introduzidas na Amazônia brasileira durante a década de 70, no âmbito do Projeto BRA-45. O uso do mapa de exploração ou mapa logístico para planejar a extração, caminhões com cambão telescópico para transportar fustes inteiros, técnicas de derruba direcionada, carregadeiras frontais, uso de estropos e guinchos, eram práticas nunca utilizadas na atividade florestal. Embora os resultados positivos da avaliação técnica e econômica dessas práticas tenham sido documentados, o setor madeireiro nunca as adotou. A falta de projetos demonstrativos e de transferência de tecnologia, além da falta de oportunidades de treinamento nessas novas práticas foram razões que levaram à sua não adoção.

Nos últimos 5-6 anos, parte dessa deficiência tem sido coberta tanto por instituições governamentais como ONGs. O IMAZON – Instituto do Homem e do Meio Ambiente da Amazônia, estabeleceu um projeto demonstrativo em Paragominas-Pará, comparado as práticas convencionais com as práticas melhoradas. Esta experiência piloto foi a semente do nascimento de uma outra ONG, a Fundação Floresta Tropical – FFT, cuja proposta foi estabelecer modelos de colheita de impacto reduzido em vários locais na Amazônia brasileira. Modelos foram estabelecidos em Mato Grosso, Ulianópolis, Floresta Nacional do Tapajós, Santarém e Portel (região das ilhas). Com a implantação desses modelos, sentiu-se a demanda por treinamento e capacitação de mão-de-obra, o grande gargalo para

adoção de boas práticas de manejo. Esta demanda foi parcialmente atendida nos últimos dois anos, através de um projeto financiado pela OIMT. Até o presente, mais de 250 pessoas entre operários, gerentes de campo, operadores de motosserras, técnicos de nível médio e engenheiros florestais receberam treinamento em técnicas de colheita de impacto reduzido, resgatando as funções do antigo CTM em Santarém. Hoje se discute a criação de um Centro de Treinamento Florestal para a Amazônia, justamente para atender a crescente demanda por pessoal qualificado em técnicas de bom manejo. Parte dessa demanda se deve ao crescente interesse de algumas empresas florestais em certificar suas operações.

Outra iniciativa para atender a demanda de transferência de tecnologia está sendo iniciada pela Embrapa em convênio com o CIFOR – Centro Internacional para Pesquisa Florestal, no projeto *Manejo Sustentável de Florestas de Produção em Escala Comercial na Amazônia brasileira*, financiado em parte pela OIMT. Duas empresas parceiras foram selecionadas para receber um protótipo de manejo florestal a ser validado em conjunto com as empresas. Os resultados esperados ao final do projeto, entre outros é ter empresas florestais aplicando o sistema de manejo florestal validado; ter áreas de demonstração de boas práticas de manejo florestal; ter os impactos econômicos, sociais e ambientais da aplicação do protótipo avaliados e documentados; e ter outras instituições capacitadas a disseminar o modelo validado. Além da Embrapa e do CIFOR, diversas outras instituições se aliarão à iniciativa, entre elas o IBAMA, a FFT, a FCAP, a SUDAM, o CIRAD Forêt e o setor produtivo representado pelas empresas parceiras Juruá Madeiras Ltda e CIKEL Brasil Verde SA.

**TRANSFORMACION DE LOS SISTEMAS FLORESTALES
EQUIANEOS PUROS EM INEQUIANEOS MISTOS**

**TRANSFORMATION OF PURE EVEN-AGED IN MIXED UNEVEN-
AGED STANDS**

Hermann Hampel¹

RESUMEN

Danzer Forestación S. A. inició un proyecto de Forestación en la Provincia de Misiones, Argentina en el año 1993 con la finalidad de cultivar especies latifoliadas de alto valor para la elaboración de chapas decorativas. Aparte de tierras de uso ganadero y ex – agrícola, en algunos de los campos del proyecto había plantaciones de Pino (*Pinus elliottii* y algo de *Pinus taeda*) con las tres situaciones siguientes:

Pinares adultos (15 -18 años) con grandes atrasos de raleo

Regeneración natural de Pino de alta densidad y edades diferentes (2 – 10 años)

Campo abierto; pino cosechado por dueños anteriores; sin regeneración, capuera inicial

El manejo de las situaciones “a” y “b” no tiene muchos antecedentes en el NE de Argentina y el “manejo tradicional” en estos casos consiste en una eliminación total de la cobertura anterior para luego empezar nuevamente desde “cero”.

En el caso de Danzer Forestación S. A. se intentó buscar alternativas ya que se consideró que una cobertura de pinos adultos puede facilitar el cultivo de especies sensibles a heladas y la presencia de regeneración de Pino mejorar la formación de fuste de especies propensas a ramificación intensa.

En ambos casos se bajaron las densidades iniciales a través de una combinación de raleos sistemáticos y selectivos y se implantaron especies latifoliadas con distintos esquemas. En el caso “c” se eliminó la cobertura vegetal inicial, pero se pretendió aumentar la seguridad de producción

¹ Dr. Hermann Hampel, Jefe Investigación Danzer Forestación S. A.
Dirección: C. C. 449, N3300WAI Posadas-Argentina; e-mail:
hhampel@arnet.com.ar

mezclando especies nuevas en experimentación o susceptibles a enfermedades con otras especies de mayor experiencia y adaptación comprobada en la zona.

Considerando la poca antigüedad de las experiencias mencionadas, todavía no hay resultados definitivos. Sin embargo ya se pudo observar que la plantación bajo pino adulto da una protección adecuada contra heladas en años normales y que una vegetación matriz de regeneración de pino favorece la formación de fuste en varias especies. Las plantaciones mixtas son de fecha muy reciente y quedan muchas incógnitas acerca de los conceptos más adecuados de manejo.

1 INTRODUCCIÓN

El objetivo principal de Danzer Forestación S. A. es el cultivo de especies latifoliadas de alto valor para la elaboración de chapas decorativas. Además de campos abiertos en la zona de Posadas, Misiones, también se adquirieron rodales adultos de Pino con raleo atrasado y superficies con regeneración natural de Pino. Con la producción de madera de valor de latifoliadas como objetivo principal del emprendimiento Danzer Forestación, las reflexiones acerca del manejo óptimo de estas superficies no se concentraron en como maximizar la producción de madera de pino. La pregunta clave era si estos ambientes (pinales viejos, regeneración de pino) podrían ser favorables para el cultivo de algunas de las especies de valor que se pretende implantar, es decir se evaluaron las alternativas:

“transformación en rodales disetáneos mixtos”

vs.

“tala rasa y plantación nueva”.

1.1 Pinales adultos

Considerando que en el sur de Misiones pueden ocurrir heladas leves (y no tan leves, p. ej. julio 2000) entre Junio y Septiembre, y que una de las especies previstas para cultivar, *Toona ciliata*, es susceptible a heladas (en especial en su juventud) se descartó la opción tala raza en el caso de los pinos adultos y se procuró transformarlos en rodales estables con cobertura moderada para la protección de helada de las Toonas (y otras especies) a implantar bajo su dosel.

1.2 Regeneración natural de Pino:

En un principio se consideró como un obstaculo, pero luego de evaluar nuevamente el tema, se supuso que podría ser beneficioso para la implantación de varias especies por los siguientes motivos:

Microclima: menos viento, más humedad, mejores condiciones de desarrollo inicial

Conducción: alta densidad a pesar de implantación de pocas plantas por hectárea; fustes más largos y rectos con menor ramificación por competencia lateral

Cuidado: menor enmalezamiento por presencia de Pino

Seguridad: en función del éxito (o no) de las especies interplantadas (varias de ellas en forma experimental), co-producción de madera de pino en vez de re-plantación de ejemplares faltantes o extracción paulatina en raleos consecutivos favoreciendo la especie latifoliada

Luego de observaciones preliminares confirmando en su tendencia las suposiciones mencionadas, se empezó a preparar para interplantación todas las superficies restantes de regeneración de Pino.

1.3 Plantaciones mixtas

No son “transformaciones” según las definiciones comunes, pero se incluyen en este trabajo para redondear las reflexiones acerca de bosques mixtos. Se supuso que a través de plantaciones con varias especies se puede aumentar la seguridad de producción (en especial si se trata de especies con alto riesgo de enfermedades o experimentos con especies con escasa experiencia) y posiblemente hasta mejorar algunos aspectos silviculturales y productivos.

2 ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS

Este trabajo, más que una investigación científica representa la descripción de las primeras experiencias prácticas de la conversión de monocultivos coétaneos en bosques mixtos disétaneos y de plantaciones mixtas. Por lo tanto las consultaciones bibliográficas no fueron ni abundantes ni exhaustivos.

2.1 Plantación bajo cubierta

En Centro-Europa, la plantación (o siembra o regeneración natural) bajo cubierta se usa entre otros para especies que no soportan los extremos climáticos a cielo abierto y es el método standard en la regeneración de *Fagus sylvatica* (BURSCHEL, HUSS, 1997). También, se transforman Pinales (de *Pinus sylvatica*) en bosques mixtos de latifoliadas a través de plantaciones (o siembras) bajo el Pino.

En zonas tropicales y subtropicales hubo muchos intentos de enriquecimiento de bosques nativos con especies nativas y/o exóticas (LAMPRECHT, 1986; OTTONE, 1993; WADSWORTH, 1997; MAYHEW, NEWTON, 1999) pero pocas citas de plantaciones bajo el dosel de otra especie implantada. Una de ellas es que *Araucaria cunninghamia* no prospero en suelos pobres en Australia a cielo abierto. Al plantarse bajo *Pinus taeda* (en los mismos suelos) se logro un buen desarrollo (RICHARDS, 1961; BEVEGE AND RICHARDS, 1970; loc. cit. WADSWORTH, 1997)

En Misiones y Norte de Corrientes, Argentina, ya existen varios ejemplos exitosos de implantación de Toona bajo Pino y Araucaria. Estos fueron la inspiración de llevar esta práctica a mayor escala.

2.2 Manejo de Regeneración natural

En Centro-Europa, el uso de la regeneración natural se prefiere a la plantación, ya que generalmente es mucho menos costoso (BURSCHEL, HUSS, 1997). Además se considera como preferible usar material genético comprobado exitosamente en un lugar a usar plantas con posibles "avances" o "mejoras" genéticas de otra zona (que son escasos, ya que debido a los turnos largos de 100 años, hay pocos huertos semilleros, jardines clonales etc.). Se supone que con los raleos adecuados en el rodal madre ya hubo cierta selección que se profundizará con los raleos sucesivos en la regeneración natural.

Muchas veces, no solamente se usa la regeneración que se instala espontáneamente, sino que se efectúan varios trabajos silvícolas (raleos para mejor disseminación, escarificación del suelo) para fomentar la instalación de regeneración natural (BURSCHEL, HUSS, 1997).

También para zonas tropicales y subtropicales de Latino-America, WADSWORTH (1997) sugiere usar la regeneración natural de los mejores árboles de plantaciones existentes, ya que de este modo se puede lograr un mejoramiento de hasta 50 % y más.

Para Argentina, COZZO (1995) menciona que con varias especies hubo una “naturalización perfecta” que brindan un buen potencial para manejar la regeneración natural.

En trabajos de BRASSIOLO (1992) y CABRELLI (1999) se investigaron con éxito distintas técnicas de manejo de regeneración natural de *Pinus elliottii*.

En ninguno de estos trabajos se propuso el enriquecimiento con otras especies. Muchas empresas consideran la regeneración natural de Pino como estorbo que debe eliminarse para luego plantar (Pino) de mejor genética.

2.3 Bosques mixtos

El manejo de bosques productivos mixtos y/o disetaneos tiene una larga trayectoria en Centro-Europa. GAYER (1886) describe ampliamente los beneficios de las mismas, y hasta hoy, bosques mixtos se consideran como ventajosos en aspectos productivos, ecológicos y estéticos (BURSCHEL, HUSS, 1997).

Por ejemplo, la producción de madera de Roble (*Quercus robur* y *Q. petraea*) de alta calidad, en la mayoría de los casos se logra en bosques mixtos (de regeneración natural, siembra y/o plantación). Las especies “auxiliares” umbrófitas como *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata* o *Carpinus betulus* forman un segundo dossel que cubre los fustes de los Robles y evita la formación de brotes epicormicos (cuya aparición en algún momento del turno de hasta 250 años llevaría a una desvalorización parcial o total de los fustes de Roble).

Mientras tanto, la gran mayoría de las plantaciones en zonas subtropicales y tropicales se realiza como cultivos monoespecíficos (EVANS, 1996). En una amplia discusión acerca de plantaciones mixtas versus plantaciones puras, WADSWORTH (1997) cita los trabajos de LAURIE (1941) y WAKELEY (1954) que describen varias posibles bondades de las plantaciones mixtas como mantener mejor la calidad de sitio, menor riesgo de catástrofes, mejora de forma y mayor valor de alguna de las especie en el momento de corte. Sin embargo, WADSWORTH (1997) también menciona, que a veces el “apoyo” para las plantaciones mixtas es más “emocional que intelectual” y que en muchos casos es preferible plantar la especie del mayor valor como pura y no bajar el rendimiento económico agregando especies de menor apreciación en el mercado. Hasta el posible beneficio de menor riesgo de enfermedades sería relativo, ya que, según PEACE (1957,

loc. cit. WADSWORTH, 1997) al mezclar 2 a 5 especies, también el riesgo que alguna de estas se enfermara es 2 a 5 veces más grande que en plantaciones de una sola especie (aunque el efecto será más desastroso en el último caso). Además se complica el manejo (EVANS, 1996; WADSWORTH, 1997). Sin embargo se aconsejan explícitamente plantaciones mixtas para algunas especies subtropicales, p. ej. *Acacia melanoxylon* con *Pinus* o *Eucalyptus* como "tutores" (loc. cit. HICKEY, 1988 en ANONYMOUS, 2000). También hay ejemplos exitosos de plantaciones con *Swietenia macrophylla* (varios autores citados en MAYHEW, NEWTON, 1999)

Según OTTONE (1993), las plantaciones mixtas permiten un mejor aprovechamiento del suelo y se disminuye el riesgo de plagas. Sin embargo, es "difícil" realizar estas plantaciones, ya que exigen un profundo conocimiento de las aptitudes biológicas y forestales de las especies y en Argentina han existido "pocas y pequeñas experiencias sin mayor trascendencia por el momento".

Algunas excepciones en Argentina conocidas por el autor son las siguientes:

Mezclas de *Pseudotsuga menziesii*, *Pinus ponderosa* y *Pinus jeffreyi* en la pre-cordillera andina.

Pequeñas plantaciones mixtas de colonos con distintas combinaciones de *Araucaria angustifolia*, *Paulownia* sp., *Toona ciliata*, *Grevillea robusta* y *Pinus* sp. en Misiones

Plantaciones mixtas involuntarias de *Pinus elliottii* y *Pinus taeda* por mezcla de semillas

3 MÉTODOS

3.1 Plantación bajo Pino

Pinales de aprox. 15 años con altas densidades se preparan para la subplantación con *Toona ciliata* (y especies nativas) a través de 2 o 3 raleos, bajando la densidad inicial de 500 - 1000 a aprox. 100 - 200 árboles/ha. En lo preferible, uno de los raleos es sistemático, ya que la tala de lineos enteros de Pino facilitará el futuro apeo de los mismos sin causar demasiado daño a las Toonas subplantadas. La Toona se planta en densidades de 500 a 600 árboles/ha y con distanciamientos de 4 x 5 a 2,5 x 7,5 m.

A partir del 2do año de plantación de Toona, cuando estas alcanzan alturas de 3 - 5 m y ya no son tan susceptible a las heladas, se relizan raleos

moderados en el Pino (extracción del 30 – 50% de los Pinos restantes), extremando las precauciones para dañar lo menos posible el cultivo nuevo. A los 8 años (de implantación de Toona) se pretende llegar a una densidad de 30 – 40 Pinos/ha. Se piensa dejar estos ejemplares hasta finalizado el turno de la Toona.

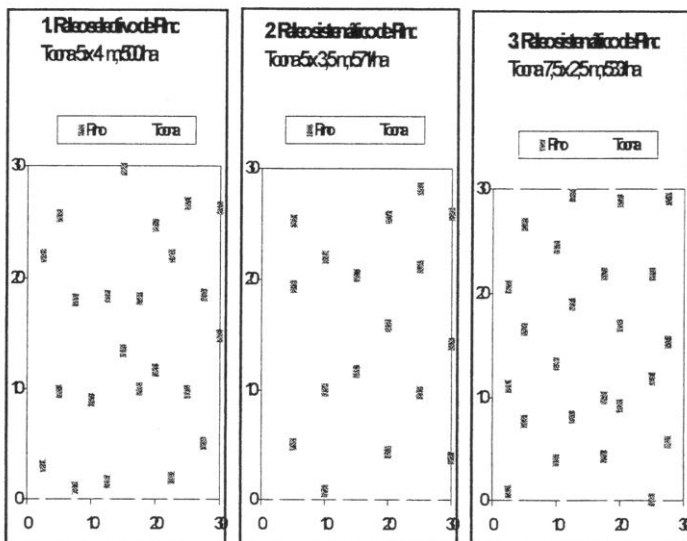


GRÁFICO 5.1: Distintos esquemas de raleo de Pino y subplantación de Toona

3.2 Interplantación en regeneración de Pino

Regeneración natural de *Pinus elliottii* de 2 – 5 años de edad y con densidades de hasta 50.000 ejemplares/ha se preparó para la interplantación con especies sensibles a heladas, y/o tendencia a formar fustes curvos y ramas gruesas a cielo abierto y/o poca experiencia de cultivo. Los métodos aplicados se detallan en tabla 5.1 y gráfico 5.2.

TABLA 5.1: Interplantación en regeneración de Pino

A "Rolo-Trituradora, plantación en entrelinea"	B "Trituradora, plantación en cada entrelinea"	C "Rolo-Trituradora, plantación en redondela"
Raleo sistemático con rolo	Raleo sistemático con trituradora sobre tractor	Raleo sistemático con rolo
Ancho de trabajo aprox. 3 m, dejando filas de 0,5 – 1 m de ancho de Pino		
Inicio control de hormigas	Inicio control de hormigas	Inicio control de hormigas
Raleo selectivo con motoguadaña de intensidad variable 1000 árboles/ha – solamente apertura de redondelas (quedan aprox. 10.000)		
Trituración (cada 2da fila)		Trituración (cada 3er fila)
Subsolado	Subsolado	
Herbicida en fajas	Herbicida en fajas	Herbicida en redondela
Plantación entre filas de Pino (cada 2da entrefila)	Plantación entre filas de Pino (cada fila)	Plantación en filas de Pino
(Poda selectiva de Pino)	(Poda selectiva de Pino)	(Poda selectiva de Pino)

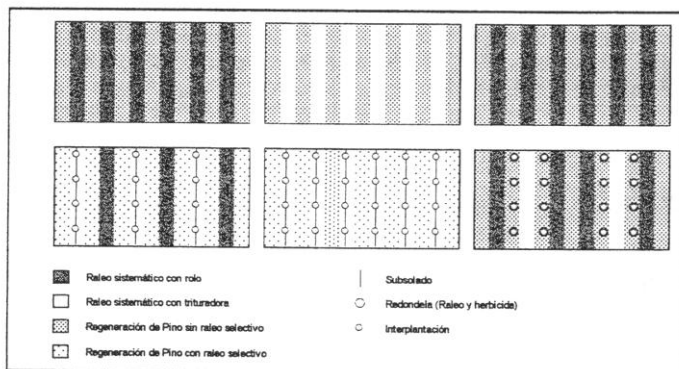


GRÁFICO 5.2: Esquemas de manejo de regeneración de Pino e interplantación

3.3 Plantaciones mixtas

Se realizaron mezclas con dos o más especies, probando distintos esquemas (ver gráfico 5.3).

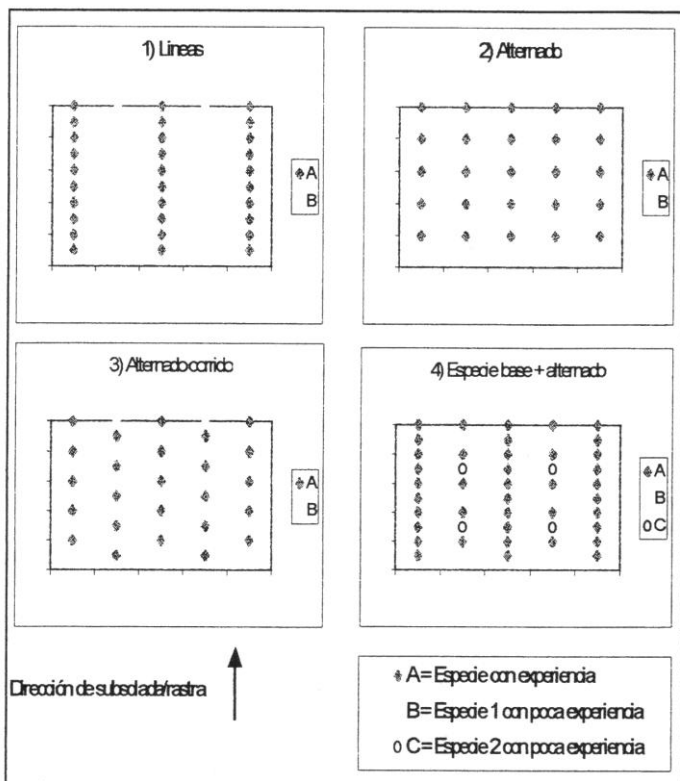


GRÁFICO 5.3: Distintos esquemas de plantaciones mixtas

En la mayoría de las plantaciones mixtas, se combinaron una o varias especies con poca experiencia o mayor riesgo de enfermedades con otra(s) especie(s) de mayor experiencia o consideradas como más seguras. En algunos casos también se mezclaron “especies nuevas” en distintas combinaciones. Ya que uno de los motivos de la instalación de plantaciones mixtas era contar con “reemplazantes vecinos” en el caso de presentarse problemas con algunas de las especies, se prefirieron mezclas “en línea” o “individuales (alternados)” a mezclas “en grupos” o “en bloques”.

4 RESULTADOS

4.1 Plantación bajo Pino

Comparado con plantaciones de *Toona* a cielo abierto, se hicieron las siguientes observaciones:

- mayor seguridad de producción, menos riesgo de daño por heladas
- menor desarrollo en diámetro, pocas diferencias en crecimiento en altura; árboles más delgados y cilíndricos, pero también algo inestable
- menos ramas y de menor diámetro

- formación de ramas adventicias en el caso de raleos demasiado bruscos del Pino adulto

- mayores costos en el aprovechamiento del Pino (comparado con tala raza del mismo y plantación de *Toona* a cielo abierto)

Hasta la fecha no hubo mayores pérdidas de *Toona* bajo Pino por heladas. Un cultivo experimental a cielo abierto realizado en el año 1995 fracasó. Sin embargo existen varias plantaciones exitosas de *Toona ciliata* a cielo abierto en la Provincia de Misiones (que aparentemente fueron beneficiados por condiciones benignas en los primeros años). Por lo tanto y para evitar las complicaciones que puede significar la plantación bajo Pino, se reanudaron ensayos a cielo abierto, variando las procedencias utilizadas y la exposición de las plantaciones.

En las heladas fuertes de Julio 2000, se “quemaron” las partes aéreas de todas las plantas a cielo abierto recién plantadas y de un año de edad pero también la mayoría de las plantas de esas edades bajo Pino (solamente en lugares de un dosel de Pino muy denso no fueron afectados). Sin embargo, la mortandad bajo cubierta así como a cielo abierto parecería escasa, ya que en la gran mayoría de los ejemplares se observaron rebrotes vigorosos (con la necesidad de conducirlos).

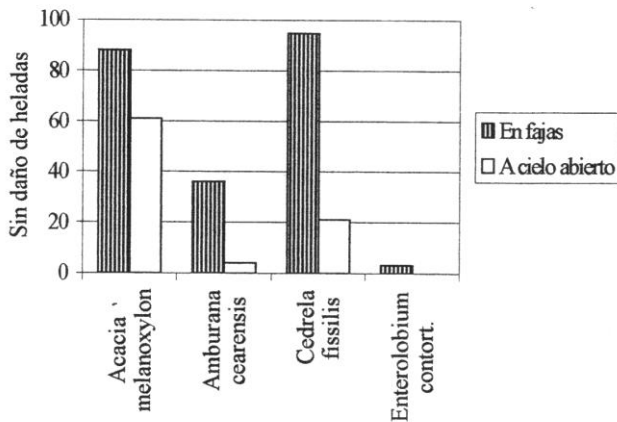


GRÁFICO 6.1: Porcentaje de plantas sin daño de helada a cielo abierto y en fajas de Pino; plantación Octubre 1999, evaluación Julio 2000

En las heladas fuertes de Julio 2000, se “quemaron” las partes aéreas de todas las plantas a cielo abierto recién plantadas y de un año de edad pero también la mayoría de las plantas de esas edades bajo Pino (solamente en lugares de un dosel de Pino muy denso no fueron afectados). Sin embargo, la mortandad bajo cubierta así como a cielo abierto parecería escasa, ya que en la gran mayoría de los ejemplares se observaron rebrotes vigorosos (con la necesidad de conducirlos).

En especies nativas, también se observó una mejor protección bajo cubierta en especies como *Balfourodendron riedelianum*, *Jacaranda micrantha*, *Peltophorum dubium* y *Enterolobium contort-tisiliquum*. En la última especie también fue algo superior la forma bajo Pino (que a cielo abierto tiende a ser muy insatisfactorio; ver también manejo de regeneración de Pino).

Con respecto al diseño de raleo de Pino y subplantación de Toona, se comprobaron como ventajosos raleos sistemáticos de Pino y distancias mayores entre líneas de plantación de Toona (ver gráfico 5.2, derecha).

4.2 Interplantación en regeneración de Pino

Inmediatamente luego de los raleos, se deben realizar controles de hormiga, ya que al bajar drásticamente la cantidad de árboles, las hormigas presentes (que antes no causaron mayores daños notables) se concentran en los pocos ejemplares restantes.

Con respecto a la interplantación, se obtuvieron los siguientes resultados preliminares:

Protección: Si bien con las heladas intensas de Julio 2000, la regeneración natural de Pino no pudo proteger lo suficiente a muchas especies sensibles a heladas, los daños fueron inferiores que a cielo abierto (ver. Gráfico 6.1). Se piensa que en años “normales” la regeneración de Pino brinda una protección adecuada también para especies sensibles.

Crecimiento: En algunas especies el crecimiento en altura fue superior en las fajas (ver Gráfico. 6.2)

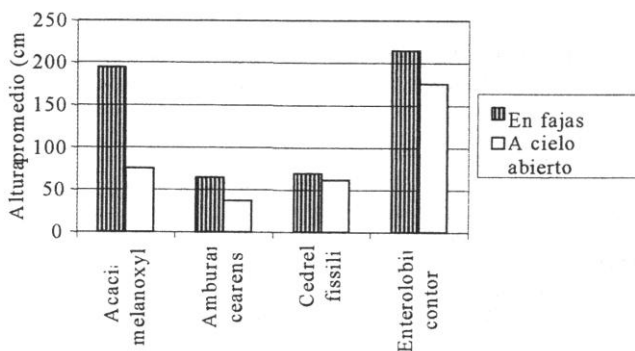


GRÁFICO 6.2: Altura promedio en faja y a cielo abierto; plantación Octubre 1999, evaluación Julio 2000

Forma: Se observó mejor forma en las fajas de regeneración de Pino (comparado con plantaciones a cielo abierto) en algunas especies, siendo las más notorios *Enterolobium contortisiliquum* y *Acacia melanoxylon*.

Mantenimiento: Los costos de mantenimiento en el 1er año fueron menores en la regeneración de Pino (1 macheteada manual) que en plantaciones a cielo abierto (1 aplicación de herbicida, 2 macheteadas mecanizadas, 1 macheteada manual), ya que la regeneración de Pino frenó el enmalezamiento.

4.3 Plantaciones mixtas

La gran mayoría de las plantaciones mixtas son de fecha muy reciente. Por lo tanto, no hay experiencias válidas acerca de la aptitud de las distintas combinaciones. Sin embargo se puede constatar un leve aumento de costo en especial en las variantes 2, 3 y 4, ya que p. ej. los plantadores recorren distancias algo más largas (aunque pueden caminar en diagonal) o tienen que llevar más que una especie. Lo mismo se repite con trabajos culturales a efectuar solamente en una de las dos especies. También aparecen limitantes en la selección del método de limpieza, ya que p. ej. si una de las especies fuera de sistema radicular muy superficial (p. ej. *Melia azedarach*) y la otra (o alguna de las otras) muy sensible a la aplicación de herbicidas (p. ej. *Grevillea robusta*), no se podrá efectuar limpieza con rastra y se deben extremar las precauciones en la aplicación de herbicida.

5 DISCUSIÓN

Los métodos presentados en este trabajo difieren de los “métodos clásicos regionales de instalar plantaciones”. Al no formar parte de rutinas de aplicación masiva, exigen una silvicultura de “mayor atención técnica”. Sin embargo se las considera como alternativas interesantes, en especial si contribuyen a crear condiciones (más) favorables para el cultivo de las especies deseadas.

5.1 Plantación bajo Pino

La plantación de Toona bajo cubierta de Pino adulto significa un costo elevado y un manejo más exigente comparado con plantaciones a

cielo abierto. Sin embargo parecería ser la alternativa más oportuna para el cultivo de esta especie en zonas con alto riesgo de heladas.

Con el mayor distanciamiento entre líneas de plantación (y menor distancia en las líneas) de Toona el esquema de plantación se aleja de una "equidistribución" y se deberán efectuar raleos precomerciales a edades prematuras. Sin embargo se piensa que este inconveniente será ampliamente compensado al alivianarse la extracción de los Pinos en raleos posteriores y por una disminución de daños en Toona.

En situaciones con microclima más benigno, plantaciones a cielo abierto son una alternativa interesante, ya que el crecimiento de Toona será mayor y el manejo más fácil.

5.2 Interplantación en regeneración de Pino

El manejo de regeneración de Pino se practica poco en la región, ya que difiere con esquemas tradicionales de producción y no aprovecha los "avances de mejoramiento genético" logrados en los últimos años. Sin embargo cabe destacar que también con el manejo de la regeneración se ejerce una selección fuerte sobre material con aptitud comprobada en un lugar. Esta selección se podría incluso intensificar al reemplazar el raleo sistemático con una eliminación indiscriminada de más del 70% de los ejemplares (raleo en fajas con rolo o trituradora) por un raleo totalmente selectivo pero más costoso.

Además, se presenta como alternativa económica interesante comparada con plantaciones nuevas, ya que con 1 - 2 horas de skidder con rolo (\$ 30/hora) y aprox. 1 jornal de operario con motoguadaña (\$ 50/día), se logra establecer una "plantación de 3 años", por \$ 100 - 150/ha, siendo el costo comparativo de "eliminación de la regeneración" + "preparación de sitio" + "plantación de Pino (mejorado)" + "cuidados durante 3 años" en el orden de los \$ 1000/ha.

La interplantación parece promisorio para los siguientes grupos de especies: sensibles a heladas y/o con tendencia de fustes malformados a cielo abierto; mejor aptitud de especies con capacidad de "escapar" al Pino gracias a su crecimiento rápido ya que este baja la intensidad y frecuencia de intervenciones para "manejo de competencia" y permitirá dejar el Pino hasta alcanzar diámetros comerciales (*Toona ciliata*; *Enterolobium contortisiliquum*) con necesidad de protección durante mucho tiempo y/o capacidad de permanecer bajo cubierta por varios años; permiten baja frecuencia e intensidad de raleos de Pino y su uso comercial (*Aspidoserma*

australe) de experimentación y sin antecedentes suficientes (*Acacia melanoxylon*); en el caso de no prosperar, se puede seguir manejando los Pinos en vez de reponer

Según las primeras experiencias se considera oportuno preparar solamente cada segunda línea entre Pinos para la interplantación (variante A), ya que de este modo no solamente se reducirán los costos de plantación, sino también se facilitan los raleos posteriores de Pino.

Dándose un desarrollo exitoso de las especies interplantadas (de mayor valor), los Pinos se eliminarán sucesivamente en los distintos raleos. En los casos donde no prosperan los ejemplares interplantados, se mantienen los Pinos y se pueden podar ejemplares de buen porte. En este caso, el rol del Pino cambia de "vegetación matriz" y "bosque auxiliar" a una función de "seguro".

El hecho de trabajar con "genética vieja" no se considera como inconveniente, al contrario, un crecimiento algo menor del Pino puede hacerlo "más compatible" con las especies interplantadas y atenuar una potencial dominancia del Pino (costoso en corregir)

5.3 Plantaciones mixtas

Queda por demostrarse si los esfuerzos adicionales de las plantaciones mixtas se recompensan por mayor seguridad, crecimiento, flexibilidad comercial, cuidado de suelo etc.. Como se mencionó en la revisión bibliográfica, la mayoría de los trabajos para zonas subtropicales favorece plantaciones puras y relativiza las posibles bondades de plantaciones mixtas. En el caso presente, la amenaza latente de las plantaciones de *Melia azedarach* por un decaimiento (*Melia's Yellow*, causado por fitoplasma) llevó a la decisión de iniciar plantaciones mixtas con *Grevillea robusta*, ya que aparte de la minimización de riesgos se supuso que características complementarias de las especies (*Melia azedarach*: raíz superficial, copa globosa; *Grevillea robusta*: raíz más profunda, copa cónica) pueden llegar a aumentar la producción.

El concepto de las plantaciones mixtas se extendió a otras especies y se siguen comparando los resultados con plantaciones puras de las especies respectivas.

6 CONCLUSIONES

La plantación bajo cubierta de Pino, entre regeneración de Pino y la instalación de cultivos forestales mixtos son métodos con pocos antecedentes regionales. Sin embargo, los primeros resultados preliminares señalan que son promisorios para el cultivo de especies sensibles a heladas y/o propensas a formas no-deseables (en plantaciones a cielo abierto) o de poca experiencia en la zona. Todavía faltan experiencias acerca del manejo en etapas más avanzadas del ciclo y cabe destacar que se trata de silvicultura exigente con respecto a la intensidad de la atención técnica.

7 BIBLIOGRAFÍA

- ANONYMOUS (2000): *The Forestry Compendium*; CABI Publishing, London, 1 CD
- BRASSIOLO, M. M. (1988): *Avaliação da Regeneração Natural de Pinus elliottii* Engel. Var. *elliottii* na Floresta Nacional de Capão Bonito, Sp.; Universidad Curitiba, 112 p.
- BURSCHEL, P. HUSS, J. (1997): *Grundriss des Waldbaus*; Parey-Verlag, Berlin, 487 p.
- CABRELLI, D. (1999): Resumen (inédito) de las actividades de investigación del Grupo de regeneración Natural de Pinos Subtropicales (GRNPS); Cátedra de Dasonomía, Facultad de Agronomía, Universidad de Buenos Aires, 8 p.
- COZZO, D. (1995): *Silvicultura de Plantaciones Maderables*; orientación Gráfica Editora S. R. L., Buenos Aires, 905 p. 2 tomos)
- EVANS, J. (1996): *Plantation Forestry in the Tropics*; Clarendon Press, Oxford, 403 p.
- GAYER, K. (1886): *Der gemischte Wald*; Parey-Verlag, Berlin, 168 p.
- LAMPRECHT, H. (1986): *Waldbau in den Tropen*; Parey-Verlag, Hamburg, Berlin, 318 p.
- MAYHEW, J. E., NEWTON, A. C. (1998): *The Silviculture of Mahogany*; CABI Publishing, Willingford, 226 p.
- OTTONE, J. R. (1993): *Árboles Forestales*; Editorial AGRO VET S.A., Buenos Aires, 571 p.
- WADSWORTH, F. H. (1997): *Forest Production for Tropical America*; Agriculture Handbook 710, Forest Service, United States Department of Agriculture, 563 p.

POLÍTICA DE INCENTIVOS FORESTALES EN LA ARGENTINA

FOREST INCENTIVES POLICY IN ARGENTINA

Bernardo C. Tarnowski¹

RESUMEN

El sector forestal ha sido el de mayor crecimiento en la Argentina en los últimos años por el auge que lograron las forestaciones, teniendo como epicentro de las mismas el nordeste mesopotámico. Diversos mecanismos se aplicaron en la Argentina desde la sanción de la Ley 13.273 con el objetivo de incentivar la ampliación y mantenimiento de la masa forestal. Actualmente se encuentra vigente un régimen de incentivos por medio de entrega de fondos no reintegrables a plantaciones logradas, con una modalidad de un pago único luego de certificarse el logro del establecimiento de la plantación al año de haberse realizado la misma, estando reglamentado por la Ley 25.080 que promueve las actividades de forestación y otras tareas silvícolas como poda, raleo, manejo de rebrotes y enriquecimiento de bosque nativo. Esta modalidad vigente desde el año 1992, estimuló a que se retomaran las actividades de forestación en la Argentina, alcanzándose a forestar ese año 22.183 ha. Ya en 1998 se superaron las 80.000 ha forestadas y según la tendencia se espera que en el año 2000 se superen las 150.000 ha forestadas promocionadas con este régimen. Se puede concluir en función de las observaciones, que el nuevo régimen de promoción a las forestaciones a través de la modalidad de plantación lograda, ha tenido una notable aceptación en la Argentina.

Palabras llaves: incentivos forestales, forestaciones, Argentina

ABSTRACT

The forest sector has been the one with the highest growth in Argentina in the last few years for the status that the forestation obtained, having as the epicenter the northeast of the country. Mechanism were

¹ Engenheiro Florestal, M.Sc., Caingúas Consultoría Forestal. Los Lapachos 1784, Wanda - Misiones (Arg.). Cainguas@ptoesperanza.com.ar

applied in Argentina since the sanction of the law 13.273 with the objective of incentivate the amplification and maintenance of the forest area. At the moment it is effectively a regimen of incentives by the means of delivery of non repayable funds to estabilisathe plantations, with an unique modality of payment After being verified the establishment of the yarly plantation, being regulated by the law 25.080 which promotes the activities of the forestation and other silviculture tasks suchas pruning, thinning and enrichment of the native forest. This effective modality used since the year 1992, has stimulated the activities of forestation in Argentina, and has reached 22.183 ha of forest this year. Already in 1998 the 80.000 há has been Were overcome and a tendency it is expected in the year 2000 it will exceed the 150.000 ha. It can be concluded in light of the observations that the new regime promotion of has had a remarkable acceptation in Argentina.

Key words: forest incentives, afforestations, Argentina

INTRODUCCIÓN

La pérdida de la superficie forestal del planeta no resulta un proceso novedoso, lo que resulta novedoso y nos alarma es la magnitud que ha alcanzado. En los últimos tres siglos, la tasa de deforestación mundial fue de 11 ha/min, pero entre 1980 y 1990 casi se triplica la tasa promedio histórica, alcanzando las 29 ha/min, siendo que este proceso resulta casi exclusivo del hemisferio sur y particularmente de América Latina, donde se concentra el 50% de la tasa de deforestación mundial.

Lamentablemente Argentina no escapa a este proceso, se estima que en menos de un siglo perdimos las 2/3 partes del patrimonio forestal. En 1914 se estimaba que el área forestal de la Argentina era de 105 millones de ha, mientras que las estimaciones actuales hablan de 36 millones de ha. De continuar esta tendencia, el punto de extinción de nuestras masas nativas se espera en el año 2025 (Fuente: NOT Forestal, Mayo 1993).

Es por este motivo que debemos conciliar los intereses ambientalistas con los de producción, no restringiendo las cortas productivas de bosques, sino racionalizando los aprovechamientos, tecnificando la actividad forestal y, por sobre todas las cosas, incrementando las superficies boscosas. En resumen: no cortando menos sino plantando más y mejor.

Confirmando lo comentado, la legislación forestal Argentina tuvo sus inicios en el año 1948 cuando desde el seno de la Comisión Nacional de Bosques, formada el 15 de abril de 1946, se promueve la promulgación de la Ley 13.273 denominada "Ley de Defensa de la Riqueza Forestal" y la formación del Instituto Forestal Nacional (IFONA).

La mencionada Ley tenía el objetivo de generar herramientas que permitieran una adecuada defensa de la riqueza forestal, y es un claro ejemplo de la discontinuidad e improvisación que se sucedieron en el país en los 52 años que transcurrieron desde ese momento histórico.

Esta Ley estableció uno de los conjuntos de normas más completos que en la materia se pueden encontrar en el derecho comparado. Lo notable es que, con normas mucho menos completas y adecuadas, otros países pudieron reglamentar una adecuada protección a sus masas nativas e incluso acrecentarlas notablemente.

Dentro de las características notables de la Ley, que declara de interés público la defensa, mejoramiento y ampliación de los bosques, también impone el fomento forestal y la creación de un fondo forestal.

Haciendo un resumen, se estima que desde 1960, con créditos bancarios a largo plazo, y con baja tasa de interés se plantaban unas 10.000 ha/año. En la década del 70, con una política de desgravación impositiva se alcanzaron 20.000 ha/año, y a partir de 1977 con la Ley 21.695, llamada "Ley de Promoción Forestal", con incentivos en forma de subsidios a las plantaciones se plantaron 45.000 ha/año (Fuente: Desarrollo Forestal 03/1992).

Hasta fines de 1991, en que el IFONA fue disuelto (Decreto 2284/91) y conjuntamente derogada la Ley 21.695, la responsabilidad del manejo de la actividad forestal fue competencia de ese organismo. A partir de 1992, todo lo relacionado a los bosques cultivados quedó bajo la jurisdicción de la Secretaría de Agricultura Ganadería y Pesca (SAGyP), la cual asumió la deuda contraída anteriormente con los forestadores a través de la Ley 21.695 e implementó un nuevo sistema de promoción que consistía en la entrega de fondos no reintegrables a plantaciones logradas, implementado a través de la resolución 778/92 de la SAGyP.

En los últimos años se ha planeado plantar a través de una Política de subsidios 100.000 ha/año alcanzándose un promedio de 25.000 ha/año, con lo cual la Argentina cuenta actualmente con unas 770.000 ha forestadas, estando el 70% de estas en la mesopotámia, siendo el 50% coníferas, 30% eucaliptos, 16% salicáceas y 4% otras especies (DARRAIDOU, 1998).

RÉGIMEN ACTUAL: LEY 25.080

El régimen de promoción a las forestaciones vigente actualmente en la Argentina se encuentra instituido por la Ley 25.080, llamada "Ley de inversiones para bosques cultivados" sancionada por el Poder Ejecutivo Nacional el 16 de diciembre de 1998, reglamentada por el Decreto 133/99 y que tiene por Autoridad de aplicación a la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentación (SAGPyA).

El mismo contempla el apoyo económico no reintegrable a las actividades de plantación, poda, raleo, manejo de rebrotes y enriquecimiento de bosques nativos, como así también la instalación de nuevos proyectos foresto-industriales y ampliación de los existentes siempre y cuando se realice la implantación de nuevos bosques.

Este régimen también contempla incentivos tanto para productores individuales como así también para pequeños productores agrupados, los cuales deben estar nucleados en una institución que los represente. La superficie que cada productor afectará al proyecto será de hasta 5 hectáreas. Estos proyectos pueden ser presentados por organismos públicos o entidades privadas sin fines de lucro con incumbencia en el tema forestal y podrán actuar como representantes de los productores agrupados en el proyecto.

Para productores agrupados, que presentan proyectos de hasta 100 ha, el apoyo económico se realiza entregando al productor el 30% del monto para la compra de insumos y servicios al momento de aprobarse el plan debiéndose ser administrado este monto por la entidad que los agrupa. El 70% restante es entregado una vez certificado el logro de la plantación. A su vez a la entidad se le otorga el 15% del monto total entregado, una vez certificado el logro de la plantación.

En el caso de productores agrupados y proyectos mayores de 100 ha se le otorga a los productores el 100% del monto una vez certificado el logro de la plantación

Todo emprendimiento que supere las 100 ha de plantación anual debe contar con un estudio de impacto ambiental, con el objetivo de predecir las modificaciones que el mismo provocará en el ambiente de su área de ejecución y los posibles efectos, tanto positivos como negativos de esas modificaciones, para definir en caso necesario las medidas de mitigación de los impactos perjudiciales, y establecer un sistema de vigilancia y control ambiental durante toda la ejecución y vida útil del proyecto.

El estudio de impacto ambiental deberá ser realizado por profesionales o empresa independientes al titular del emprendimiento que acrediten competencia en la materia y habilitados según sus títulos profesionales.

Las autoridades provinciales, con el apoyo del Instituto Nacional De Tecnología Agropecuaria dependiente de la SAGPyA, y otras organizaciones de orden oficial, como las universidades o centros de investigación, realizarán el estudio del impacto ambiental de los proyectos de menos de 100 ha, procurando contar con estudios de impacto ambiental de carácter regional y el ordenamiento territorial.

Beneficios Económicos

Se estipula que este régimen estará en vigencia durante el término de diez años durante el cual se brindará un apoyo económico no reintegrable, que consiste en un pago único a partir del año y un máximo de 18 meses de haber efectuado la plantación o después de haber realizado las tareas silviculturales (poda, raleo y manejo de rebrotes).

A continuación se detalla el apoyo económico que se estable para cada una de las actividades que se promocionan:

PLANTACIÓN

Las presentaciones con una superficie menor a 10 ha pueden ser realizadas sin necesidad de contar con un aval profesional. Para las demás actividades, la superficie se extiende hasta las 50 ha.

Hasta 300 ha (500 ha en la Patagonia) de plantación, se establece un incentivo del 80% del costo determinado por la SAGPyA a los fines de la aplicación de la presente Ley. Hay que destacar que se establecen costos de plantación tanto de secano como con riego.

De las 301 ha hasta las 500 ha/año (501 a 700 ha en Patagonia) se establece un incentivo del 20% del costo determinado por la SAGPyA a los fines de la aplicación de la presente Ley (Ver Tabla 1).

Poda

Para la primer y segunda poda se otorga un apoyo económico de \$40/ha para todas las jurisdicciones y especies.

Raleo

Para el primer raleo se otorga un apoyo económico de \$50/ha para todas las jurisdicciones y especies.

TABLA 1: Costos y apoyo económico establecido para algunas zonas forestales Argentinas

Jurisdicción	Zonas					
	Secano			Riego		
	Costos \$/ha	Apoyo Económico \$/ha		Costos \$/ha	Apoyo Económico \$/ha	
		Hasta 300 ha	De 301 a 500 ha		Hasta 300 ha	De 301 a 500 ha
Misiones	650	520	130	--	--	--
Corrientes	450	360	90	--	--	--
Entre Ríos	450	360	90	--	--	--
Delta del Paraná	640	512	128	--	--	--
Salta	650	520	130	900	720	180

Manejo de rebrotes

Para las especies de los géneros Eucalyptus, Salix, Populus, Melia y Robinia se otorga un apoyo económico de \$50/ha. No se puede solicitar simultáneamente para una misma superficie en el mismo año apoyo económico para poda y manejo de rebrotes.

Enriquecimiento del bosque nativo

Para la plantación de especies nativas y/o exóticas dentro de una masa boscosa nativa se reconoce un apoyo económico equivalente al 50% del monto asignado a las plantaciones comunes, siendo la superficie máxima que se puede solicitar por proyectos de 100 ha anuales.

Especies nativas y exóticas de alto valor comercial

A las especies nativas o exóticas de mayor valor se les asigna un monto de 20% superior al apoyo económico correspondiente a las plantaciones de pino, eucalipto, sauce o álamo.

Todos los costos establecidos para las diferentes actividades, por zona y especie son fijados anualmente sobre la base de la información aportada por la Comisión Asesora. En los mismos deben incluirse los derivados del manejo del fuego y del estudio de impacto ambiental.

Pautas Técnicas

Las plantaciones en macizo deberán tener una densidad mínima de 500 pl/ha distribuidas sistemáticamente. En caso de densidades menores queda a criterio de la SAGPyA la aprobación del plan.

Para el caso de enriquecimiento de monte nativo, la densidad mínima es de 100 pl/ha distribuidas uniformemente por toda la superficie.

Las plantaciones en cortinas no deben superar un ancho total de 8 m, y a los efectos de la presentación en el plan se considera que 800 pl. equivalen a 1 ha.

El porcentaje de pérdidas máximas admitidas varía conforme la densidad inicial de plantación, a mayor densidad mayor el porcentaje de pérdidas admitidas en el momento de la certificación del plan.

Beneficios Impositivos

Se mantiene la estabilidad fiscal, para los niveles nacional, provincial y municipal, por treinta años a partir de la aprobación del proyecto. La estabilidad fiscal del presente régimen alcanza, con excepción del Impuesto al Valor Agregado, a todos los tributos, entendiéndose por tales los impuestos, tasas y contribuciones, como así también los derechos o aranceles a la importación o exportación.

La estabilidad fiscal significa que las personas físicas o jurídicas sujetas al marco del presente régimen de inversiones, no podrán ver incrementada la carga tributaria total, determinada al momento de la presentación, como consecuencia de aumentos en los impuestos y tasas, cualquiera fuera su denominación en el ámbito nacional y en los ámbitos provinciales y municipales, o la creación de otras nuevas que los alcancen como sujetos de derecho de los mismos.

Los proyectos podrán contar con exenciones impositivas provinciales y/o municipales de la superficie plantada cuando las provincias adheridas a la Ley 25.080 así lo dispongan.

También se puede incrementar el valor de inventario de las plantaciones sin incidencia tributaria. El incremento del valor anual correspondiente al crecimiento de plantaciones forestales en pie, podrá ser contabilizado incrementando el valor del inventario de ellas. Esta capitalización tendrá efectos contables exclusivamente, careciendo por tanto de incidencia tributaria alguna, tanto nacional como provincial o municipal.

Otros beneficios impositivos es la devolución anticipada del IVA que corresponda a la compra, importación, locación de bienes y/o servicios destinados a los proyectos amparados por esta Ley.

Financiamiento Bancario

Conjuntamente el Banco de la Nación Argentina aprobó la línea de financiamiento de implantación de bosques cultivados, que se encuentra disponible en todas las sucursales del país.

La misma es para superficies de hasta 300 Ha., una vez que se encuentre aprobado el plan presentado por la Autoridad de Aplicación, por un monto de hasta el 30% del monto teórico a cobrar si la plantación es lograda en su totalidad.

El tiempo de devolución será al momento en que la Secretaría efectivice el pago al titular del plan, pero hasta un máximo de 24 meses. Los intereses se pagarán anualmente a una tasa del 13,5%, aunque la Secretaría de Agricultura subsidiará tres puntos sobre el monto de plantación lograda.

Las garantías varían acorde al monto: hasta \$15.000 será suficiente un codeudor satisfactorio para el Banco, y por sobre esa cifra, una hipoteca sobre la propiedad. Como garantía adicional, el titular hará una cesión de derechos al Banco sobre los importes a cobrar por el monto del préstamo más sus intereses, quedando a su entera disponibilidad los montos excedentes.

CONCLUSIONES

El sector forestal ha sido el de mayor crecimiento en la Argentina en los últimos años por el auge que lograron las forestaciones, teniendo como epicentro de las mismas el nordeste mesopotámico.

Es considerable el incremento que ha tenido la tasa de forestación en la Argentina con el nuevo régimen de incentivos, en el año 1992 para toda la Argentina se aprobaron 764 planes forestales que comprendían una superficie de 22.183 ha, al siguiente año se aprobaron 1005 planes que solicitaron 22.243 ha y a partir de ese año la tasa de forestación tuvo un crecimiento exponencial con un promedio de 87% de aprobación de las solicitudes presentadas, llegándose a aprobar en el año 1998 un total de 2009 planes con una superficie de 80.175 ha (Gráficos 1 y 2).

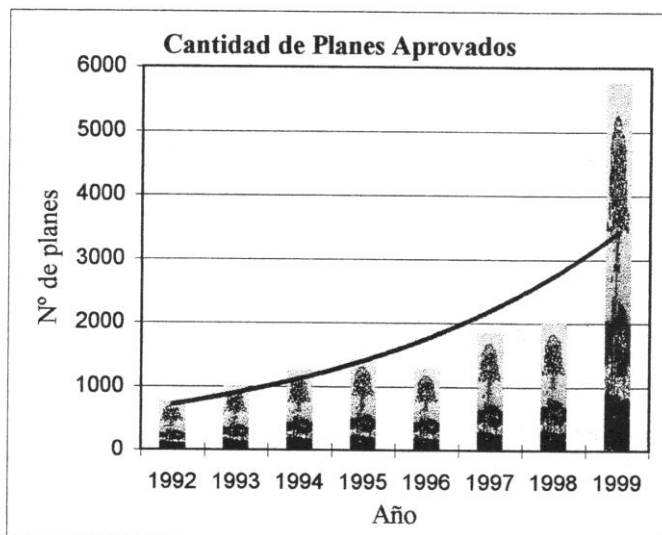


GRAFICO 1: Cantidad de planes presentados y aprobados para toda la Argentina.

Fuente: SAGPyA, <http://www.sagpya.meccon.gov.ar>

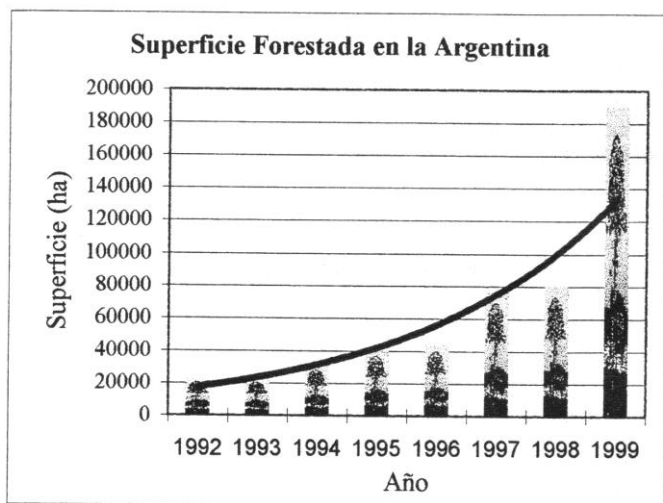


GRAFICO 2: Superficie forestada en la Argentina con el nuevo régimen.

Fuente: SAGPyA, <http://www.sagpya.mecon.gov.ar/forestal/forestal.htm>

En el año 1999 se presentaron 5761 planes solicitando subsidios para 189.580 ha. Las estadísticas indican que de esa superficie solicitada se puede prever según el porcentaje de aprobación serán otorgados subsidios para aproximadamente unas 165.000 ha, y según la tendencia esa superficie será superada en el presente año (Gráfico 2), pues el Régimen de Incentivos Forestales previsto por la Ley 25.080 de inversiones para bosques cultivados tuvo este año un récord nacional en cuanto a superficie presentada para forestar (El Territorio, Suplemento Productivo 16/09/2000).

De las solicitudes presentadas por las distintas provincias para el año 2000, se destaca el crecimiento logrado fundamentalmente en Salta, Jujuy, Santiago del Estero y Mendoza, siendo que son zonas con escasa o nula tradición forestal.

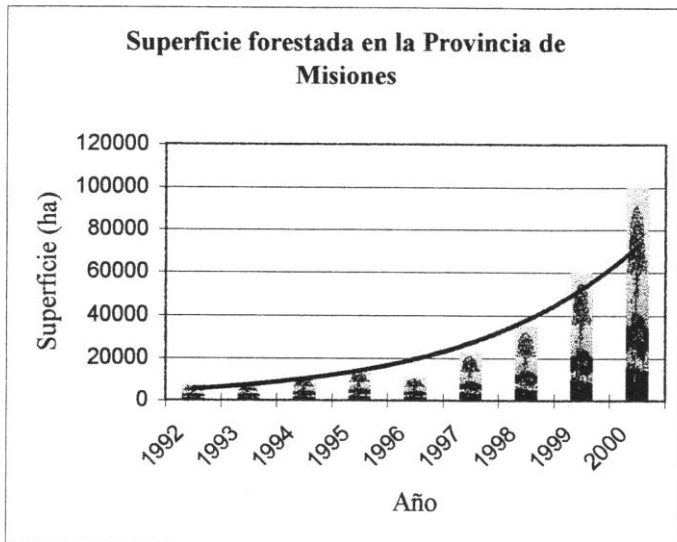


GRÁFICO 3: Superficie forestada en la Provincia de Misiones con el nuevo régimen.

Fuente: El Territorio, Suplemento Productivo 16/09/2000.

El crecimiento que alcanzó la actividad forestal en la mesopotámia en los últimos años define el perfil que tendrá la región del nordeste Argentino en la próxima década, a lo que hay que agregar el panorama de crisis que presentan otros cultivos en la región como la yerba o el té. La opción forestal se afirma como una alternativa interesante fortalecida por los subsidios que prevé el Régimen de Promoción de Plantaciones Forestales.

Desde que se estableció el régimen de subsidios a las plantaciones en 1992, el ritmo de forestación en Misiones no paró de crecer, con excepción de 1996. En 1992 se forestaron 7.347 ha, en 1993 fueron 7.527 ha, en 1994 llegaron a 11.106 ha, en 1995 crecieron a 14.375 ha, en 1996

disminuyó el ritmo y se forestaron 11.171 ha, pero en 1997 volvió a crecer hasta 22.759 ha. En el 98 se forestaron 35 mil hectáreas y los datos del 99 indican que la superficie forestada fue de 60 mil hectáreas.

Según los datos más recientes, en Misiones se presentaron en el 2000 solicitudes para forestar casi 100 mil hectáreas con la participación de unos 10 mil productores (que representan el 90 por ciento de los productores forestales del país) con lo que podría alcanzar a tener el 50 por ciento de la superficie implantada en la Argentina. Del total de productores que se presentaron, 7.238 lo hicieron a través de 84 proyectos agrupados y 2.383 por proyectos individuales.

Estas superficies posicionan hoy a Misiones como la principal potencia forestal del país y se reflejan en millonarias inversiones concretadas y proyectadas de empresas multinacionales que apuestan a un desarrollo foresto-industrial en la provincia.

Los primeros resultados concretos de esta "fiebre forestadora" comenzarán a materializarse a partir de 2010 cuando se ejecuten los cortes finales de las primeras forestaciones hechas bajo el mencionado el mencionado régimen de subsidios en 1992.

Se puede concluir en función de las observaciones, que el nuevo régimen de promoción a las forestaciones a través de la modalidad de plantación lograda, ha tenido una notable aceptación en la Argentina, pero hay que mencionar que hoy la foresto-industria se debate entre dos discursos contradictorios.

Por un lado, cabe destacar como muy positivas las transformaciones alcanzadas dentro del país – estabilidad, combate del déficit fiscal, privatizaciones, reprogramación de la deuda externa, convertibilidad, etc. – que sientan las bases para un desarrollo sostenido de una economía. También el apoyo eficiente a la implantación de nuevas masa forestales marcan definiciones políticas que parecen indicar que existen claros y concretos objetivos.

Pero por otro lado, el sector foresto-industrial de nuestro país se ve agredido, con una permisividad injusta, por la entrada a nuestro país de importaciones que agravan y retrasan la solución de las dificultades, por este motivo es imperioso que con urgencia se replantee la situación de la actividad foresto-industrial, entonces tendrá sentido que se encare un ambicioso plan de forestación con miras de convertir a la Argentina en un país forestal.

BIBLIOGRAFÍA

- DARRAIDOU, J. L. Situación del sector forestal en la Argentina. In: XIII Jornadas Forestales de Entre Ríos - I Encuentro Forestal CEDEFOR del MERCOSUR, 12., 1998, Concordia. **Anales...** Concordia, 1998.
- DECRETO REGLAMENTARIO N° 133/99. REGLAMENTACIÓN DE LA LEY N° 25.080.
- EL TERRITORIO, Suplemento Productivo. La Silvoargentina y las forestaciones, p. 4-5. Sábado, 16 de septiembre de 2000.
- EL TERRITORIO, Suplemento Productivo. El espíritu forestal, p.4-5. Sábado, 12 de junio de 1999.
- LEY 13.273: Proyecto de Reglamentación. NOTForestal, Mayo 1993, 13 p.
- LEY 25.080; DE INVERSIONES PARA BOSQUES CULTIVADOS.
- RESOLUCIÓN DE LA SAGPyA N° 152/2000. CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS EN FORMA INDIVIDUAL.
- RESOLUCIÓN DE LA SAGPyA N° 168/2000. CONCEPTOS BÁSICOS PARA LA PRESENTACIÓN DE PROYECTOS EN FORMA AGRUPADA.

**QUALIFICAÇÃO TECNOLÓGICA DA MADEIRA DE *Eucalyptus*
PARA SERRARIA: ASPECTOS GENÉTICOS E DE MANEJO**

**TECHNOLOGICAL QUALIFICATION OF *Eucalyptus* WOOD
FOR SAW LOGS.**

Teotônio Francisco de Assis¹

RESUMO

A utilização de espécies de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos da madeira tem se mostrado uma alternativa às espécies tradicionalmente utilizadas para este fim. Apesar disto, sua madeira apresenta restrições de ordem técnica e econômica, decorrentes do fato de se empregarem florestas jovens e de rápido crescimento, com altos níveis de tensões internas. As variações existentes entre espécies, procedências, famílias e clones podem oferecer uma oportunidade de se alterar características importantes na madeira, no sentido de se produzir matéria prima com qualidade adequada aos processos e ao produto. As possibilidades de se lograr o melhoramento genético dessas características estão condicionadas aos níveis em que fatores genéticos participam na expressão dessa variabilidade. As características mais importantes e consideradas limitantes à viabilização do seu uso, encontram-se sob moderado a alto controle genético, tornando possível alterar seus valores no sentido da sua qualificação para uso industrial. Da mesma forma, outras características são mais influenciadas por fatores não genéticos, onde o manejo pode ser mais efetivo na sua melhoria do que o melhoramento genético. A reunião das propriedades de interesse, presentes de forma diferenciada nas várias espécies, em indivíduos que possam efetivamente contribuir para a melhoria do desempenho da madeira de *Eucalyptus*, pode ser obtida de forma rápida e eficiente, mediante a produção de híbridos interespecíficos. Desse modo, várias modalidades de combinações podem ser realizadas para compor tecnologicamente os indivíduos selecionáveis, buscando-se a complementaridade existente entre as espécies, no sentido de maximizar seu potencial para atender determinada finalidade. Em virtude do alto grau de heterozigotidade das espécies de *Eucalyptus*, as sementes híbridas são heterogêneas, sendo praticamente inviável o seu uso em

¹ Engº Florestal, MSc., Consultor de Melhoramento Genético da Klabin Riocell. Rua São Geraldo 1680. 92.500 - 000 Guaíba - RS. Brasil. E-mail: tfassis@riocell.com.br

plantios comerciais. Desse modo, torna-se fundamental o uso da propagação vegetativa como ferramenta adequada para transformar estes ganhos de melhoramento em florestas clonais e, conseqüentemente, em reais benefícios para os produtores e consumidores da madeira de *Eucalyptus*.

Palavras-chave: *Eucalyptus*, madeira sólida, reprodução de árvore, breeding, hibridação, propagação vegetativa

ABSTRACT

The use of *Eucalyptus* specie to produce solid wood has been considered a row material alternative source to the tropical specie. However *Eucalyptus* wood has technical and economical restrictions, mainly due to the use of young forests where the high level of growing stress results in a low industrial recovery. The existing variation between specie, provenance, families and clones provide an opportunity to alter wood quality on producing suitable row material oriented to the industrial process and product quality. The possibilities of improving those characteristics by breeding programs are related to the level of genetic factors involved on controlling its expression. In one hand, the most important wood characteristics, considered limiting to the feasible use of *Eucalyptus* for solid wood, are under moderate to high genetic control, being possible to improve genetically such characteristics to reach its qualification for industrial purposes. On the other hand, some other important characteristics are much more influenced by management factors than by genetics. Combining properties differentiated in pairs of specie to create individuals that effectively contribute to improve *Eucalyptus* wood industrial performance, can be quickly and efficiently obtained through interspecific hybrids. Then, several combinations can be planned to compose technologically individuals that can be selected. In such kind of combinations it is necessary to look for the existing complementarity between specie, aiming to maximize its potential in terms of joining certain end use. Due to the high heterozigosity level of *Eucalyptus* specie, the hybrid seeds are heterogeneous, being hardly feasible its use in commercial scale. Therefore it is fundamental to use vegetative propagation as a tool to transform genetic gains into industrial benefits.

Key words: *Eucalyptus*, solid wood, tree breeding, hybrids, vegetative propagation.

INTRODUÇÃO

As dificuldades encontradas atualmente na obtenção de espécies tropicais para uso na indústria madeireira, aliada ao crescente aumento na demanda por madeira e produtos dela derivados, tem levado à busca de espécies de rápido crescimento como alternativa para o abastecimento desse tipo de indústria. Nesse sentido, o gênero *Eucalyptus* apresenta-se como uma opção potencial importante, não somente por sua capacidade produtiva e adaptabilidade a diversos ambientes mas, sobretudo, pela grande diversidade de espécies, tornando possível atender os requisitos tecnológicos dos mais diversos segmentos da produção industrial madeireira.

Embora o gênero *Eucalyptus* represente uma alternativa potencial no abastecimento desse tipo de indústria, sua madeira apresenta restrições próprias e inerentes ao uso de florestas jovens, onde os níveis de tensões de crescimento manifestam-se de forma mais proeminente do que em florestas maduras. As rachaduras associadas com as tensões de crescimento e os defeitos decorrentes do processo de secagem, trazem como resultado uma perda significativa de madeira (JANKOWSKY, 1995) afetando diretamente o aproveitamento industrial. Este aspecto tem sido considerado como um dos principais entraves à utilização econômica de espécies de *Eucalyptus*.

Outros aspectos como madeira juvenil, colapso, "nós", empenamento e bolsas de resina constituem obstáculos adicionais ao uso da madeira de eucalipto (PONCE, 1997). Entretanto, existe unanimidade entre especialistas do setor (LELLES & SILVA, 1997; VITAL & TRUGILHO, 1997; PONCE, 1997) de que a solução destes problemas, ou pelo menos a sua minimização, depende fortemente do desenvolvimento de programas de melhoramento genético especialmente desenhados para este fim. A implementação de tais programas pode contribuir significativamente para a produção de florestas com características mais adequadas ao uso industrial. A existência de variabilidade fenotípica entre espécies, procedências, famílias e indivíduos, para as características de interesse (MALAN, 1997) e o forte controle genético envolvido na expressão da grande maioria dessas características (ZOBEL & JETT, 1995), asseguram a possibilidade de obtenção de madeira de alta qualidade para suprir as necessidades industriais a partir da implementação de programas dessa natureza.

VARIABILIDADE

Tendo em vista que a variabilidade é a matéria prima básica do melhorista, um ponto de fundamental importância a se considerar no desenvolvimento de programas de melhoramento genético para determinada finalidade, é o conhecimento da existência de variabilidade nas características de interesse e o nível de controle genético na expressão das mesmas. Se existe variabilidade e, principalmente, se a participação de componentes genéticos na manifestação das características for expressiva, pode-se prever possibilidades de se promover alterações desejadas nas características sob seleção.

Como visto anteriormente, as variações existentes em termos de qualidade da madeira e produtividade das florestas no gênero *Eucalyptus* podem ser verificadas tanto entre espécies quanto entre procedências, famílias e indivíduos (clones). As variações entre espécies são as mais comuns, de maior magnitude e mais fáceis de serem percebidas. Ao se analisarem o desenvolvimento e as características tecnológicas da madeira de um grupo de espécies de *Eucalyptus* é fácil verificar as grandes diferenças que existem entre elas com relação a esses e também a outros atributos. Desse modo, a escolha das espécies é questão primária no planejamento da produção de matéria prima, sendo também a forma mais simples de exploração da variabilidade.

Às vezes as variações entre as procedências, ou origens das sementes de uma mesma espécie, podem ser significativas, tanto em adaptação quanto em crescimento e propriedades da madeira. Em *E. grandis*, por exemplo, as procedências do norte do Estado de Queensland (Região de Atherton) adaptam-se melhor a ambientes com déficit hídrico, crescem mais e possuem maior densidade da madeira do que outras procedências mais ao Sul na Austrália. Em avaliações feitas na Riocell (resultados não publicados) foram verificadas variações genéticas significativas entre procedências para propensão a rachaduras de topo, em *E. grandis* e *E. pilularis*, bem como entre clones de *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* x *E. urophylla*. Os valores das estimativas de herdabilidade foram altos, mostrando a possibilidade de se conseguir melhorar geneticamente esta característica.

Atualmente, em virtude da possibilidade de utilização da clonagem em escala comercial, as variações que se apresentam como as de maior potencial em programas de produção de matéria prima para a indústria madeireira são as variações entre indivíduos. Análises de rotina para a caracterização tecnológica de clones para serraria, em várias espécies e

híbridos, tem demonstrado que os níveis de variabilidade são extremamente altos para a maioria das características, possibilitando selecionar árvores com propriedades tecnológicas destacadamente superiores em relação à média da população.

As variações verificadas nos diferentes materiais genéticos ocorrem, na grande maioria das vezes, de forma diferenciada, fazendo com que dificilmente se consiga encontrar grupos de árvores, ou mesmo indivíduos, dotados de um número elevado de características desejadas. Diante disto, a junção ou congregação dessas características em grupos de árvores ou em indivíduos, torna-se muito importante para possibilitar a seleção de árvores que tenham maior quantidade de atributos tecnológicos desejáveis na sua madeira. Este deve ser o grande desafio dos programas de melhoramento genético de *Eucalyptus* voltados à produção de madeira para a obtenção de produtos sólidos.

Possibilidades de Contribuição do Melhoramento Genético e de Técnicas de Manejo na Produção de Matéria Prima para a Indústria Madeireira.

Embora todo fenótipo seja o resultado tanto da ação de fatores genéticos quanto ambientais e suas interações, a subdivisão em fatores genéticos e fatores ambientais, assumida neste trabalho, refere-se à predominância da participação destes fatores na expressão das características. Em certos casos é difícil estabelecer, com clareza, os limites das influências de fatores genéticos, ambientais e de manejo, visto que seus efeitos podem ser equivalentes. De qualquer forma, esse agrupamento tem por base essa predominância dos fatores mais fortemente influentes nas características de interesse, mas que podem, efetivamente, ser consideradas em um programa aplicado de melhoria do desempenho da madeira de espécies de *Eucalyptus* como matéria prima na indústria de processamento da madeira.

FATORES GENÉTICOS

Propensão a rachaduras

Segundo WAUGH (1998) o gênero *Eucalyptus* é referido pela maioria dos processadores de madeira como muito difícil de serrar, em razão dos altos níveis de tensões de crescimento, que aliado às perdas durante a secagem o tornam adequado apenas para a fabricação de produtos de baixa qualidade como embalagens. Por esta razão, a predisposição que

toras ou tábuas apresentam em rachar, ou a apresentar distorções durante o processo de secagem, estão entre os fatores considerados mais importantes na utilização de madeira de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos. Sua redução pode promover ganhos técnicos e econômicos de grande significado para a indústria baseada neste gênero.

Variações quanto a este atributo tem sido verificadas na prática, tanto em nível de espécies quanto de procedências e de indivíduos. HILLIS & BROWN (1978) observaram grandes variações entre árvores de várias espécies na Austrália. O mais importante é que a participação de fatores genéticos na expressão dessa característica explica a maior parte das variações observadas, indicando que a seleção pode, efetivamente, produzir alterações positivas no sentido de redução das rachaduras em madeiras e tábuas de *Eucalyptus*.

De acordo com FREITAS (1993), existem indicações bastante fortes de que a intensidade com que essas tensões ocorrem e os defeitos delas decorrentes, dependem não só da espécie considerada, mas também da própria árvore, sendo aparentemente uma característica genética intrínseca de cada indivíduo. Na África do Sul, por exemplo, há muitos anos se pratica a seleção de árvores com menor propensão a apresentarem rachaduras de topo. Os resultados dos ganhos realizados tem servido como estímulo à continuação do uso dessa prática nos programas de melhoramento de *Eucalyptus* para produção de madeira serrada.

Em *E. grandis* e *E. globulus* (ZOBEL & JETT, 1995) encontraram grande variação de árvore para árvore. Isto permite o desenvolvimento de clones com madeira adequada à obtenção de produtos sólidos da madeira de alta qualidade quando a propagação vegetativa é utilizada. Segundo estes autores já é prática em algumas espécies de *Eucalyptus* a seleção e clonagem de genótipos com menor propensão a rachaduras.

Estudos realizados na Riocell, em colaboração com a Embrapa (CNPFFlorestas), revelaram diferenças significativas entre clones de *E. grandis*, *E. saligna* e *E. grandis* x *E. urophylla* nas características rachadura de toras e rachaduras de tábuas. As variações entre locais também foram significativas, sugerindo que, além da seleção clonal, o zoneamento ambiental deva ser implementado como estratégia para a produção de madeira com menores tensões de crescimento.

Defeitos Decorrentes da Secagem

O processo de secagem da madeira de *Eucalyptus* é considerado um dos pontos cruciais na sua utilização industrial. Os maiores problemas

ocorridos nesta fase dizem respeito à anisotropia dimensional, cujas consequências mais importantes são a ocorrência de defeitos como torções, rachaduras, empenos, abaulamentos e colapso (LELLES & SILVA, 1997). As madeiras de espécies de *Eucalyptus* são naturalmente mais instáveis do que as espécies de uso tradicional (VITAL & TRUGILHO, 1997). De acordo com os resultados apresentados por estes autores percebe-se que a variabilidade existente entre espécies e alguns híbridos de *Eucalyptus*, quanto à estabilidade dimensional, é suficientemente alta para se obter ganhos pela seleção de espécies. As variações entre indivíduos parecem ter, entretanto, maiores possibilidades de produzir impactos positivos no processo de secagem, não só pelos ganhos em si mas, sobretudo, pela homogeneização da matéria prima.

Segundo PONCE (1997) o colapso é uma tendência manifestada por algumas espécies, ou por indivíduos de algumas espécies, de deformarem durante o processo de secagem, prejudicando a qualidade e o rendimento da madeira beneficiada. Segundo o mesmo autor sua ocorrência está ligada aos diferentes níveis de permeabilidade entre os anéis de madeira. Com o objetivo de avaliar o potencial de variabilidade e de seleção para reduzir a ocorrência de colapso, foram realizados alguns estudos pela Embrapa (CNPFFlorestas), em parceria com a Riocell (resultados não publicados), onde a incidência de tábuas livres de colapso foi de 9 em 46 árvores avaliadas, para *E. pilularis* e de 25 em 78 árvores avaliadas para *E. grandis*, indicando boas possibilidades para a redução de colapso através da seleção.

De modo geral, os estudos destinados a reduzir a formação de colapso na madeira e outros defeitos que acontecem na secagem, tem sido direcionados ao estabelecimento de algumas práticas que propiciem o máximo aproveitamento de madeira seca. VERMAAS (1998) aborda o uso de técnicas e tratamentos como pré-secagem, tipos de estufas e programas e métodos de secagem em busca da redução dos vários problemas verificados nessa fase do processamento industrial. No entanto, a grande dificuldade reside no fato de os lotes de madeira colocados nas estufas pertencerem a diferentes árvores e diferentes posições dentro das árvores, às vezes colhidas em diferentes sítios, com diferentes comportamentos durante a secagem. Mesmo que os programas e as condições de secagem mais adequados propiciem, em termos gerais, um melhor aproveitamento, ainda assim haverá perdas originadas pela heterogeneidade da madeira.

Neste sentido o melhoramento genético, principalmente se associado à clonagem, pode contribuir de forma significativa na redução de perdas na secagem. Segundo ZOBEL & JETT (1995) o colapso é um

defeito que apresenta relativamente forte controle genético, podendo-se prever ganhos pela seleção de indivíduos menos propensos a apresentar colapso. A seleção de clones superiores quanto a esse aspecto e o desenvolvimento de programas de secagem específicos para cada clone, onde a madeira a ser submetida à secagem constitui um grupo de peças mais homogêneo, podem proporcionar a obtenção de melhorias dos resultados práticos da operação de secagem.

Madeira Juvenil

A proporção de madeira juvenil existente em uma tora é uma característica que depende fundamentalmente da idade da árvore, bem como do ambiente e do manejo. Entretanto, a uma mesma idade e em condições semelhantes de ambiente e de manejo, pode-se verificar que existe grande variabilidade neste aspecto. Em algumas espécies e indivíduos, a formação de madeira juvenil estende-se por vários anos, enquanto que em outras a formação de madeira “madura” inicia-se mais cedo. O que caracteriza estas variações são as diferenças que se estabelecem nas proporções de madeira juvenil em relação a madeira “madura” acumuladas no tronco.

Esta característica parece estar associada à velocidade com que a transição da fase juvenil para a fase adulta ocorre. Em espécies com dimorfismo foliar acentuado, como *E. citriodora*, *E. dunnii* e *E. globulus*, é fácil perceber quando a mudança da fase juvenil para a fase adulta ocorre. É notável a variação que existe quanto ao início da mudança de fase entre as várias árvores do povoamento. Algumas árvores mudam de fase já no primeiro ano, enquanto outras levam até seis anos para manifestar a transição da fase juvenil para a adulta. As árvores que mudam de fase mais rapidamente apresentam menor quantidade de madeira juvenil, pois iniciam a produção de madeira “madura” mais cedo. Ao contrário, árvores que demoram a mudar de fase passam vários anos produzindo madeira juvenil, resultando em uma proporção maior de madeira juvenil.

A velocidade de mudança de fase é uma característica sob forte controle genético (ZOBEL & JETT, 1995). Isto significa que a quantidade de madeira juvenil pode ser reduzida através da seleção. Outro aspecto citado por estes mesmos autores é que a qualidade da madeira juvenil também apresenta grande variação entre árvores e também pode ser melhorada geneticamente.

O aumento da densidade na região central da árvore, por aumentar a espessura das paredes das fibras, também pode contribuir para a redução

de problemas como o “breast heart”, bem como melhorar a resistência da madeira para uso estrutural.

Densidade

A densidade da madeira é uma característica importante para vários segmentos da produção industrial baseada na utilização de árvores como fonte de matéria prima. Em setores como o siderúrgico e o de celulose e papel a densidade da madeira pode contribuir de forma significativa na promoção de ganhos de processo e na alteração de características de produtos. Por este motivo a densidade da madeira, diferentemente do que ocorre com a maioria das outras características importantes para a produção de madeira serrada, é uma propriedade tecnológica já bastante estudada. Vários exemplos na literatura demonstram ser esta uma característica de fácil melhoramento, pela grande variabilidade fenotípica e por suas altas herdabilidades.

Determinações de densidade em clones sob seleção demonstram que essa característica apresenta variações de enorme magnitude. As densidades de clones de *E. grandis* com sete anos de idade variam desde 0,37 g/cm³ até 0,55g/cm³. Uma amplitude de variação desta ordem, mesmo sem considerar outros tipos de variação, como a variação entre espécies, por exemplo, permite direcionar as propriedades da matéria prima para os mais diversos fins.

Orientação das fibras

A espiralização das fibras é um fator de geração de perdas importantes durante o desdobro e a secagem. Alguns tipos de deformação como a flexa, por exemplo, podem ser compensados pelo direcionamento da distribuição dos esforços nas peças flexionadas, como proposto por GARCIA (1995), ou juntando-se peças com sentidos opostos de flexionamento. No caso de madeira espiralada esse tipo de compensação fica difícil de ser feito em virtude de que as deformações provenientes da espiralização das fibras ocorrem em múltiplos planos da peça serrada, tornando-a praticamente um descarte.

Existem poucos dados sobre estudos genéticos da espiralização das fibras em *Eucalyptus*, mas segundo ZOBEL & JETT (1995), para outras folhosas e para *Pinus*, as herdabilidades são altas e a variabilidade entre árvores é expressiva. Nos últimos anos tem sido verificado que, a deformação do sistema radicular das plantas, provocada pelo uso de recipientes de tamanho restrito na produção de mudas, como são os tubetes,

recipientes de tamanho restrito na produção de mudas, como são os tubetes, é um potencial promotor da espiralização das fibras em *Eucalyptus*. Esse efeito é mais pronunciada em algumas espécies como *E. globulus*, *E. dunnii* e *E. viminalis* e alguns clones. Na África do Sul, para a seleção de árvores superiores, quanto à espiralização, utilizam, como critério, o desvio apresentado pelas fibras em relação ao eixo da tora, na distância de 50 cm. Se o desvio for maior do que 4 mm a árvore é rejeitada. Através de seleções baseadas nesse critério tem sido possível minimizar esse tipo de problema (Sônia Dubuisson, com. pessoal), mostrando ser essa uma característica possível de ser melhorada geneticamente.

FATORES AMBIENTAIS E DE MANEJO

“Nós” Na Madeira

A presença de nós mortos na árvore é um importante fator de desvalorização qualitativa da madeira. Madeiras livres de nós, as chamadas madeiras “clear”, alcançam valores muito mais altos no mercado. Para a produção de madeira desse tipo tem sido indicada a realização de desrama artificial. Embora a ocorrência desse problema seja muito influenciada pelo espaçamento de plantio, a seleção de árvores com boa desrama natural tem proporcionado ganhos importantes na redução da presença de nós na madeira. Na África do Sul existem vários exemplos bem sucedidos do melhoramento desta característica. Após alguns ciclos de melhoramento a seleção mostrou-se efetiva na melhoria da desrama natural e na conseqüente redução dos problemas de nós na madeira.

Mesmo nas situações em que se prevê a realização de desramas artificiais, a seleção visando à melhoria da desrama natural e redução da espessura dos galhos pode trazer benefícios traduzidos na redução dos custos dessa operação. De qualquer forma, apesar dos resultados positivos da seleção, as intervenções de desrama artificial podem contribuir muito efetivamente para a redução dos problemas de nós na madeira, complementando os efeitos do melhoramento genético. O uso da desrama artificial promoveria vantagens adicionais, reduzindo a formação de bolsas de resina e a ocorrência de podridão de cerne. Desse modo, o ideal seria integrar as duas atividades, selecionando-se plantas com ramos finos, com boa capacidade de desrama natural e complementando-se a limpeza do tronco pelo uso da prática da desrama artificial.

Bolsas de resina

A formação de bolsas de resina é considerada por HILLIS & BROWN (1978) como um dos principais fatores de desqualificação ou rejeição da madeira de *Eucalyptus* na Austrália, principalmente para usos onde haja a exposição da madeira ou em situações onde se exige resistência mecânica. As percepções sobre sua formação na madeira são conflitantes. Alguns autores e técnicos afirmam ser esta uma característica geneticamente controlada, enquanto que outros consideram sua ocorrência como predominantemente de origem não genética.

O que tem sido observado, na prática, é que sua formação ocorre, na grande maioria das vezes, associada a respostas das plantas a alguma forma de injúria provocada no tecido cambial. Essa resposta manifesta-se na forma de exsudação de resina, que acaba ficando confinada no interior do lenho quando nova camada de madeira é formada.

Desse modo, qualquer evento que provoque danos ao tecido cambial pode, a princípio, ser fonte de formação de bolsas de resina. FERREIRA (1997), por exemplo, aponta várias causas da formação de bolsas de resina, entre as quais ferimentos mecânicos, geadas, estresse hídrico, ataque de insetos, estrangulamento do caule por cipós, ação de patógenos, ferimentos mecânicos, ventos e anomalias fisiológicas como "pau preto" e gomose. Além destes, nó morto em processo de desrama natural, desrama artificial mal feita, danos mecânicos provocados durante operações de desbastes e retirada da madeira, fogo e granizo são potenciais causadores da formação de bolsas de resina.

Assim, as variações observadas quanto à ocorrência de bolsas de resina parecem ser, em muito maior grau, decorrentes dos efeitos de fatores externos do que de fatores genéticos diretos. Em alguns casos pode até ser efeito genético indireto, como a tolerância a fatores causadores de estresse, mas pouco se espera da seleção direta para ausência de bolsas de resina se não forem eliminadas as fontes que causam injúrias no tecido cambial. Uma evidência disto é a presença de bolsas de resina em quantidades variadas entre plantas do mesmo clone, onde a variação genética é nula.

HILLIS & BROWN (1978) afirmam que *E. maculata*, *E. citriodora* e *E. myrcocoris* tendem a apresentar mais formação de bolsas de resina. Pelo menos em observações feitas no Brasil, há indicações de que essa variação está mais ligada à forma mais ou menos agressiva com que as espécies respondem a fatores estressantes do ambiente. O plantio de *E. maculata* em locais com deficiência hídrica forte tem provocado formação de bolsas de resina em muito maior intensidade do que em locais sem

déficit hídrico. O mesmo fenômeno é verificado em *E. grandis*, quando procedências da região de Coff's Harbour, ao sul da Austrália, são plantadas em locais com déficit hídrico pronunciado. A formação de "pau preto" e a conseqüente formação de bolsas de resina, manifestam-se com muito maior freqüência nessas procedências do que nas procedências de Atherton, situadas ao norte do Estado de Queensland.

Desse modo, a redução dos problemas de formação de bolsas de resina podem ser mais facilmente resolvidos por intermédio de uma indicação correta de espécies/procedências, evitando-se submeter as plantas a condições estressantes, para as quais não apresentam tolerância, bem como pelo uso de métodos adequados de manejo.

Cor

A cor do lenho, por si só, não pode ser encarada como um problema no contexto da obtenção de produtos sólidos da madeira. Entretanto, pelas variações de gostos e costumes e até mesmo por modismo, a produção de madeiras com determinadas cores poderá vir a se tornar uma oportunidade de mercado. A coloração da madeira pode ser um fator importante quando sua produção for destinada à fabricação de móveis e peças de interiores. Cada mercado de produto acabado pode preferir um tipo de coloração. No mercado europeu por exemplo, SIMULA & TISSARI (1998) afirmam que a tendência atual é de preferência pela coloração clara. Já em outras situações, principalmente quando se busca a imitação de madeiras tropicais, cores com outras tonalidades podem ser mais valorizadas.

Embora a cor seja considerada um fator muito influenciado pelo ambiente, existem variações de grande magnitude nesse aspecto, tanto entre espécies quanto entre indivíduos. Híbridos e clones tem apresentado madeiras com colorações das mais variadas, indo desde o vermelho escuro até clara, quase branca. Pelas alterações que são produzidas ao se cruzarem espécies com madeiras que apresentam colorações distintas, pode-se esperar a possibilidade de aparecerem árvores com as mais diferentes tendências de cor e, principalmente, que essa alterações de cores ou tonalidades possam ser programadas com base nas cores que cada espécie possui.

Várias espécies podem ser utilizadas em cruzamentos visando a produzir madeira clara. Entre estas encontram-se *E. dunnii*, *E. globulus*, *E. nitens*, *E. viminialis* e *E. maidenii*. Todavia estas espécies são mais indicadas para ambientes subtropicais, com clima mais ameno. Entre as espécies de coloração avermelhada forte encontram-se o *E. pellita*, *E. robusta*, *E.*

resinifera, *E. botryoides* e *E. urophylla*, *E. camaldulensis*, *E. tereticornis* e *E. brassiana*. Por seu turno, *E. grandis* e *E. saligna* apresentam coloração natural tendendo para o róseo. Como o ambiente exerce influência na expressão da cor, variações ambientais podem promover a migração de espécies entre grupos semelhantes.

Outro aspecto considerado de grande importância em relação à cor, diz respeito à homogeneidade entre o cerne e o albúmeno. Em certas situações de uso esta característica pode ser valorizada. Existem espécies que são naturalmente mais homogêneas em relação à coloração. *E. dunnii*, por exemplo (ACOSTA, 1998), é considerada uma espécie que apresenta pouca diferença entre as cores do cerne e do albúmeno. Já o *E. grandis* apresenta coloração heterogênea. De um modo geral as espécies que tem cor clara no cerne são mais homogêneas na sua coloração. Híbridos de *E. grandis* com *E. dunnii* produzidos na Riocell apresentam variabilidade quanto à homogeneidade de cor da madeira, possibilitando a seleção de indivíduos com coloração semelhante ao *E. dunnii*.

Podridão de cerne

A podridão de cerne em *Eucalyptus* é um problema que ocorre principalmente em locais onde existe alta umidade relativa e se caracteriza por apresentar a região da medula podre, desqualificando a madeira para uma série de utilizações. Para a sua ocorrência é necessário que haja uma ponte entre o ambiente externo e o interior da madeira. Tal situação tem sido verificada quando existem galhos mortos persistentes, os quais funcionam como porta de entrada para os fungos causadores da podridão de cerne. O fungo se estabelece no ramo morto evoluindo para o interior da madeira e atingindo o cerne. De modo semelhante, raízes mortas por envelhecimento também podem, em certos casos, constituir porta de acesso à região central do tronco. Por estarem conectados diretamente com o cerne, tanto galhos quanto raízes mortas propiciam a colonização das células mortas do interior da árvore.

Aparentemente o melhoramento genético visando a reduzir a incidência de podridão de cerne pode ser feito de forma indireta. Como os ramos secos aderidos ao caule constituem-se nas fontes mais frequentes de inóculo para o interior do tronco, a seleção de materiais genéticos com boa desrama natural pode contribuir para a diminuição da ocorrência de podridão de cerne. Outra característica que pode ser importante na redução da podridão de cerne é a espessura dos galhos. Galhos mais finos são mais

fáceis de serem desramados, natural ou artificialmente, além de serem menos efetivos na introdução de fungos no interior do tronco.

A tendência é de que a prática da desrama artificial e o uso de recipientes maiores, ou a poda química, na produção de mudas, fatores que dificultam a exposição do lenho à entrada de fungos apodrecedores, possam eliminar por completo a podridão de cerne, muito mais facilmente do que o desenvolvimento de programas de melhoramento.

Resistência a Insetos

Os insetos em geral, mas de forma especial os perfuradores de tronco, representam uma grande ameaça latente à produção de madeira serrada. Embora não tenham despertado muita atenção, por suas ocorrências acontecerem na forma de surtos esporádicos (SANTOS et alii, 1996), o potencial de danos à madeira, representado principalmente pelos coleópteros, é consideravelmente alto. Insetos pertencentes a esse grupo tem sido constatados em plantios de várias espécies e em várias localidades do Brasil.

De modo geral atacam plantas debilitadas por agentes estressantes, onde o mais freqüente tem sido a deficiência hídrica. Outras situações, em que haja danos à integridade da casca, ou algum agente que provoque a exposição do lenho, como ventos ou ferimentos em operações de retirada de madeira, parecem ter influência na atratividade a esses insetos. Em virtude de estarem quase sempre ocultos no interior das toras, seu controle por meios químicos torna-se difícil. Felizmente sua ocorrência está freqüentemente acompanhada da presença de um grande número de parasitas e predadores, fazendo com que o controle biológico seja uma alternativa importante no seu controle. Em outras situações toras armazenadas em pátios de serrarias, bem como madeiras já serradas, podem tornar-se alvo de insetos da família Scolytidae. Entretanto, nesse tipo de situação a proteção da madeira ou mesmo o controle dos insetos é mais fácil de ser realizado.

A *Pharacantha*, um inseto introduzido da Austrália, encontra-se disseminado no Brasil e sua presença já foi constatada em várias situações atacando árvores de espécies pouco tolerantes à seca, em períodos de déficit hídrico prolongados. Este inseto também causa danos em toras abatidas que não sejam processadas no período de uma semana. Períodos de alta umidade relativa favorecem sua proliferação em razão de que a presença da casca é fundamental para o seu estabelecimento inicial. Após a eclosão dos ovos as pequenas larvas perfuram a casca e se estabelecem na região cambial,

fazendo pequenas galerias que se distribuem de forma radial. Em períodos mais secos a casca perde umidade mais rapidamente dificultando o desenvolvimento das larvas.

Apesar da sua importância potencial aparentemente o melhoramento da tolerância aos insetos perfuradores do tronco deveria ser feito de forma indireta, reduzindo-se a predisposição das árvores aos fatores estressantes. Neste sentido o plantio de espécies e procedências adequadas, aliado ao uso de técnicas de manejo que evitem danos às árvores, constitui-se na melhor maneira de redução dos riscos de danos causados por este tipo de insetos.

Outras Características

Existem ainda várias outras características que podem ser desejáveis e incluídas em programas de melhoramento para obtenção de produtos sólidos da madeira. Na fabricação de produtos acabados características, como a textura, a trabalhabilidade, o comportamento na fresagem, colagem ou em situações de esforço, como pregos, parafusos e encaixes, além de várias outras, são importantes e podem ser selecionadas. Muito provavelmente deve haver variações entre árvores, possibilitando a seleção desse tipo de característica, o que promoveria ganhos importantes para a indústria manufatureira.

Não foram considerados neste artigo os aspectos relativos ao melhoramento do crescimento e da forma do tronco, em virtude de que suas importâncias são inerentes a esta atividade, além de serem considerados critérios universais no melhoramento genético de árvores. Por outro lado, a exemplo da densidade da madeira, o crescimento e a forma do tronco são características já bastante estudadas, conhecidas e cujo melhoramento tem se mostrado viável em vários programas de melhoramento de árvores.

Produção de Postes

A produção de postes de madeira e especialmente postes de *Eucalyptus*, tem se caracterizado por ser uma atividade marginal. Com exceção de algumas concessionárias e alguns fornecedores, que produzem parte de sua matéria prima, a grande maioria obtém postes em florestas estabelecidas para outras finalidades. Este fato configura um baixo nível de comprometimento com a qualidade da matéria prima para esse fim.

A variação entre espécies tem se constituído na única fonte de busca de matéria prima mais adequada à produção de postes. Muito pouco

tem sido feito no sentido de melhorar as propriedades que possam efetivamente contribuir para a produção de madeira com qualidade, tanto nas situações de trabalho quanto nos custos do processo de tratamento preservativo.

Se por um lado quase nada foi realizado em termos de direcionamento do melhoramento genético especificamente para a produção de postes, por outro lado a falta de adequação das normas à evolução florestal tem constituído um desestímulo à implementação de trabalhos dessa natureza. As normas vigentes, por exemplo, não fazem referência e, por consequência, não consideram a possibilidade de se utilizar híbridos para esta finalidade. Existe hoje no Brasil uma infinidade de híbridos sendo plantados comercialmente, cuja madeira apresenta propriedades físicas e mecânicas do mesmo nível e, muitas vezes, superiores a muitas espécies aceitas pelas normas.

Por outro lado, a partir do completo domínio das técnicas de clonagem, o conceito de espécie como parâmetro para caracterizar o enquadramento de madeira para a fabricação e comercialização de postes ficou ultrapassado. Dentro de determinada espécie existem indivíduos ou clones que apresentam propriedades tecnológicas da madeira muito semelhante a outro grupo de espécies. Isto sugere que as normas deveriam considerar ou se basear em propriedades da madeira ao invés de classificação botânica.

Do ponto de vista do melhoramento genético é perfeitamente viável centrar, no indivíduo, várias ações que permitiriam produzir uma matéria prima com maior qualidade. Avaliações de propensão ao fendilhamento e às rachaduras, resistência física e mecânica, impregnação de substâncias preservativas (podendo-se selecionar e modificar a relação cerne/alburno) e forma do tronco, entre outras, podem propiciar a seleção de clones capazes de imprimir modificações na matéria prima com reflexos técnicos e econômicos altamente positivos para a atividade de produção de postes de *Eucalyptus*.

Estratégias Para Acelerar a Qualificação da Madeira de *Eucalyptus* para a Obtenção de Produtos Sólidos

O grau de contribuição dos programas de melhoramento genético de *Eucalyptus* para as indústrias madeireiras está intimamente ligado à capacidade desses programas em produzir indivíduos com as características desejáveis; à velocidade de geração destes indivíduos, bem como à

velocidade de integração, ao processo produtivo, dos ganhos provenientes do uso desses indivíduos..

Neste sentido a hibridação interespecífica associada à clonagem comercial é uma alternativa de grande importância e de grande impacto dentro dos programas de melhoramento genético. O cruzamento de espécies que possuem características superiores, diferenciadas entre si (complementares), permite produzir árvores especialmente projetadas para determinada finalidade, com maior quantidade de atributos desejados e no menor espaço de tempo. Por outro lado a reprodução e multiplicação destes indivíduos superiores através da propagação vegetativa representam a forma mais rápida de transformar os ganhos genéticos em reais benefícios para a indústria.

Produção de Híbridos Interespecíficos

A hibridação possibilita combinar em um único indivíduo, ou grupos de indivíduos, características florestais distintas que sejam de interesse. Desde que se utilizem espécies que sejam complementares quanto à obtenção dessas características desejadas, pode-se, por exemplo, produzir árvores de alto crescimento, com menor propensão a rachaduras, tanto de toras quanto de tábuas, com fibras bem orientadas, além de ser possível direcionar a coloração da madeira para as mais diferentes tonalidades e matizes, para atender segmentos de mercado particulares. Desse modo, a produção de híbridos interespecíficos é uma ferramenta indispensável quando se deseja adequar a madeira de *Eucalyptus* para uso na indústria de madeira serrada, sobretudo pela agilidade proporcionada em comparação com os métodos tradicionais.

De modo geral as características tecnológicas da madeira de híbridos interespecíficos são intermediárias em relação aos valores das espécies progenitoras. Entretanto, a faixa de variação observada nos valores assumidos pelas características tecnológicas dos indivíduos híbridos permite que sejam selecionadas árvores com valores superiores à média da espécie de maior valor ou inferiores à média da espécie de menor valor.

Outra vantagem decorrente do uso de híbridos é a manifestação de heterose, ou vigor híbrido, verificada na maioria dos cruzamentos interespecíficos, possibilitando o aparecimento de indivíduos com maior capacidade de crescimento (ASSIS, 2.000). Quando se busca aumentar os valores dos diâmetros, por exemplo, os indivíduos altamente heteróticos são de grande utilidade, uma vez que sua superioridade dificilmente pode ser obtida em árvores dentro de cada espécie pura. Sem dúvida, nas situações

em que o aproveitamento comercial dessa heterose pode ser conseguida mediante o uso da clonagem, a produção de híbridos entre espécies de *Eucalyptus* tem o seu maior impacto e deverá desempenhar um papel de grande importância para a atividade industrial madeireira.

Outros Tipos de Cruzamentos

Um dos atributos mais importantes do gênero *Eucalyptus*, do ponto de vista do melhoramento genético, diz respeito à sua capacidade de produzir híbridos férteis. Isto possibilita que híbridos possam ser cruzados entre si, ou com outras espécies, no sentido de se obter composições gênicas múltiplas e em diferentes proporções, buscando produzir madeiras tanto mais próximas do ideal quanto possível.

Quando se cruzam duas espécies distintas entre si, o híbrido produzido possui 50% da constituição genética de cada uma das espécies progenitoras. Em muitos casos o híbrido produzido pode, ainda, ser carente de alguma característica de interesse. Em tais situações o cruzamento com uma terceira espécie de interesse, e que possua a característica em questão, pode ser útil. Nesse caso os novos híbridos produzidos teriam 25% da constituição genética de cada uma das espécies progenitoras originais e mais 50% da terceira espécie cruzada com o híbrido.

Desse modo, outros tipos de combinações podem ser produzidas aumentando-se ou diminuindo-se a participação do conjunto gênico de determinada espécie no composto produzido, de acordo com o conjunto de atributos desejáveis das espécies envolvidas, no sentido de produzir árvores que sejam o mais próximo possível da árvore idealizada. Pode-se, por exemplo, cruzar um indivíduo oriundo de um "tri-cross" com uma das espécies progenitoras originais e obter um composto com 62,5% da constituição genética do progenitor original recorrente, 12,5% do progenitor original não recorrente e 25% da espécie utilizada na realização do "tri-cross".

A idéia é usar clones de híbridos, já selecionados e adaptados, como a base para a realização dos cruzamentos. Ainda dentro desta linha poderão ser realizados retrocruzamentos, tendo novamente como base um clone híbrido superior, que pode ser retrocruzado com as espécies progenitoras originais, para obter novos híbridos com a participação de 75% da constituição genética da espécie recorrente e 25% da não recorrente.

Uma série de cruzamentos desse tipo tem sido produzido por ASSIS (1996) com resultados excelentes. O cruzamento do híbrido *E. uropllylla* x *E. grandis* com *E. dunnii*, por exemplo, produziu árvores com

crescimento inédito para a idade de em que foram avaliados. A densidade da madeira apresentou o mesmo comportamento esperado para híbridos, ou seja, uma média intermediária entre os pais com uma variação individual significativa. Seleccionadas precocemente algumas árvores foram clonadas apresentando boa capacidade de enraizamento. Outra combinação com semelhante comportamento foi o cruzamento do mesmo híbrido com *E. maidenii*. Novos cruzamentos estão sendo feitos envolvendo outras espécies, principalmente *E. globulus*, onde se busca introduzir importantes características desta espécie para a fabricação de celulose.

Os retrocruzamentos do híbrido *E. urophylla* x *E. grandis* com *E. urophylla* ou *E. grandis* também apresentaram resultados promissores em termos de crescimento. Outras combinações, que podem representar algum potencial, são os cruzamentos entre híbridos F1 distintos, produzindo-se híbridos duplos. Nesses cruzamentos espera-se produzir grande variabilidade nas características dos indivíduos, as quais serão de grande utilidade na identificação de árvores desejáveis, seja para uso direto nos plantios ou para a realização de novos cruzamentos.

Considerando a possibilidade de clonar os indivíduos superiores produzidos através destes cruzamentos e de ser possível explorar, em diferentes níveis, a fertilidade dos híbridos produzidos entre espécies compatíveis no gênero *Eucalyptus*, estes cruzamentos parecem ser uma nova e importante opção na obtenção de material genético superior. Uma outra possibilidade que não tem sido muito utilizada é a de se inter cruzarem híbridos F1 selecionados, visando a produzir novas combinações nas progênes F2 para seleção e clonagem. A segregação e recombinação desses indivíduos pode produzir segregantes transgressivos, cujo potencial às vezes é maior do que os híbridos F1.

A possibilidade de se utilizar substâncias indutoras do florescimento precoce, como o Paclobutrazol (ASSIS, 1996), torna a combinação de espécies e indivíduos e a integração de suas características uma atividade rápida, o que é pouco comum em espécies florestais. Ciclos de reprodução podem ser obtidos em espaços que variam de 12 a 24 meses, para espécies florescem mais cedo e de 36 a 48 meses para espécies tardias. Isto traz grande agilidade na evolução da criação de árvores superiores, adequadas para utilização em programas de florestas clonais.

Clonagem em Escala Comercial

Se por um lado a produção de híbridos interespecíficos representa uma meio rápido e de grande alcance na produção de indivíduos com

características desejáveis, a sua utilização na transformação desses ganhos em benefícios industriais, ou seja, na sua integração ao processo produtivo, dificilmente pode ser obtida por intermédio do uso direto das sementes híbridas produzidas. Isto ocorre pelo fato de que os híbridos de *Eucalyptus* são geralmente heterogêneos, por serem o resultado do cruzamento de espécies altamente heterozigotas. Desse modo, para se obter o máximo de benefício do uso dessa técnica, torna-se absolutamente necessário que se disponha de métodos de propagação vegetativa funcionais e de baixo custo, para que plantas superiores possam ser identificadas, perpetuadas e multiplicadas em larga escala para o estabelecimento de florestas clonais.

Além de ser extremamente útil na realização operacional dos ganhos obtidos com o melhoramento genético e especialmente com a hibridização, a clonagem promove a homogeneização das propriedades tecnológicas da madeira, fator de grande importância na melhoria do seu desempenho industrial. Desse modo a clonagem pode contribuir duplamente no contexto da utilização da madeira de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos. Por um lado possibilita a produção em massa de madeira com características superiores, previamente selecionadas e, por outro, assegura maior rendimento do processo de produção, em todas as suas etapas, por permitir que se avalie o comportamento industrial dos clones e que lhes sejam aplicados procedimentos técnicos específicos. Adicionalmente pode-se ter ganhos expressivos na qualidade dos produtos, em virtude da maior homogeneidade e direcionamento das propriedades da matéria prima para determinado fim, fator altamente desejável na atividade industrial.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- ACOSTA, M. S. Estado de la tecnologia en usos no tradicionales de la madera de eucalipto en el mercosur y otros países. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1; ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1, 1998, Belo Horizonte. Anais... Viçosa: SIF/UFV/DEF, 1998, p.82-105.
- ASSIS, T. F. de. Melhoramento genético do eucalipto. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p.63-71, 1996.

- ASSIS, T.F. de. Aspectos do melhoramento de *Eucalyptus* para a obtenção de produtos sólidos da madeira. In: LELLES, J. G. de et al ed. WORKSHOP TÉCNICAS DE ABATE, PROCESSAMENTO E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, Viçosa, 1999. UFV-DEF-SIF/IEF, 1999, p. 61-72.
- FERREIRA, F. A. Enfermidades do eucalipto no Brasil. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 186, p. 5-19, 1997.
- FREITAS, A. R. Os avanços tecnológicos no processamento e uso de produtos florestais: produção de madeira serrada de eucalipto. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1; CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 7; 1993, Curitiba. Anais...São Paulo: SBS/SBEF, 1993, p. 293-295.
- GARCIA, J. N. Técnicas de desdobro de eucalipto. . In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. Anais...São Paulo: IPEF/IPT/UFRO/LCF/ESALQ/USP, 1995, p.59-67.
- HILLIS, W. E.; BROWN, A. G. *Eucalyptus* for wood production. Austrália: CSIRO, Austrália, 1978, 434p.
- JANKOWSKY, I. P. Equipamentos e processos para secagem de madeiras. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA SERRARIA, 1995, São Paulo. Anais...São Paulo: IPEF/IPT/UFRO/LCF/ESALQ/USP, 1995, p. 109-118.
- LELLES, J. G. de; SILVA, J. C. Problemas e soluções sobre rachaduras de topo de madeiras de *Eucalyptus spp.* Nas fases de desdobro e secagem. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 186, p.62-69, 1997.
- MALAN, F.S. Properties, processing and utilization of eucalypts. The south African experience. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1; ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRADO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1, 1998, Belo Horizonte. Anais...Viçosa: SIF/UFV/DEF, 1998, p.134-143.
- PONCE, R. H. Eucalipto: uso alternativo da madeira. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 186, p.52-57, 1997.
- SANTOS, G. P.; ZANUNCIO J. C.; ZANUNCIO, T. V. Pragas do eucalipto. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 185, p.63-71, 1996.

- SIMULA, M. T.; TISSARI, J. T. Market prospects for *Eucalyptus* solid wood products in the European Common Market. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1; ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1, 1998, Belo Horizonte. Anais... Viçosa: SIF/UFV/DEF, 1998, p.29-48.
- VERMAAS, H. F. Drying of eucalypts with special reference to young, fast grown plantation material. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1; ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1, 1998, Belo Horizonte. Anais... Viçosa: SIF/UFV/DEF, 1998, p.106-118.
- VITAL, B. R.; TRUGILHO, P. F. Variação dimensional e uso da madeira de *Eucalyptus*. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte, v. 18, n. 186, p.57-61, 1997.
- WAUGH, G. Sawing of young, fast growing eucalypts. In: SEMINÁRIO INTERNACIONAL SOBRE PRODUTOS SÓLIDOS DE MADEIRA DE ALTA TECNOLOGIA, 1; ENCONTRO SOBRE TECNOLOGIAS APROPRIADAS DE DESDOBRO, SECAGEM E UTILIZAÇÃO DA MADEIRA DE EUCALIPTO, 1, 1998, Belo Horizonte. Anais... Viçosa: SIF/UFV/DEF, 1998, p. 69-81.
- ZOBEL, B. J.; JETT, J.B. **Genetic of wood production**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337p.

**INFLUÊNCIAS DO DESBASTE E DESRAMA NO MANEJO DE
*Eucalyptus spp***

**THINNING AND PRUNING INFLUENCES TO *Eucalyptus spp*
MANAGEMENT**

Paulo Renato Schneider¹

RESUMO

No presente trabalho é feita uma abordagem das influências dos tratamentos silviculturais no manejo em sistema de alto fuste de povoamentos de *Eucalyptus sp.* São apresentados os resultados de pesquisas realizadas para verificar a influência da intensidade de desbaste sobre o crescimento, produção e estrutura dos povoamentos de *Eucalyptus grandis*, sendo observado que a produção total de madeira com casca por hectare é significativamente influenciada pela intensidade dos desbastes, até os 189 meses de idade. Também, que a intensidade de desrama em povoamentos monoclonais de *Eucalyptus saligna*, não mostrou evidência de redução do crescimento em diâmetro, altura e volume de madeira por hectare, bem como na sobrevivência da espécie.

Palavras-chave: desbaste, desrama, produção, *Eucalyptus sp.*

ABSTRACT

In the present work an approach was made to determine the influences of silvicultural treatments on the management of high forest stands of *Eucalyptus spp.* The results of investigations which were realized to verify the influence of thinning intensity on growth, yield and stand structure of *Eucalyptus grandis* were shown. It could be observed that total yield of wood over bark per hectare is significantly influenced by thinning intensity at the age of 189 months. Moreover, pruning intensity in monoclonal stands of *Eucalyptus saligna* did not show evidence of growth reduction in.

¹ Engenheiro Florestal, Dr. Prof. de Manejo Florestal do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. 97.119-900 Santa Maria – RS. Pesq. do CNPq.

diameter, height and wood volume per hectare, as well as the survival rate of the species.

Key words: thinning, pruning, yield, *Eucalyptus* sp

INTRODUÇÃO

Os fatores que influenciam a produção quantitativa e qualitativa dos povoamentos florestais estão, em sua maioria, relacionados aos tratamentos silviculturais e, principalmente, com a densidade do povoamento.

Ao manejar um povoamento florestal deve-se levar em consideração todos os fatores que influenciam no crescimento, de tal maneira que seja aproveitada ao máximo a capacidade produtiva do sítio. Da mesma forma, deve ser observada a potencialidade de utilização das árvores, em relação a forma e dimensões alcançadas pelo fuste. Quando a densidade do povoamento for muito baixa, pode-se não estar aproveitando todo o potencial do sítio, em termos de luz, nutrientes e água disponíveis no local. Por outro lado, se a densidade for muito elevada, estes elementos, muitas vezes, não são suficientes para garantir o bom desenvolvimento das árvores do povoamento.

Com a execução de desbaste o espaço vital de cada árvore é aumentado proporcionando o desenvolvimento equilibrado da copa e do sistema radicular de acordo com a dimensão da árvore. Entretanto, os desbastes muito pesados podem levar ao aumento desproporcional do tamanho da copa e dos galhos vindo a reduzir a qualidade da madeira bem como, de forma geral, reduzir a produção volumétrica da floresta. Por outro lado, desbastes de intensidade adequada, aplicados no momento certo permitem melhorar a qualidade da madeira, homogenizar os sortimentos e aumentar a dimensão das árvores sem promover perdas significativas de produção.

Para cada espécie e qualidade de sítio deve haver um regime ótimo de desbaste, o qual permitirá que as árvores desenvolvam-se satisfatoriamente, permitindo produzir madeira da forma mais econômica possível.

A qualidade da madeira de uma determinada espécie depende de três fatores: da forma da árvore, da dimensão da árvores e da qualidade tecnológica da madeira.

Pelo desbaste pode-se eliminar as árvores com forma defeituosa, desta maneira, melhorar a qualidade do povoamento. Por outro lado, ainda existe a influência do desbaste na qualidade tecnológica da madeira, sendo o

principal fator a densidade básica da madeira ou peso específico. Em várias pesquisas foi constatado que em coníferas os anéis mais largos estão correlacionados com um peso específico menor. Porém, nestas pesquisas não foi considerado a idade em que os anéis foram formados.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Considerações sobre desbaste

Os efeitos dos fatores sobre o crescimento agem interrelacionados e, raramente, podem ser analisados isoladamente. Estes podem ser relacionados ao *fator limitante*, explicado pela Lei do Mínimo de Mitscherlich, que tem a maior influência sobre o crescimento. Na Figura 01 pode-se observar a relação dos fatores que agem sobre o crescimento das árvores, sendo muitos deles controlados no manejo da florestal.

SCHULZ & RODRIGUEZ (1967) assinalam que o desbaste tem a finalidade de manipular a competição entre as árvores e destacam que a competição é o fator mais importante para o silvicultor, que pode fazer uso do desbaste para evitar as conseqüências da competição excessiva e a permanência de indivíduos de má formação de fuste.

Desta forma, através do desbaste pode-se manter a classe desejada de árvores e o número apropriado por unidade de superfície, em diferentes fases do desenvolvimento, mediante a eliminação dos indivíduos indesejados. Isto inclui a seleção de árvores segundo suas características de desenvolvimento e manutenção de um dossel e espaço vital mais ou menos uniforme (SINGH, 1968).

Segundo HILEY(1959), os experimentos sobre competição por água e sais minerais têm demonstrado que para uma produção mais econômica de madeira, as árvores devem estar espaçadas mais amplamente que o de costume, quer dizer, que o espaçamento inicial deve ser mais amplo e os desbastes mais fortes.

Para melhor distribuir o espaço horizontal utiliza-se a prática de desbaste que permite direcionar o potencial produtivo do sítio para as árvores de maior valor comercial e evitar sua dispersão em indivíduos indesejáveis ou de menor valor. Por isto, no desbaste, as árvores a serem eliminadas devem ser as mortas, dominadas ou defeituosas. Os indivíduos remanescentes são escolhidos de acordo com determinadas características previamente estabelecidas, variáveis em função do propósito a que se destina a produção ((SCHULTZ, 1969).

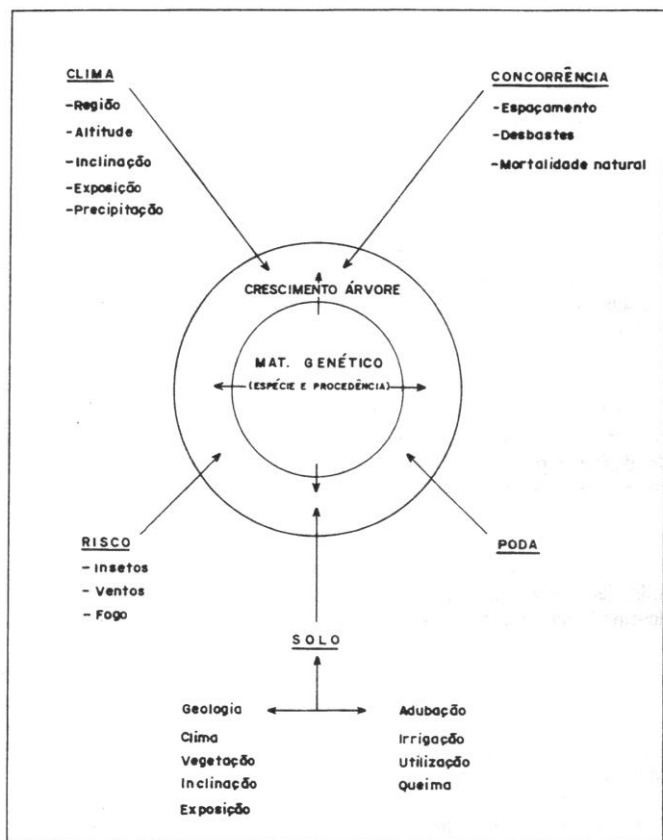


FIGURA 01: Influência de fatores sobre o crescimento das árvores (ASSMANN, 1961)

ASSMANN (1961) analisando a reação dos povoamentos florestais a desbastes, observou que as árvores remanescentes aumentavam rapidamente o incremento, devido ao melhor aproveitamento dos fatores ambientais, ao que denominou de *Efeito de Aceleração do Crescimento* que depende da época de aplicação do desbaste e do seu peso.

Laar *apud* FAO (1981), relata a redução da produção em povoamentos desbastados. Observou perdas de produção da ordem de 15% em volume, porém um ganho em dobro do incremento em diâmetro nos povoamentos desbastados de *Eucalyptus grandis*, na região de Transvaal na África do Sul.

Neste mesmo sentido, LISITA *et al.* (1997), também, estudaram os efeitos dos desbastes sobre a produção, diâmetro médio e estrutura de povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*, no Estado de Minas Gerais, através da redução da área basal. Constataram que a produção tende a ser menor nos maiores níveis de redução de área basal e que a idade de corte é maior nos locais de maior redução. Porém, constataram que quanto maior o nível de redução da área basal, maior a concentração da produção nas maiores classes de diâmetro.

A teoria de MAR, difundida por MULLER *apud* ASSMANN(1961), em relação ao crescimento e produção florestal estabelece que "... o incremento em volume não é influenciado pela densidade do povoamento, dentro de certos limites". Isto quer dizer que à longo prazo e excluindo os extremos de densidade populacional a produção total de volume é semelhante para diferentes níveis de densidade. Esta teoria baseia-se no fato de que o meio ambiente pode suportar uma determinada biomassa com uma determinada superfície folhar por hectare, sendo portanto, o incremento em área basal ou volume uma função da qualidade do sítio. Porém, mais tarde, constatou que as áreas manejadas com desbastes pesados produziam menos volume que com desbastes leves, mesmo quando desbastes pesados proporcionavam maior crescimento em área basal, isto porque as árvores não somente apresentavam menor altura, mas também menores alturas formais.

Segundo MORGAN Jr (1979) a produção de um povoamento no tempo, considerando o mesmo potencial do sítio, está sempre condicionada ao tipo de tratamento de melhoria que permite identificar níveis diferenciados de produção. Se for comparada a produção de uma floresta nativa com uma plantada, em igual condições de sítio e espécie, a produção da plantada será maior. Esta produção pode ser incrementada se for utilizado tratamentos de adubação e desbastes adequados. Mas, a partir de

um determinado nível de produção os ganhos de produtividade terão que ser conseguidos pelo melhoramento genético, como mostra a Figura 02.

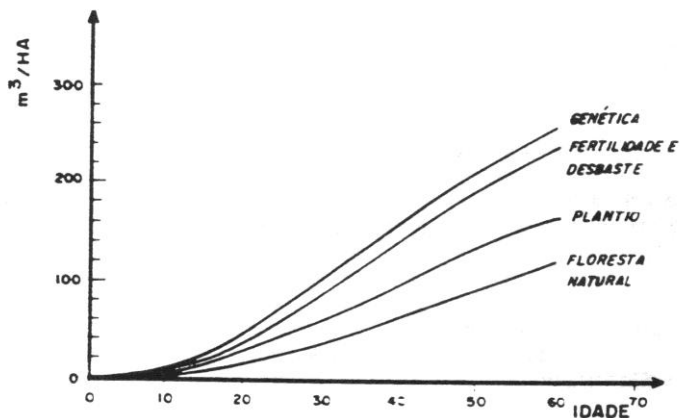


FIGURA 02: Produção em relação a idade e tipo de tratamento (MORGAN Jr, 1979)

Na Nova Zelândia são utilizados os regimes de manejo *Pulpwood*, *Utility* e *Clearwood*, no manejo de *Pinus radiata*. O regime de manejo *pulpwood* preconiza a produção de madeira de menores dimensões para uso em indústrias de aglomerado ou celulose. O regime de manejo *utility* preconiza a aplicação de desbastes periódicos, em número de 2 a 3, mas sem desrama, gerando toras de diversas bitolas, possibilitando a produção de madeira fina e de maiores dimensões, simultaneamente. O regime de manejo *clearwood* preconiza a implantação de um menor número de árvores por hectare do que no regime *pulpwood*, associado a aplicação de desbastes pré-comercial e comercial e desramas.

Considerações sobre desrama

O objetivo da desrama é produzir madeira de melhor qualidade, livre de nós, dar acesso às marcações de desbastes, reduzir os riscos dos danos causados pelo fogo e diminuir os custos de exploração. Porém, além disto, segundo AARON(1969), a desrama em plantações florestais visa melhorar as propriedades físicas da madeira serrada, com a redução da quantidade e tamanho de nós, obtida com a eliminação da formação de nós mortos ou soltos.

A desrama deve ser realizada quando os ramos ainda estiverem verdes, fazendo com que o nó fique persistente, o que não acontece com nó resultante da desrama de galho seco. Quando se pretende um cerne nodoso pequeno, é necessário desramar em duas ou em três etapas, para evitar o corte excessivo da copa viva, mas que provoca um aumento do custo da desrama para um determinado comprimento de tronco (ASSMANN, 1970).

A influência da remoção de galhos vivos na produção de madeira e na redução da forma do fuste, é inversa ao efeito do desbaste. O desbaste do povoamento estimula o crescimento do câmbio na base das árvores, enquanto a desrama tende a inibir o crescimento nesta posição, concentrando-o na parte superior do tronco. Assim, a desrama tende a reduzir a forma do tronco, cuja intensidade de redução depende da severidade da mesma. As desramas entre 30 a 40 % da altura total das árvores são consideradas como as de melhor intensidade, e as remoções maiores levam a diminuição da produção de madeira (KRAMER & KOZLOWSKI, 1990).

A escolha das árvores a podar é análoga às classes de produtividade, no sentido de que, é mais provável que uma árvore mais vigorosa ao ser desramada produza um maior volume de madeira isenta de nós do que uma árvore menor. O número de árvores a podar deve corresponder ao número que se quer no final da rotação ou, com segurança, podar um número maior, na expectativa de que algumas das árvores podadas possam vir a ser removidas em desbastes antes da idade do corte final.

Na empresa Klabin S.A. a desrama em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. dunii* é realizada quando o povoamento atinge entre 20 e 30 meses de idade, e apresenta, em média, 10 cm de diâmetro médio e 12 m de altura média. Na operação são desramadas todas as árvores, exceto as localizadas nos futuros ramais de exploração, as mortas, bifurcadas e doentes. A altura de poda atinge entre 6 e 7 m (SEITZ, 1995).

A decisão sobre a idade da realização das desramas, bem como da intensidade da desrama em relação a altura total das árvores, já foi motivo de muitos trabalhos científicos. Em muitos casos, a idade da desrama é definida pelo DOS (Diameter Over Stubs), definido pelo diâmetro da árvore sobre o verticilo, ficando o volume defeituoso concentrado no cilindro nodoso. Este volume com nós acrescido da medula constituirão a madeira com defeito, que será abrigada pelo DOS. Este método do DOS têm origem na Nova Zelândia, onde é utilizado para o manejo de povoamentos de *Pinus radiata*. O valor do DOS varia entre 10 a 15 cm, estando na dependência da tolerância para a formação de madeira com nós. Quando as árvores do povoamento atingem o valor fixado para o DOS é o momento da realização da desrama. Na primeira desrama o DOS é definido pelo diâmetro sobre o primeiro verticilo, que normalmente ocorre a uma altura abaixo de 1 metro. A segunda desrama é realizada quando o diâmetro do verticilo remanescente atinge o valor do DOS fixado. A altura do fuste desramado atinge cerca de 7 metros. Em média, a primeira desrama atinge uma altura de 2,5 metros, sendo recomendado que esta altura nunca ultrapasse o valor de 40 a 45 % da altura total da árvore.

INFLUÊNCIA DO DESBASTE NA PRODUÇÃO E REGULAÇÃO DA DENSIDADE POPULACIONAL

INFLUÊNCIAS DA INTENSIDADE DE DESBASTE

SCHNEIDER et al.(1999) estudaram o efeito de diferentes intensidades de desbaste sobre a produção *Eucalyptus grandis* implantado em espaçamento inicial de 3,0 x 2,0 metros, na região de Cachoeira do Sul, Rio Grande do Sul. Os tratamentos foram definidos pela área basal mantida em relação à testemunha, sem desbaste e caracterizados por:

- Tratamento 1: Testemunha - sem desbaste;
- Tratamento 2: manutenção de 60% da área basal da testemunha;
- Tratamento 3: manutenção de 50% da área basal da testemunha;
- Tratamento 4: manutenção de 40% da área basal da testemunha.

Os desbastes foram realizada por baixo, aos 96 e 124 meses de idade.

Os resultados mostram que aos 189 meses de idade uma grande perda de produção quando se compara a testemunha, sem desbaste, e os tratamentos com manutenção de 60%, 50% e 40% da área basal da testemunha (Tabela 1).

TABELA 1: Comparação das médias de produção total e perdas de produção, aos 189 meses de idade, em *Eucalyptus grandis*

Tratamentos	Produção Média *	Perda de Produção	
	m ³ cc/ha	m ³ cc/ha	%
T1: Testemunha	756,25 a	0,00	0,00
T2: 60%	639,60 a b	116,65	15,42
T3: 50%	562,30 b	193,95	25,64
T4: 40%	535,05 b	221,20	29,24

* Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

No tratamento com manutenção de 60% da área basal da testemunha ocorreu a menor perda de produção, com cerca de 15,42%, em relação a testemunha, coincidindo com o menor peso do desbaste. Da mesma forma, para o tratamento com manutenção de 50% da área basal da testemunha, ocorreu uma perda de produção de 25,64%, chegando a 29,24% no tratamento com manutenção de 40% da área basal da testemunha. Estes valores encontrados indicam, até a idade de 189 meses, que para qualquer uma das situações de desbaste houve perdas de produção.

Ao analisar o acréscimo em diâmetro ocorrido nas árvores após o desbaste verificou-se que o aumento da intensidade do desbaste provocou um significativo ganho de dimensão. A diferença obtida entre o diâmetro médio no tratamento com manutenção de 60% da área basal da testemunha, em relação a testemunha, sem desbaste, foi cerca de 6,4 cm ou de 23,9%. Nos tratamentos com manutenção de 50% e 40% da área basal da testemunha, quando comparado com a testemunha, sem desbaste, houve acréscimo em diâmetro de 8,5 cm ou 29,4%, em ambos, conforme mostra a Tabela 2.

TABELA 2: Comparação das médias de diâmetro para os tratamentos, aos 189 meses de idade, em *Eucalyptus grandis*

Tratamentos	Diâmetros Médios * (cm)	Diferenças dos diâmetros	
		cm	%
T1: Testemunha	20,4 b	---	---
T2: 60%	26,8 a	6,4	23,9
T3: 50%	28,9 a	8,5	29,4
T4: 40%	28,9 a	8,5	29,4

* Médias seguidas de mesma letra não são estatisticamente diferentes, ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Duncan.

As produções totais e os diâmetros obtidos para a testemunha sem desbaste e os tratamentos com manutenção de 60%, 50% e 40% da área basal da testemunha, mostrados na Figura 3, permitem visualizar graficamente as tendências encontradas aos 189 meses de idade do povoamento. Observa-se a gradativa redução na produção e o acréscimo do diâmetro com o aumento da intensidade de desbaste.

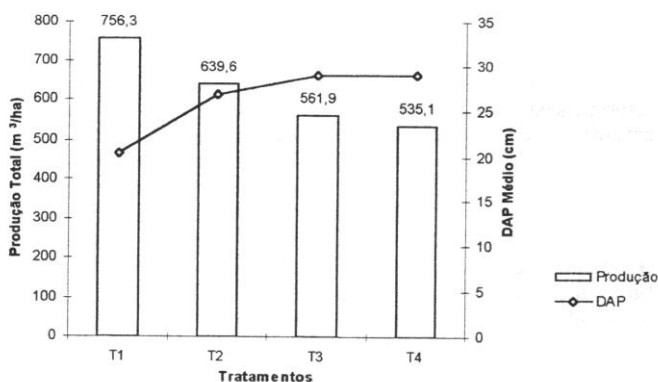


FIGURA 3: Produção total da testemunha(T1), manutenção de 60%(T2), 50%(T3) e 40%(T4) da área basal da testemunha e diâmetros médio respectivos, aos 189 meses de idade, em *Eucalyptus grandis*.

Na Figura 4 é apresentada a distribuição de frequência ajustada, pela Função Beta¹, para a testemunha, sem desbaste, e os tratamentos com manutenção de 60%, 50% e 40% da área basal da testemunha, aos 189 meses de idade. Comparando-se as distribuições de frequência da testemunha, com os demais tratamentos, observa-se uma acentuada diferença na assimetria e na curtose das curvas. Nos tratamentos com manutenção de 50% e 40% da área basal da testemunha, as frequências por classe de diâmetro equivalem-se em número de indivíduos por hectare indicando que, para estas duas intensidades de desbaste, não houve grande alteração de frequência por classe de diâmetro, excetuando-se a última classe, onde o tratamento com manutenção de 50% da área basal teve maior número de árvores.

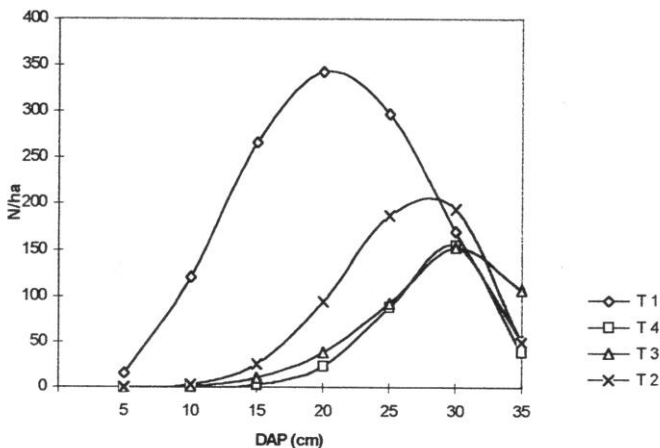


FIGURA 4: Frequência ajustada pela Função Beta, para a testemunha (T1), manutenção de 60% (T2), 50% (T3) e 40% (T4) da área basal da testemunha, aos 189 meses de idade, em *Eucalyptus grandis*

¹ Função Beta para distribuição de frequência, expressa por (LOETSCH et al., 1973):

$$f(x) = \text{const} \cdot (x - a)^\alpha \cdot (b - x)^\beta$$

Sendo: α e β = coeficientes; a = limite inferior da distribuição de frequência, determinado por: $a = d_1 - w/2$; d_1 = menor centro de classe da distribuição de diâmetro; b = limite superior da distribuição de frequência, determinado por: $b = d_k + w/2$; d_k = maior centro de classe da distribuição de diâmetro; w = intervalo de classe.

No tratamento com manutenção de 60% da área basal da testemunha houve maior frequência nas maiores classes de diâmetro, tendo ainda sido encontradas 425 árvores por hectare com diâmetro igual e superior a 22,5 cm, e 250 árvores por hectare com diâmetro igual e superior a 27,5 cm, ou seja, 45 % do número total de árvores por hectare (550 árvores por hectare). Com diâmetro entre a 32,5 cm e 35,0 cm foram encontradas, aos 189 meses de idade, 50 árvores por hectare.

REGULAÇÃO DA DENSIDADE POR DESBASTE:

A regulação da produção por meio de desbaste visa a densidade ótima que possibilita um máximo de crescimento potencial para determinada espécie, sem que isto acarrete em perdas substanciais de produção. O peso do desbaste pode ser determinado por vários métodos, mas aqui somente é mencionado apenas dois deles (SCHNEIDER, 1993).

a) Método de Índice de Espaçamento Relativo

O peso do desbaste determinado pelo Índice de Espaçamento Relativo baseia-se na altura dominante e no espaço vital médio entre as árvores do povoamento.

Na determinação do peso do desbaste é necessário conhecer o Índice de Espaçamento Relativo Desejado (S%), que define o número ótimo de indivíduos que devem permanecer no povoamento após a execução do desbaste.

Quando o índice de espaçamento relativo do povoamento for menor que 16% ocorre uma severa competição entre as árvores e perde-se 25% do incremento potencial.

Para determinação do peso do desbaste por este método é necessário definir o espaço médio desejado após o desbaste, deduzido por:

$$EMD = S\% \cdot h_{100} / 100$$

Sendo: h_{100} = altura dominante de Assmann; EMD = espaço médio desejado, para após o desbaste; S% = índice de espaçamento relativo desejado.

Considerando-se que após o desbaste a distribuição das árvores no povoamento segue a forma de um hexágono regular, o número de árvores a permanecer (Np/ha) no povoamento é calculado pela expressão:

$$Np/ha = 10^4 / \{EMD^2 \cdot (\sqrt{3} / 2)\}$$

Com isso, pode-se determinar o número de árvores a serem desbastadas (Nd/ha):

$$Nd/ha = Nr/ha - Np/ha$$

Sendo: Nr/ha = número real de árvores por hectare antes do desbaste;
Np/ha = número de árvores à permanecer por hectare, após o desbaste.

Assim, o peso do desbaste (Pd%) em unidade relativa é obtido pela expressão:

$$Pd\% = Nd/ha \cdot 100 / Nr/ha$$

O Índice de Espaçamento Relativo Desejado para *Eucalyptus grandis* foi determinado por FINGER & SCHNEIDER (1999) com base num experimento de intensidades de desbaste, realizado aos 96 meses e repetido aos 124 meses após o plantio, e regulados em função da área basal mantida em relação à testemunha, sem desbaste e caracterizados por: Tratamento 1: Testemunha - sem desbaste; Tratamento 2: manutenção de 60% da área basal da testemunha; Tratamento 3: manutenção de 50% da área basal da testemunha; Tratamento 4: manutenção de 40% da área basal da testemunha.

A partir das variáveis dendrométricas levantadas nos tratamentos de desbaste com diferentes pesos de área basal foi calculado o Índice de Espaçamento Relativo Desejado (S%) resultante em cada tratamento, pela expressão:

$$S\% = EM / h_{100} \cdot 100$$

Sendo: S% = índice de espaçamento relativo desejado; EM = espaçamento médio entre árvores, em metros; h_{100} = altura dominante de Assmann, em metros.

Na Figura 5, pode-se observar a variação dos Índices de Espaçamento Relativo Desejado, para os diferentes pesos de desbaste, após sua execução. Os resultados mostram o aumento do Índice de Espaçamento Relativo com o crescimento da altura dominante para qualquer quantidade de área basal mantida após o desbaste. Por outro lado, a magnitude deste

índice diminui para uma mesma altura dominante com o aumento da área basal mantida após o desbaste.

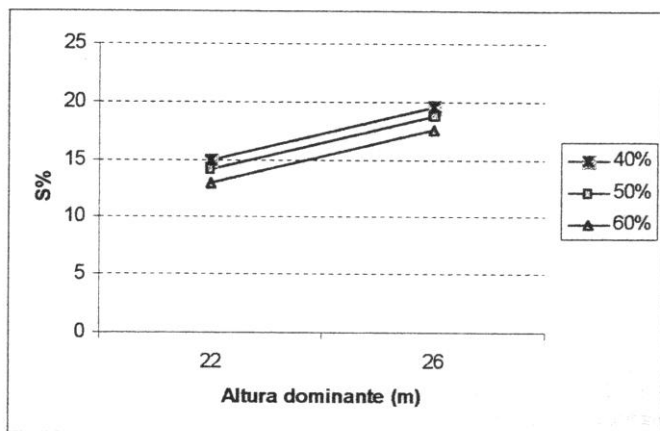


FIGURA 5: Índice de Espaçamento Relativo Desejado ($S\%$) em função da altura dominante para três pesos de desbaste para *Eucalyptus grandis*.

Fonte: FINGER & SCHNEIDER (1999).

Os valores de $S\%$ calculados foram ajustados por regressão para diferentes alturas dominantes e diferentes intensidades de desbaste. Posteriormente, foi definida uma equação geral para estimar o Índice de Espaçamento Relativo Desejado ($S\%$), sendo expressa por:

$$S\% = -10,95540 + 0,09561 G_{\text{mant}} - 0,001951 G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 h_{100}$$

Sendo: h_{100} = altura dominante de Assmann; G_{mant} = área basal a ser mantida em percentagem da testemunha sem desbaste.

Assim, como exemplo, considerando um povoamento de *Eucalyptus saligna* que apresenta, aos 5 anos, uma altura dominante de 22,2

metros e 2200 árvores por hectare, o procedimento para determinar o peso do desbaste é obtido como segue:

a) Índice de Espaçamento Relativo, para uma área basal de 60% em relação a testemunha sem desbaste:

$$S' \% = - 10,95540 + 0,09561x 50 - 0,001951 x 50^2 + 1,16672 x 22,2$$
$$S' \% = 13,6\%$$

b) Número de árvores remanescentes:

$$EMD = 13,6 x 22,2 / 100 = 3,02m$$
$$Np = 10^4 / \left\{ 3,02^2 x (\sqrt{3} / 2) \right\} = 1267 \text{ árvores/ha}$$

c) Número de árvores a desbastar:

$$Nd = 2200 - 1267 = 933 \text{ árvores/ha}$$

d) Peso do desbaste:

$$Pd = 933 / 1200 x 100 = 42,4\%$$

b) Método Mexicano de Desbaste

Segundo CABALLERO(1960), neste método considera-se que os volumes anuais de uma árvore acumulam-se seguindo a lei dos juros compostos.

A intensidade de desbaste (IC) é determinada pela fórmula:

$$IC = [1 - (1 / 1,0p^{cc})] \cdot 100$$

Sendo: p = percentagem de incremento corrente em volume, observado ao se fazer o inventário do povoamento antes do desbaste; cc = ciclo de desbaste.

Desta forma, o volume do desbaste (V_{desb}) por hectare do povoamento é obtido pela expressão:

$$V_{desb} = V_r \cdot IC / 100$$

Sendo: V_r = volume real do povoamento por hectare.

O método força como tendência a reposição de volume do desbaste para voltar a obter o volume antes do desbaste. Este volume é obtido num período "cc", se os crescimentos volumétricos anuais acumularem-se segundo a taxa "p", conforme a lei dos juros compostos.

Como exemplo, pode-se citar que a percentagem de incremento corrente em volume num sítio médio de *Eucalyptus grandis* pode ser determinada pela seguinte equação:

$$p = e^{6,326 - 0,1381 \times h_{100}}$$

Sendo: p = percentagem de incremento corrente; h_{100} = altura dominante de Assmann; e = base logaritmo neperiano.

Considerando um povoamento de *Eucalyptus grandis*, com 6 anos, altura dominante de 25,0 metros e 279 m³/ha, o peso e o volume do desbaste são determinados como segue:

a) Percentagem do incremento corrente em volume:

$$p = e^{6,326 - 0,1381 \times 25,0} = 17,7\%$$

b) Intensidade de desbaste, para um ciclo de desbaste de 4 anos:

$$IC = \left\{ 1 - (1 / 1,177^4) \right\} \times 100$$

$$IC = 47,9\%$$

c) Volume do desbaste:

$$V_{desb} = 279 \times 47,9 / 100$$

$$V_{desb} = 133 \text{ m}^3/\text{ha.}$$

INFLUÊNCIAS DA INTENSIDADE DE DESRAMA

Um experimento de desrama foi instalado em um povoamento monoclonal de *Eucalyptus saligna*, implantado em Barra do Ribeiro, Rio Grande do Sul. Após dois anos de sua implantação, foram aplicadas desramas nas intensidades de 0, 40, 60 e 80% da altura total da árvore (FINGER et al., 2000). Os resultados mostraram após três anos de observações que a intensidade de desrama não mostrou evidências de redução do crescimento em diâmetro, altura e volume de madeira por hectare, bem como sobre a sobrevivência da espécie.

Devido à grande dominância apical do *E. saligna* e à pouca idade das árvores neste experimento, houve a recuperação da dimensão da copa

das árvores com o crescimento em altura já no primeiro ano após a execução da desrama. A desrama em árvores com altura em torno de 11,0 m permite obter, em uma única operação, troncos livres de nós até 8,8 m sem prejuízo do crescimento da árvore. Os resultados indicam ser possível aplicar a desrama na intensidade de até 80% da altura total sem prejuízo ao incremento.

Os resultados mostram que, embora tenha sido retirado diferentes quantidades de copa nos tratamentos, a espécie não sofreu redução de crescimento, recuperando, com o crescimento em altura, a parte da copa necessária para seu desenvolvimento pleno, observado nas médias de altura apresentadas na Tabela 4.

TABELA 4: Médias das variáveis diâmetro, altura e volume/ha para as quatro intensidades de desrama, em três anos consecutivos.

Idade Anos	Desrama (%)	N. árv. (/432 m ²)	d (cm)	h (m)	V (m ³ /ha)
2 *	0	72,0	7,5	8,0	62,7
	40	64,3	7,1	7,5	60,5
	60	69,7	7,3	7,8	62,1
	80	70,3	7,5	8,3	59,6
3	0	71,3	10,6	12,1	81,9
	40	63,3	10,9	12,5	76,9
	60	67,7	10,4	11,8	73,5
	80	68,3	10,6	12,9	77,5
4	0	71,0	12,3	16,9	145,2
	40	63,3	12,5	17,2	139,5
	60	67,0	12,2	16,9	136,5
	80	68,3	12,1	17,2	134,8
5	0	71,0	13,4	19,1	203,1
	40	61,7	13,8	19,2	195,6
	60	66,7	13,3	18,6	187,8
	80	64,0	13,2	18,4	179,5

Sendo: * situação observada no momento da aplicação do tratamento; N. árv. = número de árvores; d = diâmetro à altura do peito, em centímetros; h = altura total, em metros; V = volume total, em metros cúbicos por hectare.

Nas Figuras 6, 7 e 8 podem ser visualizados, respectivamente, o crescimento verificado para o diâmetro à altura do peito, altura e volume por hectare, para cada tratamento, nas idades de 3, 4 e 5 anos de idade da floresta. A análise destas figuras mostra que não houve efeito dos tratamentos sobre o crescimento em diâmetro, o que também ficou indicado estatisticamente. A pequena superioridade do tratamento com 40% de desrama (0,6 mm no ano) pode estar associada a mortalidade ocorrida neste tratamento, o que gerou espaço entre árvores um pouco maior.

Quanto ao volume, a Figura 6 mostra a mesma tendência observada para altura, ou seja: valores de volume ligeiramente superiores no tratamento sem desrama e volumes iguais nos que sofreram desrama. Nos dois casos, os resultados podem ter sido influenciados pela pequena diferença na mortalidade de árvores, ocorrida ao acaso, dentro das repetições de igual tratamento.

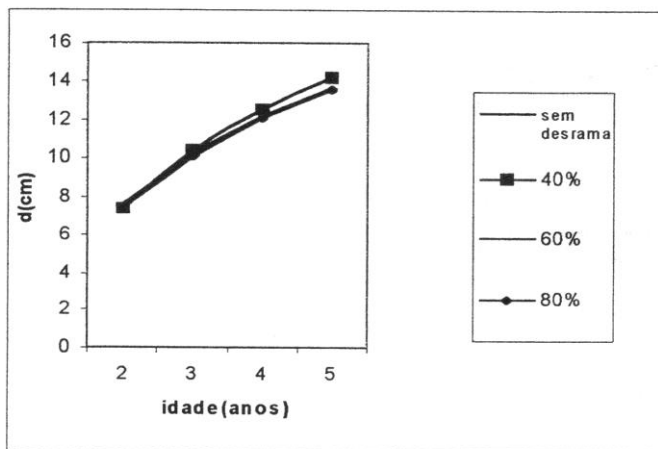


FIGURA 6: Crescimento diamétrico nos tratamentos de desrama entre as idades de 2 e 5 anos.

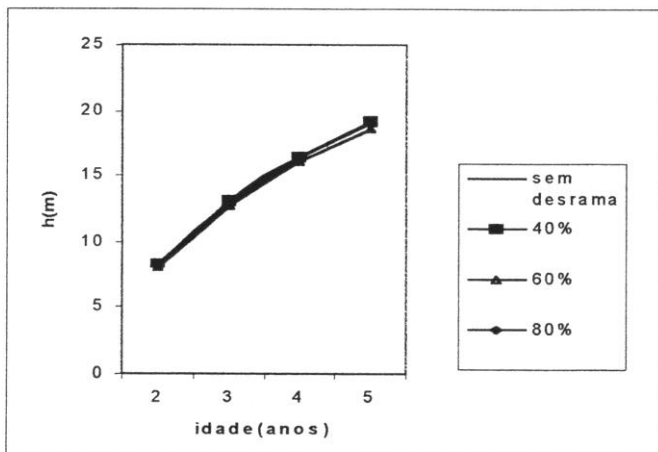


FIGURA 7: Crescimento da altura nos tratamentos de desrama entre as idades de 2 e 5 anos.

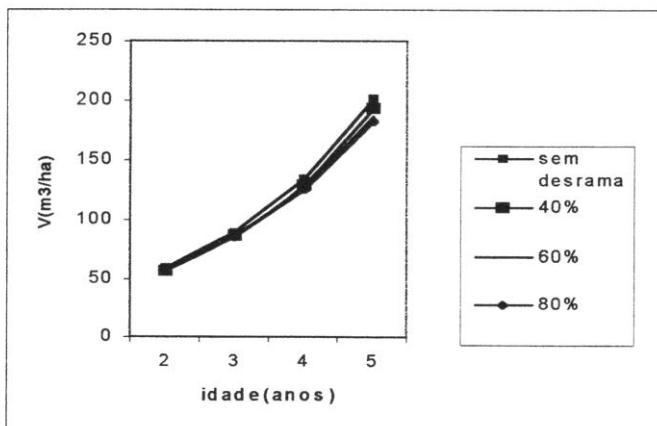


FIGURA 8: Crescimento volumétrico nos tratamentos de desrama entre as idades de 2 e 5 anos.

Os resultados obtidos são de grande importância prática, pois indicam ser possível retirar, em uma única operação de desrama, os galhos de árvores jovens de *E. saligna* até a altura correspondente a 80% da altura total, sem prejuízo do crescimento em diâmetro, altura e volume.

A execução desta intensidade de desrama em árvores jovens, com altura próxima a 11,0 m permite, em uma única operação, deixar livre de nós cerca de 8,8 m do tronco com diâmetro enodado menor que 8,0 cm ao DAP. Outra vantagem é o maior rendimento no trabalho de campo em decorrência do reduzido diâmetro dos galhos, o que também pode ser traduzido em vantagem econômica.

Outra alternativa de execução da desrama envolve duas fases. Na primeira é retirado os galhos até a altura em que o executor da desrama alcança com a serra, sem o uso de cabo ou escada (altura do homem mais o comprimento do braço). A segunda fase pode ser realizada, quando conveniente, meses após, levantando a desrama até a altura desejada. Esse procedimento traz a vantagem da separação de atividades com rendimentos diferentes; a desrama até a altura do executor, cerca de 2,5 m, e em alturas maiores, que requerem o uso de cabos ou escadas. Outra vantagem desse procedimento é a maior resistência a flexão das partes superiores do tronco quando a desrama for realizada mais tarde, vindo a facilitar a operação de corte dos galhos.

A segunda fase pode também ser realizada no ano seguinte a desrama baixa, o que garantiria ainda a obtenção de um núcleo enodado de dimensões reduzidas.

A realização da desrama em duas fases pode ser ainda importante em povoamentos com espaçamentos iniciais amplos, pois garante menor luminosidade junto ao tronco reduzindo a possibilidade da emissão de novos brotos neste local, como se observa em povoamentos jovens que sofreram desrama drástica.

Por outro lado, também pode-se utilizar estes resultados de desrama para aplicação da teoria do DOS. Neste caso, o valor do DOS poderia ser fixado em 10 a 12 cm, estando este valor na dependência da tolerância para a formação de madeira com nós. A primeira desrama deve ser executada quando diâmetro sobre o primeiro verticilo atingir o DOS, que normalmente ocorre a uma altura abaixo de 1 metro. A segunda desrama seria executada quando o diâmetro do verticilo remanescente atingir o valor do DOS fixado. A altura das desramas pode atingir 50 até 80% da altura total da árvore, sem prejudicar seu crescimento. Normalmente, a altura do fuste desramado atinge cerca de 7 a 8 metros.

CONCLUSÕES

As pesquisas realizadas sobre a intensidade de desbaste em povoamento de *Eucalyptus grandis* e intensidade de desrama em povoamento monoclonal de *Eucalyptus saligna*, respectivamente, permitiram concluir:

a) Em relação ao desbaste:

- A produção total de madeira com casca por hectare é significativamente influenciada pela intensidade dos desbastes, até os 189 meses de idade.

- A máxima produção foi obtida na testemunha, sem desbaste (756,25 m³cc/ha), porém com um diâmetro médio menor (20,4 cm), que os tratamentos com desbastes.

- O desbaste com manutenção de 60% da área basal da testemunha, produziu 639,6 m³cc/ha, provocando perdas de 15,4% da produção total, porém mostrou um acréscimo de 6,4 cm ou 23,9% no diâmetro médio.

- Os desbastes com manutenção de 50% e 40% da área basal da testemunha produziram 562,3 m³cc/ha e 535,05 m³cc/ha, provocando uma perda de produção de 25,6% e 29,2%, respectivamente, porém com acréscimo de 8,6 cm ou 29,6 % no diâmetro médio, em ambos os tratamentos.

- Os desbastes efetuados com a manutenção de 60% da área basal da testemunha, permitiram a obtenção de 250 árvores por hectare com diâmetro igual e superior a 27,5 cm e 50 árvores por hectare com diâmetro igual e superior a 32,5 cm e inferior a 35,0 cm.

- A aplicação de desbastes com manutenção de 60% da área basal, em relação a testemunha sem desbaste, resultou no grau de estoqueamento natural de 0,7, gerando a menor perda de produção entre os tratamentos de desbaste testados e um bom incremento diamétrico nas árvores remanescentes.

- Os valores de Índice de Espaçamento Relativo Desejado (S%), para determinação do peso do desbaste de povoamentos de *Eucalyptus grandis* pode ser estimado pela seguinte equação:

$$S\% = -10,95540 + 0,09561 \times G_{\text{mant}} - 0,001951 \times G_{\text{mant}}^2 + 1,16672 \times h_{100}$$

Sendo: h_{100} = altura dominante de Assmann; G_{mant} = área basal a ser mantida em percentagem da testemunha sem desbaste.

b) Em relação a desrama:

- A desrama em povoamentos jovens, nas intensidades de 0, 40, 60 e 80% da altura total das árvores, não mostrou evidência de redução do crescimento em diâmetro, altura e volume de madeira por hectare, bem como sobre a sobrevivência da espécie.
- A grande dominância apical da espécie e à pouca idade das árvores provocaram a recuperação da dimensão da copa das árvores com o crescimento em altura, já no primeiro ano após a execução da desrama.
- Não há diferença estatística entre as médias de diâmetro, altura e volume por hectare e no número de árvores, até três anos após a aplicação dos tratamentos.
- A desrama em árvores com altura em torno de 11,0 m permite obter, em uma única operação, troncos livres de nós até 8,8 m sem prejuízo do crescimento das árvores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARON, J.R. Pro and cons of pruning in conifers. **Journal of Forestry**, n.63, v.4, p.295-304, 1969.
- ASSMANN, E. **The Principles of Forest Yield Study**. New York: Pergamon Press, 1970. 506p.
- ASSMANN, E. **Waldtragskunde**. München: BLV Verlagsgesellschaft, 1961. 425p.
- ASSMANN, E. Zur Theorie der Grundflächenhaltung. **Fw. Gbl.** v.78, p.321-330. 1968.
- CABALERO, R.R. El Método Mexicano de Ordenacion de Montes. **Proceedings: WORLD FORESTRY CONGRESS MULTIPLE USE OF FORESTRY LAND**, 6, p.486-489. 1960.
- DANIEL, TH.W.; HELMS, J.A. & BAKER, F.S. **Principles de Silviculture**. 2.ed. Mexico, MacGraw-Hill, 1982. 492p.
- FAO. Food and Agriculture Organization of United Nation. **Eucalyptus for planting**. Italy: FAO, 1981. 677p.
- FINGER, C.A.G. SCHNEIDER, P.R., BAZZO, J.L., KLEIN, J.E.M. Efeito da intensidade de desrama sobre o crescimento e a produção de *Eucalyptus saligna* Smith. **Cerne**, 2000. Prelo.
- FINGER, C.A.G., SCHNEIDER, P.R. Determinação do peso do desbaste para florestas de *Eucalyptus grandis* Hill. Ex. Maiden, com base no índice de espaçamento relativo. **Ciência Florestal**, n.1, v.9. p.79-87. 1999.

- HILEY, W.E. **Conifers: South African methods of cultivation**. London: Faber and Faber, 1959. 123p.
- KRAMER, J.P., KOZOWLOSKI, K. **Fisiologia das árvores**. Lisboa: Fundação Gulbenkian, 1972. 745p.
- LISITA, A.; LEITE, H.G.; CAMPOS, J.C.C.; REGAZZI, A.J. & LELLIS, V.G.S. Efeitos de reespaçamentos na produção, no diâmetro médio e na estrutura de povoamentos de *Eucalyptus camaldulensis*. **Rev. Árvore**. v 21, n. 4, p. 473-482, 1997.
- LOETSCH, F., ZÖHRER, F., HALLER, K.E. **Forest Inventory**. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH, 1973. 469p.
- MORGAN Jr, H.E. Prerequisites for establishment of Forest Industries in third world countries. In: **WOOD AS RESOURCE IN WORLD ECONOMICS**, 1979. p. 107-129.
- SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC/UFSM, 1993. 348p.
- SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HOPPE, J.M., et al. Produção de *Eucalyptus grandis* Hill Ex Maiden em diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, n.8, v.1. p.129-140. 1998.
- SCHULTZ, J.P. **Curso de Silvicultura I**. Merida: Universidade de Los Andes, Centro de Estudios de Posgrado, 1969. 29p.
- SEITZ, R.A. **Manual da poda de espécies arbóreas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995.
- SINGH, P. Thinning, theory and method. **Indian Forester**. n.7, p.521-532. 1968.

**SITUAÇÃO ATUAL DO DESENVOLVIMENTO DO MANEJO
PARA MULTIPRODUTOS NA ARACRUZ CELULOSE S.A.**

**CURRENT SITUATION OF THE DEVELOPMENT OF THE
MANAGEMENT OF MULTIPLE-USE PRODUCTS AT
ARACRUZ CELULOSE S.A.**

Simone Melo Bardal¹; Marcelo Santos Ambrogi¹

RESUMO

A Aracruz Celulose S.A. inaugurou em 1999 sua primeira serraria, a Aracruz Produtos de Madeira S.A. desenvolvida para o processamento de madeira de eucalipto, tornando-se uma empresa de multiprodutos florestais. Para tanto necessitou desenvolver e aplicar novas técnicas de manejo, adequar o monitoramento dos plantios e o seus sistemas de planejamento. Este trabalho apresenta os conceitos utilizados na empresa no desenvolvimento deste novo negócio.

Palavras-chave: multiprodutos, *Eucalyptus*, desbaste, desrama

ABSTRACT

Aracruz Celulose S.A. became a forestry multiple-product company after started an *Eucalyptus* sawmill in 1999, the Aracruz Produtos de Madeira S.A. For this purpose the company developed and applied new forestry management and new monitoring planning systems. This paper shows the company's concepts that were used in this new business development.

Key words: multiple-use products, *Eucalyptus*, thinning, pruning

1. INTRODUÇÃO

A Aracruz Celulose S.A. maior produtor mundial de celulose branqueada de eucalipto, com uma base florestal de 138.000 ha instalada no Espírito Santo e na região Sul da Bahia, entrou no negócio de madeira

¹ Engenheiros Florestais da Aracruz Celulose S.A.

serrada em 1999 com a inauguração de sua primeira serraria, diversificando o uso de sua base florestal.

Esta decisão estratégica foi baseada em três pilares principais : (a) a capacidade de desenvolver tecnologia para o desdobramento da madeira com qualidade suficiente para a aplicação nobre do eucalipto; (b) o potencial para desenvolver um manejo adequado para a obtenção da matéria prima apropriada ao novo processo, considerando o conhecimento em manejo florestal existente para produção de eucalipto para celulose; (c) as evidências de que este processo é rentável para os acionistas.

2. BASE REFERENCIAL TECNOLÓGICA E FLORESTAL

Os primeiros estudos e análises aconteceram em 1995, através de consultas a especialistas e literatura, visitas a empresas, análise de dados de experimentos internos e participação em eventos em busca de informações sobre manejo de plantações e processamento industrial da madeira. Estas informações serviram de base para as recomendações preliminares de manejo para produtos sólidos.

Em 1996 apresentou-se o estudo de viabilidade do negócio, onde muitas hipóteses foram formuladas tomando por base as especificações da madeira, materiais genéticos a serem selecionados, processos operacionais, logística de abastecimento e plano de suprimento de madeira de longo prazo integrado a produção de celulose.

2.1. BASE INDUSTRIAL

2.1.1. A Aracruz Celulose S.A (ARCEL) possui duas linhas de produção de celulose que em conjunto totalizam 1.240.000 tsa de capacidade nominal, processando 12.000 ton diárias de madeira.

As unidades fabris são compostas basicamente por 3 caldeiras de recuperação e 4 linhas de branqueamento, secagem e enfardamento. Mais de 90% da celulose produzida é destinada a exportação, para linha de papéis sanitários (48%), papéis especiais (25%), papéis revestidos (16%) e não revestidos (11%).

2.1.2. A Aracruz Produtos de Madeira S.A. (APM), localizada no Município de Nova Viçosa, no estado da Bahia, foi inaugurada em Agosto de 1999. A seleção do local de instalação foi função da alta capacidade produtiva da região, bem como da existência de florestas mais antigas, consideradas próprias ao manejo para multiproduto.

A matéria prima segue as seguintes especificações : toras de até 13.3 metros de comprimento, com diâmetro mínimo de 29 cm e máximo de 82 cm. No início do processamento essas toras são partidas em seções de 3.5 a 5 metros, sendo descascadas em seguida.

A serraria prioriza qualidade à quantidade, buscando a fabricação de produtos de maior valor agregado. Sua capacidade de produção atual é de 45.000 m³ de madeira serrada anualmente, estando prevista uma ampliação para 93.000 m³/ano. O rendimento médio de aproveitamento de madeira é de 52%. As tábuas são classificadas visualmente, sendo posteriormente dimensionadas e separadas eletronicamente. São secas ao ar até uma redução aproximada de 35% em seu teor de umidade, sendo então conduzidas às estufas onde são reduzidas a 10 – 14%.

Os produtos são comercializados em 7 classes (grades) após terem tido suas duas faces aplainadas e uma nova classificação, com otimização conforme o mercado consumidor.

2.2. BASE FLORESTAL

As florestas da empresa sempre foram manejadas de modo a otimizar sua produção florestal para atender uma demanda de madeira para celulose. Com sua entrada no mercado de produtos sólidos, sentiu-se a necessidade de se redefinir recursos para obtenção de rotações específicas do gênero *Eucalyptus* para produtos sólidos, num período mínimo, com os menores custos e a maximização dos fatores produtivos.

Para diagnosticar os efeitos das operações em campo, reformulou-se a sistemática do inventário florestal contínuo, de forma a possibilitar a identificação precoce de problemas potenciais ao longo do desenvolvimento do povoamento submetido a desbaste, bem como consolidar o desenvolvimento de novos modelos de crescimento e produção para múltiplos produtos. Estes modelos ganharão precisão à medida que rotações específicas para este fim se completarem.

A partir de 1997, foi implantado um “grande experimento operacional” visando à obtenção de produtos sólidos de madeira no menor espaço de tempo possível. Implantou-se floresta em espaçamentos variados (de 9 a 15 m² por planta), deu-se início da operação de desrama e, através da aplicação de desbastes houve o redirecionamento de alguns talhões cujo destino anterior era exclusivamente para produção de celulose.

Em 1998, implantou-se um sistema de otimização para planejamento de longo prazo. Este sistema em conjunto com o sistema de informações geográficas e as informações advindas do inventário florestal,

tem sido utilizado como uma ferramenta direcionadora para seleção das áreas a serem manejadas para produtos sólidos.

Considera-se que nos últimos anos a empresa tem passado por uma consolidação de aprendizado com referência às práticas de manejo que atendam as características requeridas para produtos sólidos de madeira. Essa experiência, acumulando erros e acertos, tem como estrutura básica um acompanhamento contínuo do inventário e do plano de suprimento, que direciona toda a condução da floresta.

Embora, no caso da Aracruz, o consumo de matéria prima da serraria seja pequeno quando comparado a demanda de celulose, faz-se necessário manejar a floresta de forma integrada de modo a maximizar a receita líquida da empresa como um todo. O ciclo mais longo necessário para obter madeira adequada à serraria, implica em demandar áreas proporcionalmente maiores de manejo específico, reduzindo em um primeiro estágio a disponibilidade de madeira para celulose, já que plantios anteriormente prontos para corte final para celulose serão agora desbastados.

Estas relações de produção, a grande possibilidade de alternativas de manejo para cada talhão florestal exige que se tenha na empresa ferramentas de apoio à decisão adequados ao manejo empregado e ao volume de informações a ser manipulado.

A experimentação científica e a operacional se complementam, fazendo girar a espiral de melhoria contínua. Quanto melhor o monitoramento das respostas que os plantios dão aos manejo aplicado mais rápido gira-se a espiral

Inicialmente acreditava-se ser possível ter áreas manejadas exclusivamente para serraria desde sua implantação, considerando que entre as práticas de manejo que exercem maior influência na diferenciação do produto final, destacavam-se a seleção do material genético, determinação do espaçamento para plantio, execução de desrama e desbaste.

Atualmente utilizando ferramentas adequadas as condições da Aracruz, permiti-se que o sistema de planejamento trabalhe de forma livre, fazendo as interações entre a capacidade produtiva dos locais e sua potencialidade de geração de rendas, indicando desta forma as áreas cujo destino principal será a serraria ou a indústria de celulose de forma a garantir a maior rentabilidade e a sustentabilidade dos empreendimentos demandadores de matéria prima florestal.

Somente após a definição do uso da madeira que se estabelece um manejo diferenciado., A aplicação do manejo implica em mudanças no seu

monitoramento, ou seja na adequação dos procedimentos de inventário, que devem ser diferenciados em função do objetivo do manejo.

3.1. Espaçamento de plantio

O critério de decisão do espaçamento em um empreendimento destinado a multiproduto deve estar mais vinculado ao sítio e material genético do que necessariamente ao destino da madeira. Atualmente a Aracruz pratica os espaçamentos de 9 e 12 m² / planta que são adequados tanto a produção de celulose como para a de madeira serrada.

3.2. Seleção de espécies para plantio

Os materiais genéticos mais adequados às condições da Aracruz são provenientes de híbridos selecionados de *E. grandis* e *E. urophylla*. A empresa tem procurado adaptar todo o "know-how" acumulado em cerca de 30 anos de trabalho com melhoramento genético florestal para celulose, de forma a propiciar a rápida geração de materiais genéticos específicos para produtos sólidos de madeira ou que se adequei bem tanto à celulose como a sólidos de madeira. Sabe-se, por exemplo, que há uma estreita relação entre o material genético recomendado e o produto final, principalmente no que se refere às características de densidade da madeira. Nesse sentido, todos os materiais atualmente utilizados apresentam densidade básica compatível com as atuais demandas previstas na estratégia de produtos sólidos.

3.3. Desrama

Operação que tem como objetivo aumentar a disponibilidade de madeira livre é executada em duas etapas sendo:

primeira desrama : em 70% do talhão selecionado, na idade entre 18 e 24 meses, a uma altura de até 5.8 metros;

segunda desrama : nas árvores que sofreram primeira desrama, entre 36 e 48 meses, a uma altura de até 7.8 metros.

A decisão do momento de aplicar a desrama é função do núcleo nodoso e das condições de galhos que variam conforme material genético.

3.4. Desbaste

Atualmente, o primeiro desbaste está sendo feito entre 5 e 6 anos de idade, com remoção de 50% da área basal determinadas pelo vigor,

forma, distribuição de copa, distribuição espacial e diâmetro (DAP). O segundo desbaste, é aplicado nos plantios desbastados entre 9 e 11 anos, deixando uma população remanescente de 200 a 250 árvores por hectare.

Desde o início dos desbastes foram instaladas parcelas permanentes para poder subsidiar desenvolvimentos de modelos que permitam avaliar o crescimento de plantios desbastados e também para se obter informações importantes como a distribuição diamétrica das toras. Estes dados permitem a empresa a desenvolver algoritmos específicos para desbaste, permitindo melhorar a qualidade da predição de crescimento e da informação da madeira a ser fornecida para a serraria. Essas informações retro-alimentarão o sistema de planejamento, que por sua vez irá considerar individualmente qual é a melhor estratégia de manejo para cada grupo de talhão, ou seja, a estratégia que irá garantir a obtenção da maior renda líquida a partir da floresta.

CONCLUSÃO

A Aracruz Celulose, mantendo sua tradição de pioneirismo, desenvolveu em um curto espaço de tempo condições para que fosse implantada uma serraria de grande porte, para produção de madeira de eucalipto de alta qualidade a partir de plantios manejados para este fim.. Como todo pioneirismo, o processo de aprendizagem é mais árduo mas também mais gratificante.

Para que fosse assegurado o sucesso do empreendimento, experimentos, estudos, visitas, análises financeiras e ferramentas de acompanhamento e de apoio à decisão foram implantadas, visando à redução do risco inerente a um novo empreendimento.

O ciclo mais longo exigido pelo produto final não diminui a urgência de se manter preparado para observar, avaliar e implantar melhorias. O sucesso não depende apenas da sorte mas de conhecimento, tecnologia, monitoramento e de boas decisões.

**CONSIDERAÇÕES PARA O MANEJO DE FLORESTAS DE
*Pinus elliottii***

**CONSIDERATION TO THE FOREST MANAGEMENT OF
*Pinus elliottii***

César Augusto Guimarães Finger¹

RESUMO

Neste trabalho foi avaliado o efeito do desbaste sobre o crescimento da área basal e sobre o incremento volumétrico; o efeito da desrama sobre o crescimento diamétrico, sobre a produção e sobre a densidade da madeira de *Pinus elliottii* Engelm. Os resultados mostraram perdas de incremento volumétrico com o aumento da intensidade de desbaste da ordem de 9, 20 e 54% quando da redução de 25, 50 e 75% da área basal da testemunha, respectivamente. O grau de estoqueamento crítico foi, no período entre 7,5 a 10,5 anos de 0,76, no período de 10,5 a 13,5 anos é 0,80, no período de 13,5 a 16,5 anos de 0,87, no período de 16,5 a 19,5 anos de 0,90, nos períodos de 19,5 - 22,5 anos e 22,5 - 25,5 anos de 0,91; e no período total estudado, 7,5 - 25,5 anos, foi de 0,87. A produção volumétrica também foi influenciada pela desrama, tendo sido encontrada diferença significativa entre os tratamentos. A menor perda de produção, 12,1 % em relação a testemunha, foi verificada no tratamento com desrama de 40 %, e a maior, 19,7 %, com desrama de 60 % da altura total das árvores. O diâmetro foi afetado pela intensidade de desrama, tendo sido encontrado uma diferença de 1,17 cm, aos 11 anos de idade, entre o diâmetro médio do tratamento sem desrama e o do tratamento com desrama drástica, 60 % da altura total das árvores. Para fins práticos as desramas com intensidade inferior a 40 % da altura total das árvores são as mais recomendadas, pois produzem menores perdas de produção, maior diâmetro e uma melhor qualidade da madeira. A densidade da madeira seca ao ar não apresentou diferença significativa entre para os tratamentos desramados.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, produção, desbaste, desrama

¹Engenharia Florestal, Dr., Professor de Biometria Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria. 97105-900 Santa Maria, RS.

ABSTRACT

In this work, the following effects on a *Pinus elliottii* plantation were evaluated: a) thinning on the basal area and volumetric growth; b) pruning on the diameter and growth yield; and c) pruning on the wood density. The results showed volumetric growth losses with the thinning intensity in order of 9, 20 and 54% by reducing 25, 50 and 75% of the basal area of the control plot, respectively. The critical stocking degree was 0,76 in ages from 7.5 to 10.5 years; 0,80 from 10.5 to 13.5 years; 0,87 in ages from 13.5 to 16.5 years; 0,90 in the period 16.5 to 19.5 years; 0,91 in the periods from 19.5 to 22.5 and 22.5 to 25.5 years. In the total period analysed (7.5 to 25.5) the critical stocking degree was 0.87. The volumetric yield was also influenced by the pruning intensities, being significant differences found among the treatments. The smaller yield reduction, 12.1% in relation to the control plot, was observed in the treatments with 40% pruning; and the larger, 19.7%, with 60% pruning of total tree height. The diameter was affected by the pruning intensity, and a negative difference of 1.17cm was found at 11 years of age between the average diameter of treatment without pruning, and the treatment with pruning of 60% of the tree height. For practical purposes, the pruning with intensities smaller than 40% of the tree height are the most recommended, since they showed less yield losses, larger diameters and better wood quality. The air dry density of the woods showed no significant differences among all treatments.

Key words: *Pinus elliottii*, thinning, pruning, yield, growth

INTRODUÇÃO

O homem utiliza as florestas como fornecedora de matéria-prima desde tempos remotos, tendo esta desempenhado, nas mais diversas épocas, importante papel no desenvolvimento econômico e social dos povos. Assim, a organização humana esteve e está associada ao aproveitamento dos recursos florestais, e por isso a sua manutenção através de políticas e ações que garantam o uso racional é indispensável para o desenvolvimento social e econômico.

Nossa história, como nação, sempre esteve ligada a floresta. No sul a *Araucaria angustifolia* serviu de base para o desenvolvimento de inúmeras cidades e atividades econômicas. A sua quase exaustão, decorrente do corte desmedido, sem a observância das técnicas já

disponíveis, obrigou a uma rápida ação de reposição florestal fomentada por Incentivos Fiscais.

Como resultado foram reflorestados milhares de hectares, cerca de 300.000 ha, principalmente com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus*, dentre outros. Os *Pinus*, originados do hemisfério norte, e os *Eucalyptus*, da Austrália, como espécies heliófilas de rápido crescimento, foram preferidas para cobrir extensas áreas que hoje garantem o abastecimento de grande parte da indústria de base florestal brasileira.

Ao longo de décadas o objetivo principal de produção de madeira de pequenas dimensões em rotações curtas esta sendo alterado voltando-se para árvores de maiores dimensões, em rotações mais longas, como forma de agregar maior valor a floresta na tentativa de aumentar sua rentabilidade.

Esta tendência levou a definição de novas formas de manejo dos povoamentos com a realização de desramas e desbastes visando melhorar a qualidade e dimensão das toras de madeira.

As práticas silviculturais adotadas alteraram também a produtividade florestal a qual é diretamente relacionada à idade, a qualidade do sítio e a densidade da floresta.

Dentre esses fatores destaca-se a densidade da floresta pois relaciona-se diretamente com o desenvolvimento do diâmetro e com a produtividade dos povoamentos florestais. Neste sentido, o desbaste tem papel primordial na regulação da densidade da floresta pois permite regular o espaço vital na busca do desenvolvimento de copas e sistemas radiculares equilibrados, árvores estáveis e de maiores dimensões, sem contudo reduzir substancialmente a quantidade total de madeira possível de ser produzida no sítio.

Assim, neste trabalho serão enfocados alguns aspectos relevantes do manejo de florestas com o gênero *Pinus*, resultado de pesquisas desenvolvidas nos últimos anos na Universidade em colaboração com empresas florestais.

I - EFEITO DA DENSIDADE E DO DESBASTE SOBRE A PRODUÇÃO

Ao manejar um povoamento florestal deve-se levar em consideração todos os fatores que influenciam no crescimento, de tal maneira que seja aproveitada ao máximo a capacidade produtiva do sítio.

Com a execução de desbaste o espaço vital para cada árvore é aumentado proporcionando o desenvolvimento equilibrado da copa e do sistema radicular de acordo com a dimensão da árvore. Entretanto, os

desbastes muito pesados podem levar ao aumento desproporcional do tamanho da copa e dos galhos vindo a reduzir a qualidade da madeira bem como, de forma geral, reduzem a produção volumétrica da floresta. Por outro lado, desbastes de intensidade adequada, aplicados no momento certo permitem melhorar a qualidade da madeira, homogenizar os sortimentos e aumentar a dimensão das árvores sem levar a perdas significativas de volume.

Assim, por melhor distribuir o espaço horizontal, a prática de desbaste permite direcionar o potencial produtivo do sítio para as árvores de maior valor comercial e evitar sua dispersão em indivíduos indesejáveis ou de menor valor (SCHULTZ, 1969).

Fishwick apud BERTOLOTTI et al.(1983), constaram que o aumento da produção volumétrica em árvores, em muitos casos, não são resultantes da adoção de desbastes excessivamente drásticos, pois as árvores possuem uma capacidade limitada de utilizar o espaço que lhes é oferecido no interior do povoamento.

ASSMANN (1961) analisando a reação dos povoamentos florestais a desbastes, observou que as árvores remanescentes aumentavam rapidamente o incremento devido ao melhor aproveitamento dos fatores ambientais. Observou ainda que este efeito, ao qual denominou de Efeito de Aceleração do Crescimento, é dependente da época de aplicação do desbaste e do seu peso.

A observação do desenvolvimento da área basal em povoamentos desbastados e não desbastados, levou ASSMANN (1968) à definição dos termos: Área Basal Máxima; a qual é estabelecida em povoamentos não desbastados e representa o número máximo de árvores de determinada dimensão que podem ser mantidas vivas e nutridas em uma condição ecológica; Área Basal Ótima, como a que proporciona o maior incremento volumétrico; e, a Área Basal Crítica, aquela que permite alcançar 95% do crescimento volumétrico ótimo.

Para ASSMANN (1970), um bom indicador dos limites de intensidade de desbaste é a área basal crítica, ou seja 95% da área basal ótima para o povoamento. Através do uso da área basal crítica é possível atingir o efeito de aceleração do crescimento e ainda, repor o que é retirado pelo desbaste. Retiradas superiores a este índice acarretariam perdas volumétricas, pois a floresta não seria capaz de repor o volume e incremento das árvores desbastadas.

Laar apud FAO (1980) também relata a redução da produção em povoamentos desbastados. Segundo o autor foram observadas perdas de produção da ordem de 15% em volume, mas em contra partida um ganho

em dobro do incremento em diâmetro nos povoamentos desbastados de *Eucalyptus grandis*, na região de Transvaal na África do Sul.

Desta forma no presente trabalho foi estudada o desenvolvimento da área basal sob diferentes pesos de desbaste em florestas de *Pinus elliottii* Engelm visando quantificar:

- a) a área basal máxima; ótima e crítica;
- b) perdas no incremento volumétrico do povoamento, decorrentes dos desbastes.

MATERIAIS E MÉTODOS

A área experimental localiza-se na Fazenda Rio das Pedras, pertencente a Empresa Seiva S.A. - Florestas e Indústrias, nas coordenadas geográficas 27° 07' de latitude sul e 50° 26' de longitude oeste do Meridiano de Greenwich, no município de Ponte Alta do Norte, na região fisiográfica denominada Planalto Central Catarinense, Santa Catarina. A altitude do local é bastante variável ficando dentro das isométricas 800 e 1200 metros acima do nível do mar (SANTA CATARINA, 1986).

O experimento foi instalado pelo PRODEPEF (Programa de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal), entre agosto e setembro de 1976, em um povoamento de *Pinus elliottii* Engelm, na época com 7,5 anos e espaçamento de 2,0 x 2,0 m. Foram instalados dois blocos ao acaso, cada um contendo quatro parcelas de 800 m² e 10 m de bordadura (três tratamentos e uma testemunha), numa área total de, aproximadamente, 1 ha.

Os tratamentos foram caracterizados da seguinte maneira: T0 (Testemunha, densidade completa), T1 (Desbaste leve por baixo, retirando o equivalente a 25% da área basal de T0), T2 (Desbaste moderado, retirando o equivalente a 50% da área basal de T0) e, T3 (Desbaste forte, retirando o equivalente a 75% da área basal de T0). Os desbastes e as medições foram feitos anualmente.

O incremento corrente anual em volume (ICA) do tratamento T0, T1, e T2 foram calculados através das equações 1, 2 e 3 por GLUFKE et al., (1997), respectivamente:

$$\ln ICA = 3,025674 + 60,824608 / (\text{mGh}) \quad (1)$$

$$R^2_{aj} \text{ de } 0,05 \text{ e CV\% de } 8,22$$

$$\ln ICA = 4,351139 - 0,000004205 \cdot \text{mGh}^3 \quad (2)$$

$$R^2_{aj} \text{ de } 0,13 \text{ e CV\% de } 7,07$$

$$\ln ICA = 4,294428 - 0,000014438 \cdot \text{mGh}^3 \quad (3)$$

$$R^2_{aj} \text{ de } 0,13 \text{ e CV\% de } 6,56$$

Onde: \ln ICA = logaritmo neperiano do incremento corrente anual em volume e, mGh = área basal média mantida.

O tratamento T3 não apresentou modelo significativo, sendo representado pelo seu valor médio de 29,5 m³/ha/ano.

O incremento periódico em volume (IPv) foi calculado, com base nos valores ajustados do incremento corrente anual, para períodos médios de 4 anos, equação 4.

$$IPv = \Sigma(ICA) \quad (4)$$

A área basal média mantida (mGh) para um determinado período foi calculada com base na expressão 5:

$$m.G.h = \frac{\frac{(g_1 + G_1)}{2} \cdot m_1 + \frac{(g_2 + G_2)}{2} \cdot m_2 \dots + \frac{(g_n + G_n)}{2} \cdot m_n}{m_1 + m_2 \dots + m_n} \quad (5)$$

Onde: g_n = área basal no início do período de incremento, G_n = área basal no final do período de incremento e, m = número de anos de um dado período de crescimento.

A relação gráfica apresentada entre o incremento periódico volumétrico percentual (IPv%) e a área basal média mantida percentual (m.G.h.%) serviu para identificar a área basal máxima, ótima e crítica para diferentes períodos ao longo da rotação do experimento.

Para efeito de estudo das perdas de incremento provenientes da prática de desbaste, e com base nos valores de incremento periódico percentual, foram utilizadas as expressões 6, 7 e 8:

$$Ge = G_i / G_0 \quad (6)$$

Onde: Ge = grau de estoqueamento; G_i = área basal média mantida do Tratamento i ; G_0 = área basal média mantida máxima (T0).

$$\arcsen \sqrt{ipv \%} = 61,369837 + 28,672169 \cdot Ge^3 - 0,292870 \cdot 1 / Ge^3 \quad (7)$$

$$ipv^0 \% = (\text{sen } y)^2 \quad (8)$$

Onde: $ipv\%$ = incremento periódico volumétrico relativo em relação ao tratamento T0 e, y = $\arcsen \sqrt{ipv\%}$, obtido na equação 7.

O peso do desbaste determinado pelo "Índice de Espaçamento Relativo - (S%)", o qual "baseia-se na altura dominante e no espaço médio entre as árvores do povoamento (SCHNEIDER, 1993).

Na determinação do peso do desbaste foi utilizado o Índice de Espaçamento Relativo Desejado (S'), que define o número ótimo de indivíduos que devem permanecer no povoamento após a execução do desbaste de 18%.

Com a definição do peso do desbaste o espaço médio desejado após o desbaste - (EMD) foi calculado por:

$$EMD = S' \% \cdot h_{100} / 100 \quad (9)$$

Considerando que após o desbaste a distribuição das árvores no povoamento segue a forma de um hexágono regular, o número de árvores a permanecer no povoamento - (Np/ha) foi calculado pela expressão:

$$Np/ha = 10^4 / \{EMD^2 \cdot \sqrt{3} / 2\} \quad (10)$$

e, o número de árvores a serem desbastadas (Nd/ha) pela diferença entre o número real de árvores por hectare antes do desbaste - (Nr/ha) e o número de árvores a permanecer por hectare, após o desbaste - (Np/ha) logo:

$$Nd/ha = Nr/ha - Np/ha. \quad (11)$$

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O incremento volumétrico dos tratamentos T1, T2 e T3 expressos em percentagem da testemunha não desbastada, T0 mostram que os incrementos periódico percentual (I_{pv}%) do tratamento T1 foram bastante próximos ao da testemunha, porém menores. No primeiro período (7,5-10,5 anos) o incremento volumétrico periódico percentual foi de 94% e no último período (22,5-25,5 anos) foi de 88%, com uma queda de 6%. Em contrapartida, o tratamento T2 apresentou valores, em percentagem de T0, relativamente constantes mostrando um desenvolvimento aparentemente linear. Já o tratamento T3, apresentou percentagens ligeiramente crescentes de incremento volumétrico periódico percentual, com variação de 11% entre o primeiro período (7,5-10,5 anos) e o último em que foi analisado (16,5-19,5 anos). Este resultado ocorreu devido ao crescimento anual mais ou menos constante das árvores do tratamento e a redução de incremento das árvores do tratamento T0, variando de 190,69 m³/ha no período de 7,5 a 10,5 anos à 121,41 m³/ha entre 22,5 e 25,5 anos (Tabela 1).

TABELA 1: Incremento volumétrico periódico absoluto (I_{pv}) e relativo (I_{pv}%) dos tratamentos T0, T1, T2 e T3, nos períodos

Período (anos)	Tratamento	I _{pv} m ³ /ha	I _{pv} %
7,5 - 10,5	T0	190,61	100
	T1	178,34	94
	T2	152,96	80
	T3	88,40	46
10,5 - 13,5	T0	170,29	100
	T1	158,92	93
	T2	138,94	82
	T3	88,40	52
13,5 - 16,5	T0	161,14	100
	T1	146,08	91
	T2	130,94	81
	T3	88,40	55
16,5 - 19,5	T0	156,22	100
	T1	139,20	89
	T2	125,22	80
	T3	88,40	57
19,5 - 22,5	T0	153,82	100
	T1	135,50	88
	T2	122,90	80
22,5 - 25,5	T0	152,47	100
	T1	133,63	88
	T2	121,41	80
7,5 - 19,5	T0	678,26	100
	T1	622,54	92
	T2	548,06	81
	T3	353,59	52
7,5 - 25,5	T0	984,55	100
	T1	891,67	91
	T2	792,37	80

Os valores de Ipv% total nos períodos 7,5 - 19,5 anos e 7,5 - 25,5 anos mostram que o tratamento T1 apresentou valores ligeiramente menores que a testemunha (8% e 9% menor que o tratamento T0, respectivamente), nestas idades, o tratamento T2 aparece com valores até 11% menores que o tratamento T1 e, o tratamento T3 com a metade do valor de T0, na idade de 7,5 - 19,5 anos.

Na Figura 1, onde nota-se claramente os valores crescentes de T3, contínuos de T2 e decrescentes de T1, e também a não alteração das posições dos tratamento T0, T1 e T2 nos dois últimos períodos considerados.

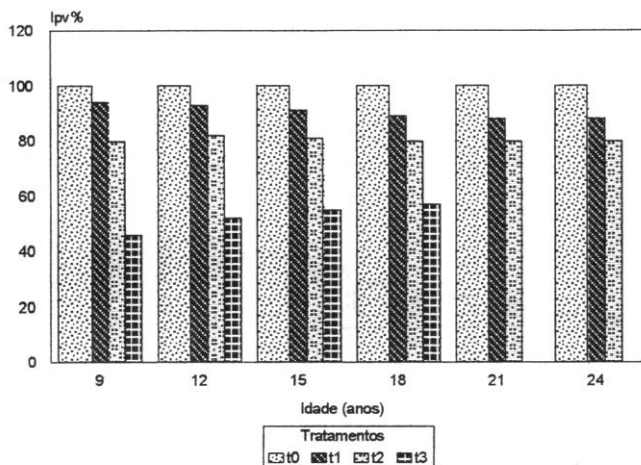


FIGURA 1: Desenvolvimento do incremento volumétrico periódico percentual dos tratamentos T0, T1, T2 e T3.

Na Tabela 2, podem ser observadas as perdas decorrentes da retirada de percentagens da área basal média mantida, em relação ao tratamento T0, sem desbaste. Estes resultados demonstram que com uma prática correta de desbaste é possível obter incrementos muito próximos do valor máximo alcançável no sítio. Observando a Tabela 2, nota-se que com a retirada de 10% da área basal máxima, obteve-se uma perda de 2% no incremento e retirando-se 70%, a perda foi de 39%, já com a retirada de

80% da área basal máxima, a perda foi de 82% (Figura 2).

TABELA 2: Incremento volumétrico percentual (Ivp%) de *Pinus elliottii* Engelm em função da área basal mantida após o desbaste.

Situação	Área basal relativa em relação a $G_{máx}$									
	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6	0,5	0,4	0,3	0,2	
Ivp %	100	98	94	89	84	79	73	61	18	
Perda de incremento %	0	2	6	11	16	21	27	39	82	

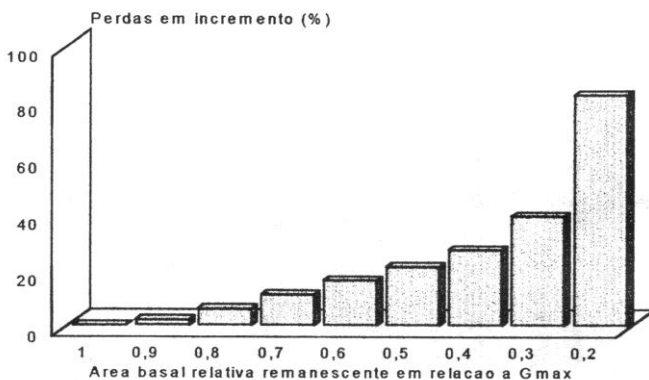


FIGURA 2: Percentagem do incremento volumétrico perdido em decorrência da área basal remanescente (GLUFKE et al. 1997).

O cálculo da área basal média mantida (mGh), por período (equação 5, permitiu verificar a relação entre área basal média mantida percentual (mGh%) e o incremento volumétrico periódico percentual (Ivp%) conforme mostram as Figura 3, 4, 5 e 6.

Na Figura 5, encontram-se os gráficos correspondentes a períodos totais, 7,5 - 19,5 anos onde constam todos os tratamentos de desbaste. No período entre 7,5 - 25,5 anos, o tratamento T3 não está representado porque deixou de ser desbastado quando a floresta alcançou 19,5 anos.

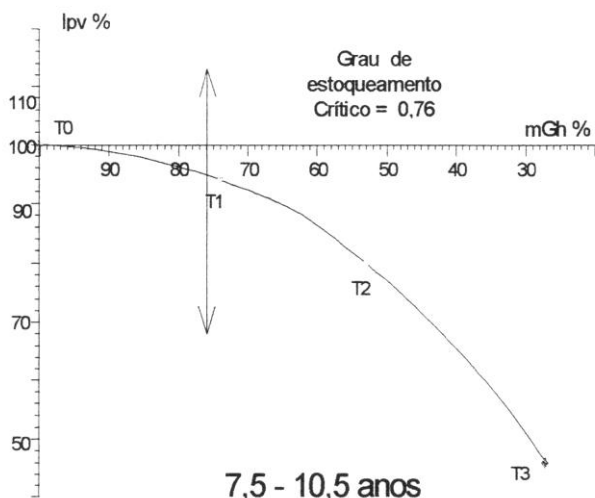


FIGURA 3: Área basal média mantida percentual (mGh%) e incremento volumétrico periódico percentual (Ipv%) entre o 7,5 e 10,5 anos do experimento de desbaste em *Pinus elliptii* (GLUFKE et al. 1997).

As figuras permitem identificar que a área basal ótima para o período, em ambos os casos, é igual a área basal máxima, ou seja, 1,0 (100%). Já o grau de estoqueamento crítico variou de 0,85 (85%) no período de 7,5 - 19,5 anos para 0,87 (87%) no período de 7,5 - 25,5 anos. Esta variação é mínima podendo ser desconsiderada.

Observando as Figuras 3, 4, 5, e 6 nota-se que em nenhum período os tratamentos T1, T2 e T3 superaram o incremento da testemunha, tratamento T0, sendo assim, a área basal ótima foi igual a área basal máxima em todos os períodos.

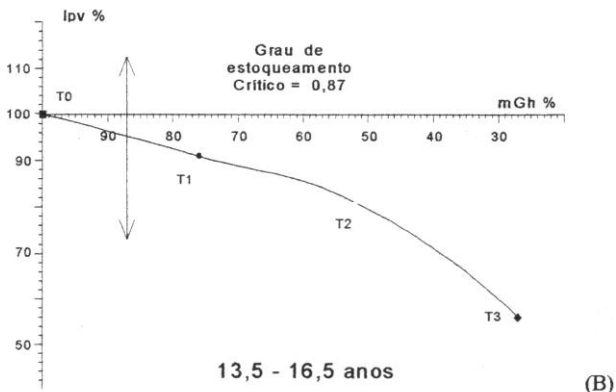
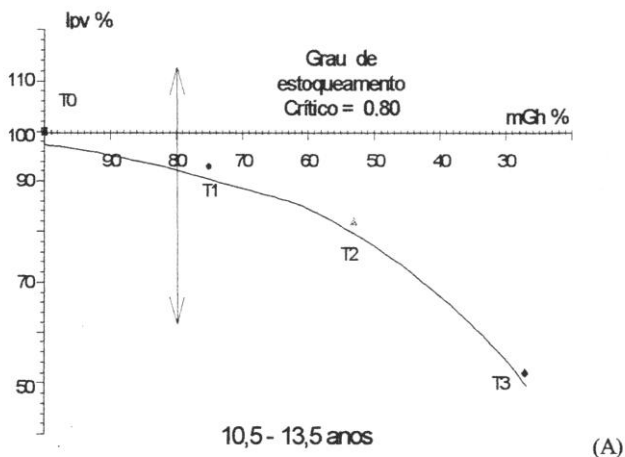


FIGURA 4: Área basal média mantida percentual (mGh%) e incremento volumétrico periódico percentual (Ipv%) entre o 10,5 e 13,5 anos (A) e entre 13,5 e 16,5 anos (B) do experimento de desbaste em *Pinus elliottii* (GLUFKE et al. 1997).

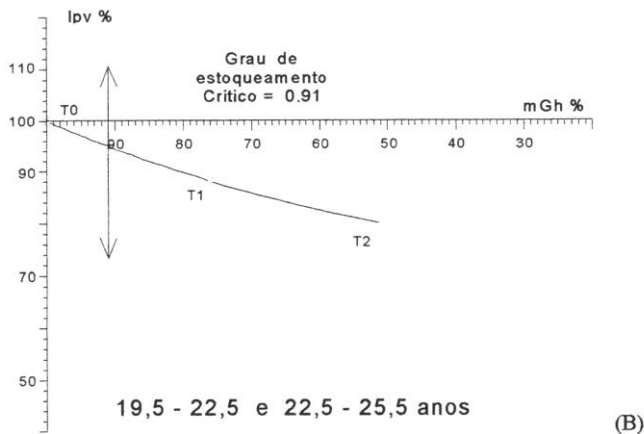
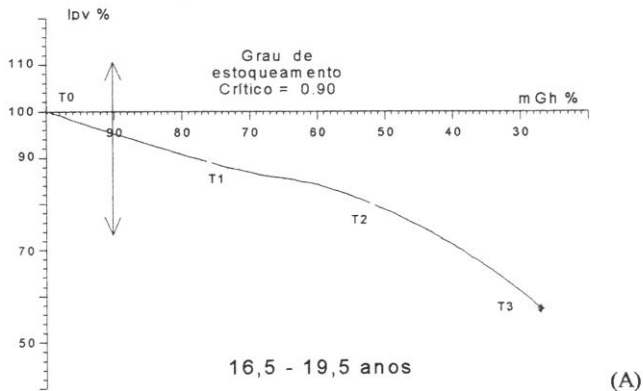
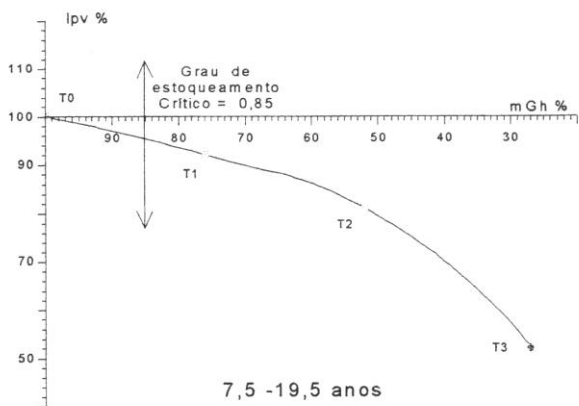
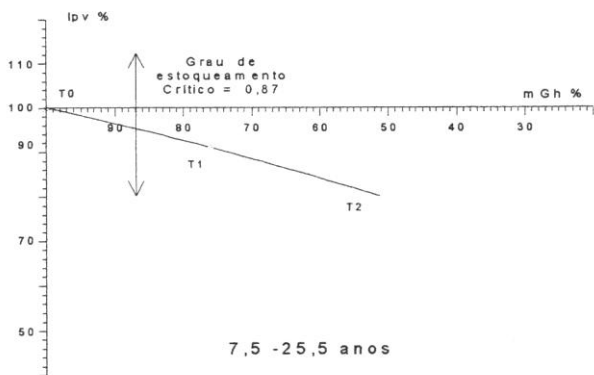


FIGURA 5: Área basal média mantida percentual (mGh%) e incremento volumétrico periódico percentual (Ipv%) entre o 16,5 e 19,5 anos (A) e entre 19,5 e 22,5 anos (B) do experimento de desbaste em *Pinus elliottii* (GLUFKE et al. 1997).



(A)



(B)

FIGURA 6: Área basal média mantida percentual (mGh%) e incremento volumétrico periódico percentual (Ipv%) entre o 7,5 e 19,5 anos (A) e entre 7,5 e 22,5 anos (B) do experimento de desbaste em *Pinus elliottii* (GLUFKE et al. 1997).

A área basal crítica variou pouco entre os períodos, apresentando valores crescentes, que oscilaram entre 0,76 (76%), no primeiro período (7,5 - 10,5 anos), e 0,91 (91%), nos dois últimos períodos (19,5 - 22,5 anos e 22,5 - 25,5 anos). No total, esta variação é de 15 pontos percentuais, mas entre períodos as variações foram pequenas, sendo que as maiores, 6% entre os períodos de 7,5 - 10,5 anos e 10,5 - 13,5 anos e, 7% entre os períodos de 10,5 - 13,5 anos e 13,5 - 16,5 anos. Estes períodos correspondem, na prática usual, aos períodos em que são efetuadas os dois primeiros desbastes nos povoamentos plantados em espaçamento pequeno (2,00 x 2,00m). Entre 13,5 - 16,5 anos e 16,5 - 19,5 anos a diferença entre os graus naturais de estoqueamento crítico foi de 3%, e entre 16,5 - 19,5 anos e 19,5 - 22,5 anos a diferença foi de 1%. Já entre os dois últimos períodos, 19,5 - 22,5 anos e 22,5 - 25,5 anos não houve diferença, os valores se repetem. É importante notar que a repetição dos valores, nos dois últimos períodos, denota a maturidade das árvores, sendo o valor de área basal que pode ser retirado sem que haja perda de incremento é mínimo, podendo ser interpretado como incapacidade do povoamento para repor os volumes retirados.

Regulação densidade pelo Índice de Espaçamento Relativo

O Índice de Espaçamento Relativo (S%), calculado por SPATHELF, (1999) para cada idade e tratamento de desbaste por: $S\% = EM / h * 100$, foi relacionado com a altura dominante por: $S\% = \exp^{(b_0 + b_1/h)}$, para os tratamentos T0, T1 e T2 e, pela equação $S\% = b_0 + b_1 h^2 + b_2 h^3$ para o tratamento T3. Na Figura 7 estão representadas as variações do S% em função da altura dominante.

A curva de S% do tratamento 3 mostra-se discrepante em relação a dos demais. O tratamento T3, além de receber o maior peso de desbaste, 75% da área basal, também não teve desbastes ativos a partir do ano de 1986, época em que o povoamento contava com 19 anos, levando a redução do S%, o que ocorreu de forma distinta da observada no demais tratamentos onde o S% diminui com o aumento da altura das árvores do povoamento.

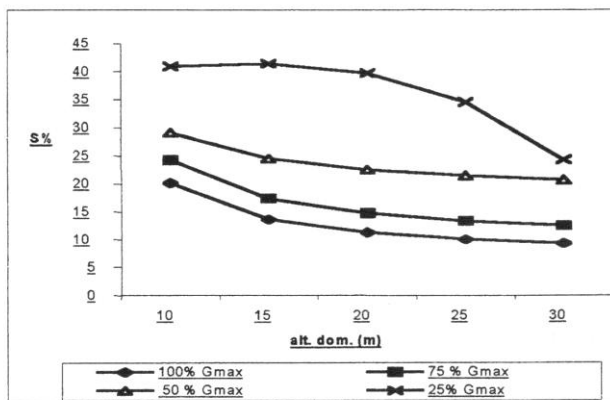


FIGURA 7: Valores de S% para os tratamentos T0(100% Gmax), T1(75% Gmax) e T2(50% Gmax) T3(25% Gmax).

II - EFEITO DA DESRAMA SOBRE O DIÂMETRO, PRODUÇÃO E DENSIDADE DA MADEIRA DE *Pinus elliottii* E.

Um povoamento florestal conduzido em espaçamento reduzido, estimula a desrama natural, tendo como consequência o aumento da qualidade de madeira pela formação de madeira sem nós. Entretanto este processo é lento. Na maioria das espécies, os galhos mortos permanecem aderidos ao tronco por longo período, fator desfavorável à qualidade do lenho dada a inclusão no tronco de grande parte da ramificação lateral, vindo a formar os nós mortos, negros ou soltadiços.

A alta densidade de árvores concorre para favorecer a desrama, mas ocasiona uma diminuição do crescimento em diâmetro das árvores, o que pode ser, de acordo com o objetivo do manejo, desfavorável à condução do povoamento. A desrama artificial e o desbaste surgem então, como meios para conciliar a necessidade de produzir árvores com diâmetros convenientes e com lenho de maior qualidade.

Uma árvore cresce muito bem sem desrama, podendo alcançar o mesmo incremento quando sofrer desrama dentro de parâmetros adequados. Por outro lado, desrama muito intensa afeta o incremento em volume e em diâmetro proporcionalmente a sua intensidade.

A presença de nós vivos ou mortos além de prejudicar a qualidade da madeira, reduz sua resistência, leva a uma classificação comercial inferior e a um preço menor.

Num programa de desrama, o interesse maior é produzir uma camada externa de madeira livre dos nós. Isto está diretamente relacionado com o tamanho do núcleo nodoso e pode ser controlado pela intensidade, idade do início e pela frequência da desrama. O fator que assume maior importância é a dimensão do fuste no início da desrama, e deve ser controlado pelo diâmetro do núcleo nodoso que se deseja. Porém, há certos inconvenientes em se começar uma desrama cedo demais, pois desramas prematuras significam alturas curtas desramadas e, operações mais frequentes devem ser realizadas até atingir o comprimento final desejado. Há que considerar também, que a desrama é uma operação dispendiosa e, como o investimento é efetuado no início da rotação, está sujeita a juros, enquanto os benefícios serão atingidos no futuro, através de preços mais elevados pela madeira livre de nós.

Ao optar por um programa de desrama, é preciso analisar criteriosamente os objetivos, os encargos e benefícios advindos da melhoria da madeira, sem o que se corre o risco de prejuízos, quando não houver a compensação econômica pela produção de madeira de qualidade no corte final. Devido a isto, se torna importante definir critérios que estabeleçam a altura de desrama adequada para cada espécie, região e tipo de povoamento, sem que haja perda no crescimento da floresta, bem como perda econômica.

O objetivo da desrama é produzir madeira de melhor qualidade, livre de nós, facilitar o acesso às marcações de desbaste, reduzir os riscos de danos causados pelo fogo e diminuir os custos de exploração e melhorar as propriedades físicas da madeira serrada, mediante a redução da quantidade e tamanho de nós, através da eliminação de nós mortos ou soltos (AARON, 1969).

Assim, a desrama constitui-se num dos meios mais importantes para valorizar a produção florestal, não existindo outro método, seja biológico ou genético, onde técnicas silviculturais sejam capazes de alcançar o mesmo êxito no aumento do valor comercial e da qualidade da madeira (KNIGGE & OLISCHAGER, 1970).

De acordo com KRAMER & KOZLOWSKI (1972), o corte dos ramos vivos reduz a superfície fotossintética, embora reduza também a de respiração. A retirada dos ramos inferiores, que consomem muito produto fotossintético na respiração e pouco contribuem na fotossíntese, permite um ganho na relação produção e consumo de assimilados.

Young & Kramer apud KRAMER & KOZLOWSKI (1972) observaram, em *Pinus taeda* L., uma acentuada redução no engrossamento do fuste das árvores com o aumento da intensidade da desrama, porém, não relatam influência desta prática sobre o crescimento em altura e produção.

BERENHAUSER (1970) estudou o efeito da desrama sobre o incremento médio anual em altura e diâmetro, e constatou que a mesma produz uma diminuição do incremento das árvores e que estas em pleno estágio de crescimento não toleram a redução exagerada da sua copa viva. O corte dos galhos ou sua morte em virtude do fechamento do dossel do povoamento, em proporção superior a 50 % da copa viva, representa um verdadeiro sacrifício às partes vitais das árvores, trazendo perdas significativas de crescimento.

Segundo FISHWICK (1977) as pesquisas têm demonstrado que 30% da copa viva pode ser removida em uma poda programada, sem redução do incremento em volume das árvores. Por outro lado, DANIEL et al. (1982) afirmam que ao podar árvores não se deve eliminar mais de 50 % da copa viva de uma só vez, porque intensidades de poda acima deste percentual afetam negativamente a taxa de crescimento potencial das árvores. A redução da proporção de copa viva mesmo inferior a 50 % põe, quase sempre, as árvores em desvantagem de competição já que o crescimento em altura e diâmetro reduz-se temporariamente. Por outro lado, segundo SCHULTZ (1977), até 66 % do valor total da árvore está localizado nos primeiros 6 metros de altura, assim sendo, a desrama em maior altura traz apenas uma valorização da madeira, sem acréscimo significativo de valor econômico.

A influência da remoção de galhos vivos na produção de madeira e na redução da forma do fuste, é inversa ao efeito do desbaste. O desbaste do povoamento estimula o crescimento do câmbio na base das árvores, enquanto a desrama tende a inibir o crescimento nesta posição, concentrando-o na parte superior do tronco. Assim, a desrama tende a reduzir a forma do tronco, cuja intensidade de redução depende da severidade da mesma. As desramas entre 30 a 40 % da altura total das árvores são consideradas como a de melhor intensidade porém, remoções maiores levam a diminuição da produção de madeira (KOZLOWSKI et al., 1990).

Desramas drásticas como as realizadas em uma única operação até 12 metros, para árvores com 18,9 metros de altura causam uma diminuição temporária no crescimento em diâmetro, devido a isto, VAN LAAR, (1965) recomenda o uso de duas podas para atingir essa altura.

A densidade é, segundo MITCHELL (s.d.), um dos principais fatores usados na classificação de madeiras estruturais e na seleção de material de alta qualidade.

Segundo KOLLMANN & CÔTÉ (1968), as variações na densidade da madeira são devidas principalmente a diferenças na estrutura e, em menor grau, à presença de constituintes estranhos. Também a durabilidade natural da madeira pode ser influenciada pela densidade. Geralmente, madeiras de maior densidade apresentam estrutura mais "fechada" e, freqüentemente, ocorre impregnação de substâncias como alcalóides e taninos nas paredes das células, tornando-as mais resistentes à ação de agentes deteriorantes.

Taras apud RINCOSKI (1994), durante estudos realizados com propriedades da madeira de *Pinus elliottii* observou que a densidade do lenho primaveril diminui com o aumento da idade, estabilizando-se entre os 8 e os 12 anos. Já a densidade do lenho outonal aumentou rapidamente nesse mesmo período de crescimento, estabilizando-se em determinada idade, para então diminuir em direção à casca.

Conforme ZOBEL (1992), qualquer alteração no padrão de crescimento de uma árvore, resultante ou não de intervenções silviculturais, pode resultar em variações na qualidade da madeira. A poda verde, ou poda dos galhos ainda vivos, pode ser responsável por uma diminuição do crescimento, principalmente em diâmetro, devido à redução da área fotossintética da planta. COWN (1973), estudando a influência de vários níveis de desrama combinados ou não com a realização de desbastes em *Pinus radiata*, encontrou para todos os tratamentos uma redução inicial na largura dos anéis. A remoção de 60% da copa mostrou uma redução inicial no incremento em diâmetro de 75% em relação à testemunha, porém, a despeito da severidade dos tratamentos de desrama, a recuperação do crescimento após as intervenções foi bastante rápida. Nesse estudo o autor concluiu que a única mudança significativa nas propriedades da madeira após o desbaste foi a redução no comprimento dos traqueídeos, enquanto a desrama não interferiu nessa característica, mas evidenciou-se um ligeiro aumento na densidade da madeira de árvores podadas.

MONTAGNA et al. (1992), em estudo realizado com *Pinus elliottii* visando verificar a influência de diferentes intensidades de desrama sobre características de produção e qualidade da madeira, não encontraram efeitos significativos sobre a densidade da madeira, apesar de haver uma tendência de aumento com níveis de desrama maiores.

Em função disto, foi desenvolvido o presente estudo com os seguintes objetivos:

- a) determinar o crescimento em diâmetro das árvores em diferentes intensidades de desrama;
- b) definir a intensidade adequada de desrama;
- c) verificar o efeito da intensidade da desrama sobre a produção volumétrica.

MATERIAL E MÉTODOS

A floresta onde foi instalado o experimento, está situada na localidade de Cordilheira, Serra do Piquiri, no extremo sul do município de Cachoeira do Sul, no Estado do Rio Grande do Sul. Esta área está limitada pelas coordenadas geográficas entre 30° e 31° de latitude sul e 52° e 53° de longitude oeste. A altitude da região varia entre 100 e 500 m acima do nível médio do mar.

O material a que se refere este experimento, é constituído de *Pinus elliottii* E., implantado entre julho e agosto de 1984, numa densidade média de 2000 árvores por hectare, por ocasião da instalação do experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 5 tratamentos e 3 repetições.

Os tratamentos foram definidos pela altura de desrama aplicada, e definidos como: Tratamento 1 = T1: testemunha, sem desrama; Tratamento 2 = T2: desrama dos ramos seco; Tratamento 3 = T3: desrama até 40% da altura total da árvore; Tratamento 4 = T4: desrama até 50% da altura total da árvore; Tratamento 5 = T5: desrama até 60% da altura total da árvore.

As desramas foram aplicadas até as árvores atingirem 6 metros de fuste desramado. O corte dos galhos foi feito com serrote de mão.

Em se tratando de um experimento de longo prazo foi realizado um desbaste entre o 10º e 11º ano de idade do povoamento. O peso do desbaste foi determinado pelo índice de espaçamento relativo (S%), tendo sido realizado quando este índice atingiu um valor entre 16 e 18%. Com o desbaste, o índice de espaçamento relativo foi elevado para 21% em todos os tratamentos.

As parcelas tiveram dimensões de 20 x 20 m, perfazendo 400 m² de área útil cada e contaram com bordadura intra-blocos de 2 linhas de árvores (6 m) e bordadura entre blocos com 3 linhas de árvores (9 m). As unidades de amostra foram identificadas por placas metálicas, contendo informações sobre o experimento, tais como: número do bloco, número da parcela e o tratamento aplicado: testemunha, desrama dos ramos seco, desrama de 40 %, 60 % e 80 % da altura total das árvores.

Todas as árvores receberam uma faixa pintada ao nível do DAP, local onde foram realizadas as medições de diâmetro. As árvores também foram numeradas sequencialmente a partir do canto da unidade amostral, com uma placa metálica colocada junto da base da árvore e fixada com prego.

O volume das árvores foi determinado pela função ajustada com os dados das árvores cubadas pelo método de Smalian, desenvolvida previamente e expressa por:

$$\log v = -4,09524 + 2,16369 \log d - 0,07597 (\log d)^2 + 0,5938 \log h + 0,11352 (\log h)^2 \quad (12)$$

sendo: v = volume (m^3); d = diâmetro à altura do peito (cm); h = altura total (m).

As médias dos tratamentos foram comparadas através do Teste de Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade.

Para o estudo da densidade as medições foram feitas em material proveniente do primeiro desbaste do povoamento. De cada uma das unidades amostrais foram retiradas três entre as maiores árvores marcadas para desbaste, totalizando 45 árvores amostra nas 3 repetições.

De cada árvore foram retiradas as duas primeiras toras, com 2,5 metros de comprimento cada uma. Inicialmente foi retirado um pranchão central de cada uma das toras, com 2 polegadas (5 cm) de espessura, que foi seco em estufa convencional, e de onde foram retirados os corpos de prova para obtenção da densidade da madeira seca ao ar, com dimensões de 4 x 4 x 20 cm. Também foram retirados discos (secções transversais) na base das árvores amostradas, para análise da densidade básica.

Na análise da variância foram utilizados dois contrastes para a comparação das médias de tratamentos (T1 vs. T2, T3, T4 e T5 e, ainda, T2 vs. T3, T4 e T5) e análise de regressão. O quadro de análise da variância, com a decomposição da causa de variação dos tratamentos.

As hipóteses testadas para os contrastes ortogonais foram: $H_0 = 0$ contraste é nulo ($X_r = 0$) e, $H_1: X_r \neq 0$; sendo o critério de decisão utilizado: Se $F_{(Xr)} > F_{\alpha(1,GLE)}$, rejeita-se H_0 e, se $F_{(Xr)} < F_{\alpha(1,GLE)}$, não rejeita-se H_0 .

Para a determinação da densidade da madeira seca ao ar os corpos de prova foram colocados em câmara climatizada, a 20^o C de temperatura e 65% de umidade relativa do ar. Quando as peças atingiram peso constante fez-se a pesagem em balança analítica, e a determinação do volume feita com paquímetro.

Então, a densidade da madeira seca ao ar, a 12% de umidade, foi obtida por:

$$D_{(12\%)} = \frac{P_{(12\%)}}{V_{(12\%)}} \quad (\text{g/cm}^3) \quad (13)$$

Onde: $D_{(12\%)}$ = densidade da madeira seca ao ar (g/cm^3); $P_{(12\%)}$ = massa do corpo de prova a 12% de umidade (g); $V_{(12\%)}$ = volume do corpo de prova a 12% de umidade (cm^3).

A determinação da densidade básica foi feita através do método do máximo teor de umidade, proposto por SMITH (1954), obteve-se a densidade básica da madeira. Dos discos retirados da base das árvores foram retiradas baguetas, que foram seccionadas a intervalos de aproximadamente 1 cm. Essas amostras foram então colocadas em um vaso e saturadas com água, pela aplicação de vácuo. Quando as peças atingiram peso constante, foram pesadas em seguida e colocadas em estufa de secagem a 103°C , até novamente atingirem peso constante.

A densidade básica foi calculada por (SKAAR, 1972):

$$D_b = \frac{1}{\frac{T_{\text{umx}}}{100} + \frac{1}{1,53}} \quad (14)$$

Onde: T_{umx} = teor de umidade máximo (%); 1,53 = densidade da parede celular (g/cm^3).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os tratamentos foram avaliados em duas ocasiões, aos 11 anos e 13 anos para a variável volume total com casca por hectare e, aos 13 anos para a comparação da dimensão alcançada pelo diâmetro médio sob diferentes intensidades de desrama.

Volume aos 11 anos

A análise de variância da produção de *Pinus elliottii* Engelm. sob influência de diferentes intensidades de desrama, obtida aos 11 anos de idade mostrou haver diferença significativa entre os tratamentos

testemunha, sem desrama (SD), desrama dos ramos secos (DS), desrama de 40 %, 50 %, 60 % da altura total das árvores a uma probabilidade de 0,0080 (Prob.>F), para um valor de F calculado de 7,54. Por outro lado, não foi encontrada diferença significativa entre os blocos, (Prob.>F= 0,7736), para um valor de F calculado de 0,27, indicando existência de homogeneidade entre os blocos.

A comparação das médias de volume, através do teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade, demonstrou que a testemunha, sem desrama (SD), não diferiu do tratamento com desrama de ramos secos (DS). Porém, ambos os tratamentos diferiram significativamente dos tratamentos com desrama de 40 %, 50 % e 60 % da altura total das árvores. Por outro lado, os tratamentos com desrama de 40 %, 50 % e 60 % da altura total não diferiram estatisticamente entre si. Da mesma forma, não diferiram entre si, o tratamento com desrama dos ramos secos do tratamento com desrama de 40 % da altura total das árvores (Veja Tabela 3).

Na Figura 8 é apresentada a produção obtida nos tratamentos, aos 11 anos de idade. Observa-se que o maior volume com casca por hectare foi obtido no tratamento sem desrama (SD), com 263,5 m³/ha, seguido do tratamento com desrama dos ramos secos (DS), com 245,1 m³/ha. Com desrama de 40 % da altura total das árvores, obteve-se 231,5 m³/ha, ou seja, uma diferença de volume em relação a testemunha de 12,1 %. A produção volumétrica do tratamento com desrama de 50 % da altura total das árvores foi de 225,5 m³/ha, sendo esta 14,4 % menor que a da testemunha. A menor produção foi obtida no tratamento com desrama de 60% da altura total das árvores, com 211,6 m³/ha, 19,7 % menor que a da testemunha, sem desrama.

Volume após a execução de desbaste

A análise de variância da produção para os tratamentos de diferentes intensidades de desrama, com dados medidos dois anos após a execução do desbaste mostrou que, mesmo aos 13 anos de idade e após a realização do desbaste, manteve-se a diferença significativa entre os tratamentos de desrama, a uma probabilidade de 0,0084 (Prob.>F), com valor de F calculado de 7,44.

A comparação das médias dos tratamentos pelo teste de Duncan (após desbaste) demonstrou que foi produzido pela testemunha (SD) 333,2 m³/ha, não diferindo do tratamento com desrama dos ramos secos com 317,6 m³/ha. Porém, ambos os tratamentos diferiram significativamente dos tratamentos com desrama de 40 % da altura total das árvores (297,1 m³/ha);

de 50 % (289,9 m³/ha); e de 60%, (286,2 m³/ha). Por outro lado, estes três tratamentos não diferiram estatisticamente entre si (Veja Tabela 3).

TABELA 3: Parâmetros obtidos nos tratamentos de desrama em talhões de *Pinus elliottii* Engelm., aos 11 e 13 anos de idade.

Tratamentos de desrama	11 ANOS			13 ANOS		
	DAP (cm)	Produção (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)	DAP (cm)	Produção (m ³ /ha)	IMA (m ³ /ha/ano)
T1: test. sem desrama	16,8A	263,5 A	23,9	18,3 A	333,2 A	25,6
T2: ramos seco	16,3 AB	245,1 A	22,2	17,4 AB	317,6 AB	24,4
T3: 40%	15,9 AC	231,5 C	21,0	17,4 B	297,1 BC	22,8
T4: 50%	15,5C	225,5 C	20,5	16,7 C	289,9 C	22,3
T5: 60%	15,3C	211,6 C	19,2	16,4 C	286,3 C	22,0

DAP = diâmetro à altura do peito; IMA = incremento médio anual.

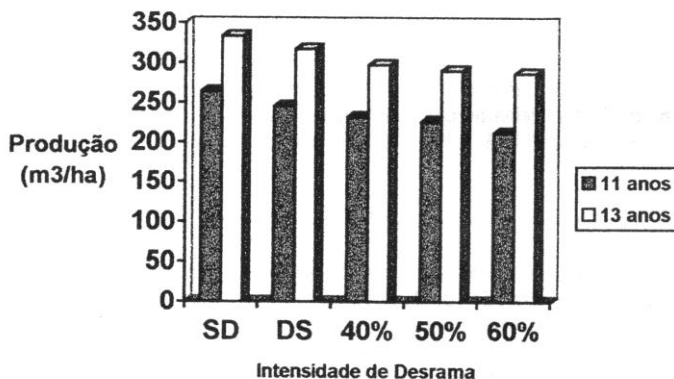


FIGURA 8: Produção de *Pinus elliottii* Engelm. sob diferentes intensidades de desrama, aos 11 e 13 anos de idade.

Diâmetro

A análise de variância dos diâmetros obtidos nos tratamentos, aos 11 anos de idade, mostrou a existência de diferença significativa entre as diferentes intensidades de desrama, a uma probabilidade de 0,0043 ($\text{Prob.} > F$), para um F calculado de 9,23.

A comparação das médias dos diâmetros, aos 11 anos de idade, feita com o teste Duncan, ao nível de 5 % de probabilidade, mostrou que a testemunha, sem desrama, não diferiu do tratamento com desrama dos ramos secos, mas diferiu dos demais tratamentos com 40%, 50 % e 60 % da altura total desramada, porém estes não diferiram entre si. Por outro lado, o tratamento com desrama seca não diferiu do tratamento com desrama de 40 % da altura total (Veja Tabela 3).

Na Figura 9 observa-se que, em um período de 4 anos, contados a partir do estabelecimento das desramas ocorreu uma diferença de 1,17 cm entre o diâmetro médio da testemunha, sem desrama, e o diâmetro médio do tratamento com desrama mais severa, ou seja de 60 % da altura total das árvores. Deve-se considerar ainda que, os tratamentos foram desbastados de forma equânime aos 11 anos de idade não tendo havido mudanças nas tendências observadas antes e depois do desbaste como comprovam estes resultados.

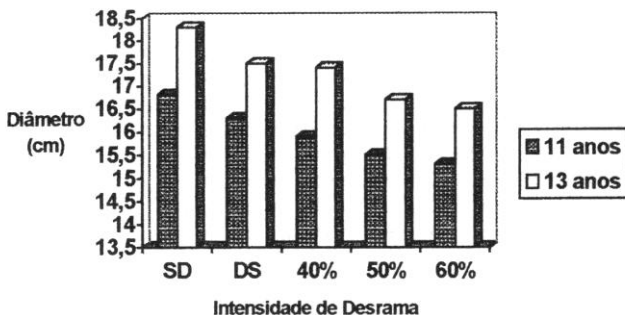


FIGURA 9: Diâmetro médio de *Pinus elliottii* Engelm. sob diferentes intensidades de desrama, aos 11 e 13 anos de idade.

A análise dos parâmetros dendrométricos (Tabela 3) mostrou que o incremento médio anual do diâmetro nos tratamentos testados mostraram as mesmas tendências verificadas para o volume, ou seja a sua redução com o aumento da intensidade de desrama. O maior incremento encontrado, nesta idade, foi 23,9 m³/ha/ano, obtido na testemunha, sem desrama, e o menor, de 19,2 m³/ha/ano, ocorreu no tratamento com desrama de 60 % da altura total das árvores.

Efeito da desrama sobre a densidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelm

Densidade da madeira seca ao ar

Os valores de densidade da madeira seca ao ar das peças provenientes da primeira e segunda toras calculados por (SCHILLING et al., 1997) não mostraram regressão quadrática significativa com a intensidade de desrama. O valor tabelado, a 5% de probabilidade, de $F_{5\%(2,9)}$ é de 4,26, enquanto os valores de F calculados para a primeira e segunda toras foram de, respectivamente, 1,16 e 0,16. A regressão linear também não foi significativa, a um nível de 5% de significância. O valor de F calculado para os dados da primeira e segunda toras, respectivamente, são 2,21 e 0,34, enquanto que o valor tabelado de $F_{5\%(1,10)}$ é de 4,96, para 5% de probabilidade.

Os contrastes ortogonais aplicados para comparação das médias de densidade da madeira seca ao ar dos tratamentos na primeira e segunda toras não apresentaram resultados significativos, conforme os resultados $F_{X1} = 1,57$ e $0,81$ para a 1ª e 2ª tora, respectivamente, para $F_{X2} = 0,18$ e $0,64$ também não significantes. A hipótese H_0 é, então, rejeitada não sendo possível afirmar que existam diferenças estatísticas entre as médias dos tratamentos. Esse resultado coincide com os dos trabalhos de MONTAGNA et. al. (1992) e Bamber & Burley apud ZOBEL (1992), que não encontraram aumento na densidade com a realização da desrama. Entretanto outros autores, como COWN (1973) e Polge apud ZOBEL (1992), encontraram aumento na densidade, de 0,48 para 0,58 g/cm³, com a aplicação de desrama.

Os valores médios de densidade da madeira seca ao ar das peças, para os tratamentos avaliados encontram-se na Figura 10. Na primeira tora houve pouca diferença entre os resultados médios dos diferentes tratamentos. O maior valor médio para densidade foi encontrado no tratamento 1, de 0,44 g/cm³, enquanto a menor média de densidade ocorreu

no tratamento 5, de $0,40 \text{ g/cm}^3$. Os demais tratamentos apresentaram média de densidade da madeira em torno de $0,42 \text{ g/cm}^3$.

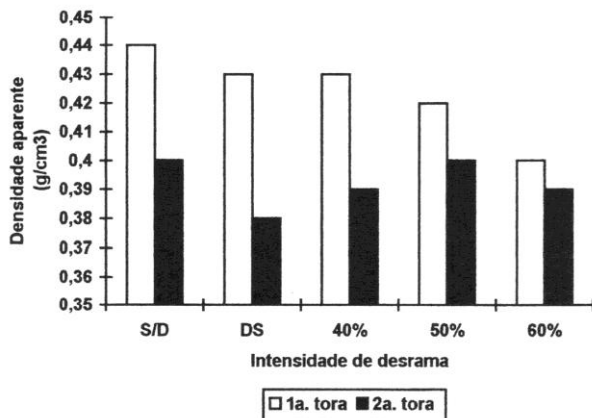


FIGURA 10: Valores médios de densidade da madeira seca ao ar.

Os dados da segunda tora apresentaram, em conjunto, valores um pouco menores de densidade da madeira. O maior valor médio ocorreu nos tratamentos 1 e 4, de $0,40 \text{ g/cm}^3$. Os demais tratamentos apresentaram valores médios de densidade entre $0,38$ e $0,39 \text{ g/cm}^3$, (SCHILLING et al., 1997).

Densidade básica

Com base nos resultados de densidade básica não foi possível afirmar que as operações de desrama tenham provocado alguma alteração significativa na densidade básica da madeira.

O tratamento estatístico dos dados permitiu descrever a densidade básica em função da idade conforme mostram os dados da Tabela 4 e Figura 11.

TABELA 4: Equações ajustadas para descrição do comportamento da densidade básica (db) em função da idade da árvore.

Tratamentos	Equações	S_{yx}	R^2
T1	$db = 0,28 + 0,022848 t - 0,001212 t^2$	0,013	0,87
T2	$db = 0,304667 + 0,0087879 t$	0,014	0,80
T3	$db = 0,2806 + 0,021106 t - 0,0011556 t^2$	0,007	0,95
T4	$db = 0,300667 + 0,008606 t$	0,012	0,83
T5	$db = 0,281333 + 0,012121 t$	0,015	0,87

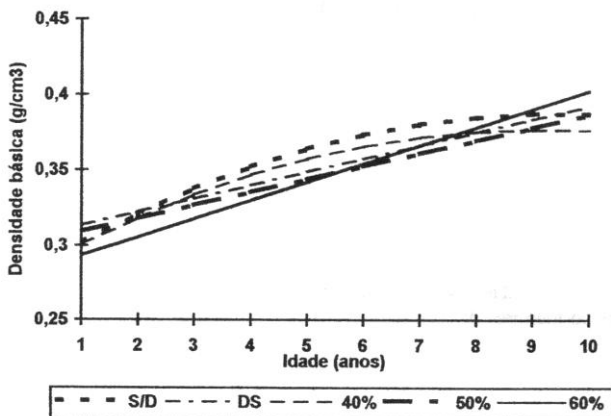


FIGURA 11: Densidade básica da madeira em função da idade da árvore.

Os resultados apresentados mostram o aumento da densidade básica com a idade da árvore.

Nos tratamentos 1 e 3, como pode ser observado na Figura 11, a densidade básica aparenta ter se estabilizado, enquanto nos tratamentos 2, 4 e 5 o aumento da densidade ainda se dá de forma linear.

CONCLUSÕES

Da análise dos resultados obtidos conclui-se que:

Desbaste:

a) a perda de produção aos 25,5 anos com o desbaste de 25% da área basal da testemunha foi de 9%, de 20% do volume com 50% de desbaste, e de 54% com desbaste de 75% da área basal da testemunha;

b) o grau de estoqueamento crítico para *Pinus elliottii* Engelm foi, no período entre 7,5 a 10,5 anos de 0,76, no período de 10,5 a 13,5 anos é 0,80, no período de 13,5 a 16,5 anos de 0,87, no período de 16,5 a 19,5 anos de 0,90, nos períodos de 19,5 - 22,5 anos e 22,5 -25,5 anos de 0,91;

c) no período de 7,5 - 19,5 anos o grau de estoqueamento crítico foi de 0,85 e, para o período total estudado, 7,5 - 25,5 anos, foi de 0,87.

d) o Índice de Espaçamento Relativo foi estimado em função da altura dominante com alta precisão, permitindo expressar o número de árvores a desbastar em função da altura dominante.

Desrama:

e) a produção volumétrica foi influenciada pelas intensidades de desrama, tendo sido encontrada diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de 5 % de probabilidade, tanto aos 11 anos, como aos 13 anos de idade;

f) a testemunha, sem desrama, não diferiu do tratamento de desrama seca, porém ambos diferiram dos tratamentos com desrama de 40 %, 50 % e 60 % da altura total das árvores; estes não diferindo entre si, aos 11 anos de idade;

g) a maior perda de produção, 19,7 %, em relação a testemunha, sem desrama ocorreu no tratamento com desrama drástica, desrama de 60 % da altura total das árvores;

e) a menor perda de produção, 12,1 % em relação a testemunha, foi verificada no tratamento com desrama de 40 % da altura total das árvores;

f) o crescimento em diâmetro foi afetado pela intensidade de desrama, tendo sido encontrado uma diferença de 1,17 cm, aos 11 anos de idade, entre o diâmetro médio do tratamento sem desrama e o do tratamento com desrama drástica, 60 % da altura total das árvores;

g) para fins práticos as desramas com intensidade inferior a 40 % da altura total das árvores são as mais recomendadas, pois produzem menores perdas de produção, maior diâmetro e uma melhor qualidade da madeira;

h) a densidade da madeira seca ao ar não apresenta diferença significativa entre os tratamentos.

i) a densidade básica da madeira mostrou tendência de aumento com o aumento da idade em todos os tratamentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AARON, J. R. Pros and cons of pruning in conifers. *Journal of Forestry*, v.63, n.4, p.295-304, 1969.
- ASSMANN, E. *Waldertragskunde*. Muenchen: BLV Verlagsgesellschaft, 1961. 435p.
- ASSMANN, E. Zur theorie der Grundflaechenhaltung. *FW. Cbl.* n.78, p.321-330, 1968.
- ASSMANN, E. *The principles of forest yield study*. New York: Pergamon Press. 1970. 384p.
- BERENHAUSER, H. Importância da poda em *Pinus spp.* para produção de madeira de melhor qualidade. *Rev. Floresta*, v.3, n.3, p.33-35, 1970.
- BERTOLOTI, G; SIMÕES, J.W.; NICOLIELO, N. & GARNICA, J.B. Efeitos de diferentes métodos e intensidades de desbaste na produtividade de *Pinus caribaea var. hondurensis* Barr. et Golf. *Rev. IPEF*, Piracicaba, v.24, 1983. p. 47-54.
- COWN, D. J. Effects of severe thinning and pruning treatments on the intrinsic wood properties of young radiata pine. *New Zealand Journal of Forestry Science*, v. 3, p. 379-89. 1973.
- DANIEL, T. W. *Principles of Silviculture*. 2ª. ed. New York: McGraw - Hill, 1979. 410p.
- DANIEL, Th, W.; HELMS, J. A.; BAKER, F. S. *Principles de Silvicultura*. 2ª. ed. México: McGraw - Hill, 1982. 492p.
- FAO. *Forest volume estimation and yield prediction*, vol 2 - yield prediction. *FAO forestry paper 22/2*, 1980. 194p.
- FISHWICK, R. W. Dados iniciais sobre poda em *Pinus elliottii*. Brasília: Prodepef, 1977. 7p. (Comunicação Técnica, 5)
- GLUFKE, C.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R. Crecimento de *Pinus elliottii* Engelm sob diferentes intensidades de desbaste. *Ci. Florestal*, v.7, n.1, p.11-25. 1997.

- KNIGGE, W. & OLISCHLAGER, K. Möglichkeiten der Grünastung der Fichte. *Holz-Zbl.* v.96, p.1497-1500. 1970.
- KOLLMANN, F. F. P.; CÔTÉ JR, W. A. Principles of wood science and technology. I. Solid Wood. New York:Springer,1968.
- KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, R.J. & PALLARDY, S.G. The Physiological Ecology of Woody Plants. San Diego, California: Academic Press, 1990. 657p.
- KRAMER, J. P. & KOSWLOSKI, T. Fisiologia das árvores. Lisboa: Fundação Calouste Gulbekian, 1972. 745p.
- MITCHELL, H. L. Development of an adequate concept of wood quality for the guidance of geneticists and forest managers. In: FIFTH WORLD FORESTRY CONGRESS PROCEEDINGS. Anais. s.d.
- MONTAGNA, R. G.; FERNANDES, P. de S.; ROCHA, F. T. et al. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade básica da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. In: WORKSHOP "QUALIDADE DA MADEIRA EM Pinus", Piracicaba, 1992. Anais. p. 35-46.
- RINCOSKI, C. R. Efeito da resinagem nas características da madeira de *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*. Curitiba, 1994. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal do Paraná.
- 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. Tab. Graf. Col.
- SCHILLING, A. C.; SCHNEIDER,P.R.; HASELEIN, C. FINGER,C.A.G. Influência da desrama sobre a densidade da madeira de primeiro desbaste de *Pinus elliottii* Engelm. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.7, n.1, p.77-89,1997.
- SCHNEIDER, P.R. Introdução ao manejo florestal. Santa Maria: UFSM. 1993. 348p.
- SCHULTZ, J. P. Curso de Silvicultura I. Merida: Universidade de Los Andes, Centro de Estudios de Posgrado, 1969. 29p.
- SCHULTZ, H. Unsere Enkel und IKW Wertholz. *Holz-zbl.* v.103, p. 741-743, 1977.
- SKAAR, C. Water in wood. Syracuse, NY: Syracuse University Press; 1972.

- SMITH, D. M. Maximum moisture content: method for determining specific gravity of small wood samples. Madison: US Forest Products Laboratory, 1954. 8p.
- SPATHELF, P. Determination of thinning intensity of *Pinus elliottii* Engelm stands on the basis of the spacing indices relative spacing index, stand density index and Wachsraumzahl. IUFRO WORLD CONGRESS, Costa Rica, 1999. p. 259-272.
- VAN LAAR, A. Von. High pruning of *Pinus radiata*. South African Forestry Journal. v.52, p.27-33, 1965.
- ZOBEL, B. Silvicultural effects on wood properties. IPEF International, v. 2, p. 31-38, 1992.

**MANEJO FLORESTAL NA CAMBARÁ S.A. PRODUTOS
FLORESTAIS**

**FOREST MANAGEMENT IN CAMBARÁ S.A. FOREST
PRODUCTS**

Alessandro Bonamigo¹

INTRODUÇÃO:

A Cambará S.A. Produtos Florestais está localizada no município de Cambará do Sul, região nordeste do estado do Rio Grande do Sul onde encontram-se os campos de cima da serra.

Operando desde 1942, a empresa atualmente possui uma capacidade instalada para produzir 2.100 toneladas por mês de celulose fibra longa branqueada que demanda dois produtos principais:

a) o segmento Fluff que é utilizado por indústrias de absorventes femininos, fraldas, fio dental e algodão;

b) segmento Tissue que é utilizado por indústrias de papel higiênico, guardanapos, toalhas e lenços, papel seda e papel fralda.

A FLORESTA:

A Cambará S.A. possui área total de 13.700 ha, sendo que 4.500 ha são ocupados com infra-estrutura e matos nativos e 8.720 ha florestados ou reflorestados com:

- Pinus taeda 7.800 ha
- Eucalyptus viminalis 380 ha
- Araucaria angustifolia 540 ha

Estas florestas estão situadas num raio médio de 18 km do parque fabril da empresa.

As florestas estão localizadas em torno de 29° de Latitude Sul e em torno de 50° de Longitude Oeste. A altitude varia de 900 a 1000 m. A

¹ Engenheiro Florestal, Cambará S.A. Produtos Florestais, Cambará do Sul, RS.

distância até o litoral é de aproximadamente 46 km.

A precipitação anual média na região é de 1750 mm bem distribuídas durante o ano. A temperatura média anual é de aproximadamente 15° C, sendo que a média das temperaturas máximas é de 22° C e a média das temperaturas mínimas é de 8,5° C. Nesta região ocorrem cerca de 40 geadas por ano, principalmente no período de abril a novembro e queda de neve em cerca de 3 dias por ano.

A Reflorestadores Unidos S.A., empresa co-irmã da Cambará S.A., possui 7.500 ha de florestas de *Pinus taeda*, também no município de Cambará do Sul, porém distante 40 km ao sul da sede da Cambará S.A.

O MANEJO FLORESTAL:

Objetivo das florestas de *Pinus taeda* na Cambará S.A.: produzir madeira de dimensões adequadas para utilização em serraria, aproveitando os sortimentos de menores diâmetros para a produção de celulose. A matéria-prima para serraria é utilizada pela Reflorestadores Unidos S.A., empresa co-irmã da Cambará S.A. Da mesma forma, os sortimentos não aproveitados pela Reflorestadores Unidos S.A., são utilizados pela Cambará S.A. na produção de celulose.

Atualmente a Cambará S.A. somente tem realizado a reforma com *Pinus taeda* nas áreas de corte raso e florestado áreas de campo nativo no regime de parceria.

Preparo de solo: nas áreas de reforma primeiramente é utilizado o picador de resíduo florestal (galhadas e ponteiras) onde o terreno permite sua circulação. Este resíduo é aproveitado para a geração de energia. Nas demais áreas é necessário fazer uma coivara das galhadas para facilitar as demais atividades. A coivara é feita em linhas distantes 12, 15 ou até 18 metros umas das outras, de acordo com a quantia de galhadas existentes na área. Não há desperdício de área plantada com esta coivara, pois as galhadas são colocadas no intervalo das linhas de plantio. Não é utilizada a queima em hipótese alguma. Em seguida é feita a marcação do terreno no espaçamento de 3 x 2 m (1666 mudas / hectare) no mesmo sentido das linhas da coivara. Em cada marcação é feito um coroamento de 50 x 50 cm para retardar a mato-competição.

Plantio: são utilizadas mudas preparadas em tubetes com sementes melhoradas de comprovada procedência.

Combate a formiga: utiliza-se uma distribuição sistemática do formicida granulado a granel nos coroamentos na dosagem de dois quilos por hectare, no mínimo uma semana antes de se realizar o plantio das mudas. Passados 15 dias do plantio dá-se um repasse com o mesmo formicida, porém somente colocando-o onde houver vestígios da presença da formiga. Outros repasses podem ocorrer até a muda completar dois anos de idade.

Manutenções: para evitar a mato-competição são realizadas roçadas de manutenções com roçadeiras mecânicas e se necessário o retoque do coroamento. Estas atividades são mais frequentes nas áreas onde originalmente a vegetação predominante era capoeira. Nas áreas onde era campo nativo o problema limita-se a regeneração natural do *Pinus* ora cortado e da presença da vassoura branca.

Podas: para os plantios novos programamos três podas como segue:

1ª : realizada aos 3,5 – 4,5 anos de idade, podando-se 60 % da altura total da muda. A altura média das mudas estará em torno de 4 m e a altura podada em torno de 2,4 m. O diâmetro ao pé da muda está em média com 10 – 12 cm, que vem a ser o núcleo enodado pretendido para a tora no futuro. É realizada em 100 % das árvores.

2ª : realizada aos 5,5 – 6,5 anos de idade, podando-se 60 % da altura total da árvore. A altura média das árvores estará em torno de 7,5 m e altura podada em torno de 4,5 m. O diâmetro da porção da árvore onde se iniciará a poda também estará entre 10 – 12 cm. Esta poda é realizada apenas nas árvores que permanecerão após o 2º desbaste (950 árvores / hectare), isto é, deixa-se a 6ª linha toda sem podar e nas 5 linhas de árvores restantes poda-se 3 em cada 4 árvores.

3ª : prevemos ser realizada aos 7,5 – 8,5 anos de idade a uma altura de 6,0 m em apenas 600 árvores que deverão ser selecionadas para permanecerem após o segundo desbaste.

Salientamos que em todas as podas um dos indicadores do momento de realiza-la é o amarelecimento dos galhos inferiores da árvore. A marcação das árvores a serem podadas devem ser feitas por pessoas bem treinadas, pois definem as árvores remanescentes após os desbastes.

Como as atividades de corte raso são realizadas continuamente, as atividades de preparo de solo e de plantio (Implantação) também são desenvolvidas durante todo o ano, de modo que do momento de se cortar raso a floresta madura até o plantio da nova floresta passam-se no máximo 90 dias (com exceção dos meses do verão onde evita-se o plantio das mudas).

As atividades de manutenção geralmente ocorrem na primavera e no verão, período de maior crescimento da vegetação e as atividades de poda normalmente são feitas no inverno, quando a floresta entra num processo de dormência em seu crescimento.

Sistema de manejo: a fim de cumprir com o objetivo proposto para as florestas, atualmente utilizamos o sistema de manejo com três desbastes e corte raso (veja Tabela 01).

TABELA 01: Regime de manejo adotado na Cambará S.A.

Intervenção	Idade (ano)	Produção		Árvores Remanesc. n° / ha
		Total m³ / ha	Comercial m st / ha	
1º desbaste	9 - 10	66	100	950
2º desbaste	12 - 13	96	140	600
3º desbaste	16	114	160	300
Corte final	20	384	525	-
Total		660	925	
IMA		33	46	

1º desbaste: é sistemático e seletivo. São retiradas todas as árvores da 6ª linha e realizado uma seleção por baixo nas demais 5 linhas. Em áreas mais acidentadas desconsidera-se a 6ª linha e faz-se o desbaste totalmente seletivo por baixo.

2º e 3º desbastes: são totalmente seletivos por baixo.

Deve-se ressaltar que a Cambará S.A. está em transição para este sistema, pois até o final de 1997 o objetivo da floresta era o de produção de celulose e, por isso, utilizávamos dois desbastes e corte final aos 16 anos. Atualmente mantemos o corte raso em florestas com 17 anos. O corte raso aos 20 anos será atingido em 2003.

De outra forma, a Unidos que tem florestas plantadas a partir de 1972, fará o corte final na idade de 26 a 28 anos por mais alguns anos até adaptar-se ao sistema acima.

Em ambas as empresas há um programa de controle fitossanitário para a vespa da madeira, cuja infestação nas florestas é baixíssima, para não dizer inexistente.

Também desenvolvem-se pesquisas em *Pinus taeda* em convênios com o CEPEF/UFSM nas áreas de ciclagem de nutrientes e adubação de mudas à campo (já implantados mas em estágio inicial) e condução de poda como veremos a seguir resultados parciais.

Experimento em condução de poda em *Pinus taeda* em vários percentuais de altura: delineamento em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições.

Tratamentos:

- T1 Testemunha
- T2 poda em 30 % da altura total da árvore
- T3 poda em 45 % da altura total da árvore
- T4 poda em 60 % da altura total da árvore

As podas foram realizadas da seguinte maneira:

- 1ª poda realizada no inverno de 1997 aos 4 anos de idade;

- 2ª poda realizada no inverno de 1999 aos 6 anos de idade;
- 3ª poda a ser realizada no inverno de 2001 aos 8 anos de idade.

Os resultados de volume obtidos até o presente encontram-se na Tabela 02 e representados na Figura 01.

TABELA 02: Perdas de volume c/c em m³/ha em função da intensidade de desrama

Tratamentos	Data da medição			
	06/97 *	06/98	06/99	06/00
T1	13,35	38,93	68,39	102,07
T2	12,23	38,63	71,66	108,68
T3	12,68	32,90	63,65	93,82
T4	15,13	30,67	62,87	86,14

- instalação do experimento

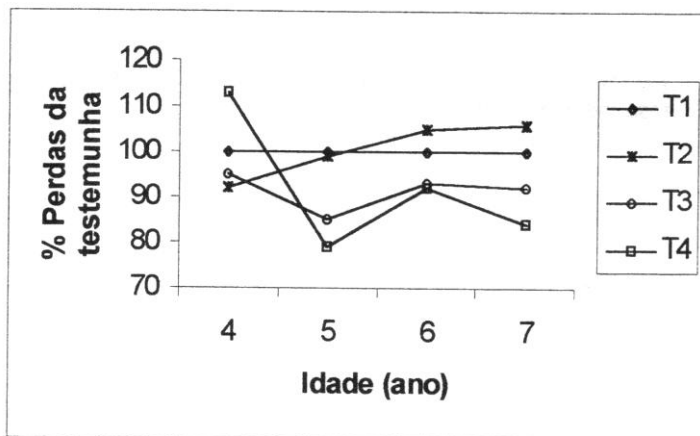


FIGURA 01: Perdas de volume c/c em m³/ha em função da intensidade de desrama

**O MANEJO DE *Pinus* EM FUNÇÃO DAS PERSPECTIVAS DO
MERCADO DE TORAS**

***Pinus* STAND MANAGEMENT WITH A VIEW TO THE LOG-
MARKET**

Marcílio Caron Neto¹

RESUMO

Este trabalho apresenta considerações a respeito da conduta técnica para a gestão da produção das florestas plantadas com o gênero *Pinus* na Região Sul do Brasil, em relação às novas condições de mercado e evolução de preços. Segundo as condições reais das empresas situadas na região considerada, nos últimos dez anos, há necessidade de ser rigorosamente observado o mercado consumidor de madeira roliça de *Pinus*, suas tendências e a regularização do modelo de manejo florestal visando a redução do ciclo produtivo porém com ganhos em quantidade e qualidade a partir da variação da densidade inicial de plantio somado às condutas para a busca da excelência operacional. Assim, é destacado o conceito da floresta plantada como unidade de produção ou unidade de negócio, sempre observando a dinâmica de mercado.

Palavras-chave: *Pinus*, mercado, manejo florestal.

ABSTRACT

This paper discusses the management regimes required for *Pinus* plantations in the south of Brazil, with particular emphasis on the matching of the forest output with new market requirements. Due to rapidly changing market conditions in the pine producing regions in southern Brazil in the last ten years, forest companies have had to be agile in order to be competitive. New management regimes now focus on reducing cycle times and improving fiber quality while increasing fiber quantity. In order to attain determined roundwood objectives, management strategies commerce

¹ Engenheiro Florestal e Administrador de Empresas, Diretor Florestal da COMFLORESTA – Cia. Catarinense de Empreendimentos Florestais, Presidente da ACR – Associação Catarinense de Empresas

with the initial planting densities followed by intensive stand improvement activities all undertaken with a goal of achieving operational excellency. In this way, the concept of considering a plantation as a production unit with multiple products objectives, shows the new direction forest management has taken in southern Brazil.

Key words: *Pinus*, market, forest management.

OBJETIVO DO TRABALHO

O desenvolvimento deste trabalho teve origem na observação da realidade do setor florestal, empresas reflorestadoras, consumidores com florestas vinculadas e às formas de gestão ao longo dos últimos dez anos e do comportamento do mercado consumidor de madeira em toras, e sua tendência.

Diante de um novo cenário econômico, onde as relações de mercado estão bastante transformadas e a competitividade em preço e qualidade de produtos florestais (madeira roliça) é acirrada e crescente, este trabalho objetiva apresentar uma nova visão geral e conceitual de como gerir o negócio "Floresta de Produção" em função de um descompasso entre a demanda e a produção de toras oriundas de florestas plantadas.

Assim, é uma visão técnica voltada a estabelecer novos critérios prioritários na forma de conduzir o manejo florestal e a comercialização de toras oriundas de povoamentos implantados com o gênero *Pinus*, para a Região Sul do Brasil.

2. NOVA VISÃO

A visão da floresta como unidade de produção é o ponto inicial para o gerenciamento da produção florestal na busca do sucesso, especialmente em um sistema de uso múltiplo da floresta como fonte de matéria-prima e de renda, em um mercado dinâmico e exigente.

Portanto, observando o atual enfoque administrativo, o qual é praticado por diversas empresas essencialmente florestais, a floresta passou a ser uma unidade de produção independente, cujos produtos são definidos pela composição das expectativas de mercado a curto e médio prazos, combinadas com o plano de intervenções e tratamentos a serem aplicados a médio e longo prazos. Devido às características e à dinâmica de desenvolvimento, a floresta não permite a realização de alterações estratégicas com resposta a curto prazo. Assim, sendo a floresta é uma

unidade de produção cujas características biológicas exigem formas específicas de gestão e, por isso, cabe ressaltar que planejar é também um ponto fundamental que possui particularidades e a necessidade de um alto grau de especialização.

Toda empresa detentora de florestas produtivas, esta inserida no contexto de um mercado exigente em prontidão e respostas, onde a competitividade no atual mercado consumidor exige qualidade e quantidade de madeira (roliça) com preço e garantia de suprimento. Este cenário impõe uma gestão florestal que seja integrada aos processos vinculados ao mercado direto de madeira roliça e mercado de produtos de madeira processada sólida, produtos de madeira reconstituída ou derivados.

Assim, conceitualmente uma nova visão de gestão do processo produtivo florestal, especialmente em florestas plantada com o gênero *Pinus*, é voltada a atender às tendências de mercado pela multiplicidade de produtos, madeira roliça, destinados aos mercados de desdobro (serrarias e indústrias de madeira sólida), laminação e fibras.

3. A POSIÇÃO DO MERCADO DE MADEIRA ROLIÇA DE *Pinus*

3.1. O SETOR FLORESTAL NO CONTEXTO NACIONAL

O Brasil é considerado, em muitas ocasiões como um país florestal, especialmente porque detém a maior área da formação florestal tropical úmida, a Amazônia. Durante as três últimas décadas houve uma migração industrial madeireira da região sul para a região norte do país. O fato provocador de tal migração foi o crescimento da demanda do consumo de madeiras duras, nativas, e a conseqüente exaustão das reservas naturais na região sul pela ocupação da agricultura e da pecuária intensiva.

Com a evolução do processo de conscientização e dos movimentos diversos para a preservação da natureza, as restrições legais e os impedimentos burocráticos cresceram de tal forma a tornar o processo de uso e consumo de madeiras duras, nativas, bastante proibitivo. Neste hiato de tempo, o setor industrial madeireiro foi adaptando-se ao processamento e uso da madeira oriunda de florestas plantadas, especialmente com o gênero *Pinus*.

A área plantada atual estimada esta apresentada no Tabela 01 a seguir.

O total de florestas plantadas corresponde a 4,8 milhões de hectares, sendo 75% das florestas vinculadas à empreendimentos

consumidores e 25 % disponíveis para dar sustentação ao mercado de madeira roliça em geral.

TABELA 01: Área Plantada Por Estado / Gênero (em ha)

ESTADO	PINUS	EUCALIPTO	TOTAL	(%)
Amapá	80.360	12.500	92.860	2
Bahia	238.390	213.400	451.790	9
Espirito Santo	-	152.330	152.330	3
Mato Grosso Do Sul	63.700	80.000	143.700	3
Minas Gerais	143.410	1.535.290	1.678.700	35
Para	14.300	45.700	60.000	1
Parana	605.130	67.000	672.130	14
Rioi Grande Do Sul	136.800	115.900	252.700	5
Santa Catarina	318.120	41.550	359.670	7
São Paulo	202.010	574.150	776.160	16
Outros	37.830	128.060	165.890	4
Total	1.840.050	2.965.880	4.805.930	100
Área Vinculada	1.391.890	2.228.880	3.620.770	75
Livre Mercado	446.160	737.000	1.183.160	25

A concentração maior das florestas plantadas está na região sudeste e região sul, compondo respectivamente 51% e 26%. Porém, com o consumo consolidado para processamento mecânico, o gênero *Pinus* está concentrado em 57% na região sul do Brasil, especialmente nos estados do Paraná e Santa Catarina.

O gênero *Eucalyptus*, está concentrado na região sudeste, notadamente em Minas Gerais e São Paulo, com 71% da área total plantada no país.

O consumo de madeira roliça para uso industrial no Brasil, proveniente de florestas plantadas é da ordem de aproximadamente 108 milhões de metros cúbicos por ano. O setor que mais concentra tal consumo é o de produção de celulose e papel com 30 % do volume consumido e em segundo está o setor energético com 30 %, seguido pelo setor madeireiro (serrados) com participação de 20 %. A fonte informativa é de 1.998/99 entretanto, os setores que sofreram significativo crescimento, não fazem frente às proporções, ou seja, no último ano foi agregado consumo ao setores de lâminas e chapas multilaminadas e ao setor produtor de chapas reconstruídas. Os dados comparativos, pertinentes ao consumo de madeira roliça oriunda de florestas plantadas para uso industrial estão apresentados no Tabela 02.

TABELA 02: Demanda Atual de Madeira em Toras de Florestas Plantadas (1998/99)

SEGMENTO	PRODUÇÃO	DEMANDA POR MADEIRA	
		(1000 M3)	(%)
Celulose (P + E) -99	$7,2 \times 10^6$ T	32.000	30,0
Carvão Siderurgia (E)-98	$17,8 \times 10^6$ MDC	32.000	30,0
Serrados (P + E) - 99	$8,8 \times 10^6$ M ³	22.000	20,0
Compensados + Lamin. (P) -99	$1,1 \times 10^6$ M ³	4.000	3,5
Painéis Reconst. (P+E) -99	$2,4 \times 10^6$ M ³	5.000	4,5
- Aglomerados	(1,5)	-	-
- Chapas Fibras	(0,54)	-	-
- Mdf	(0,35)	-	-
Lenha Industrial -99	-	13.000	12,0
TOTAL	-	108.000	100,0

Fontes: STPC / SBS / Bracelpa / ASBR / Abracave / Abimci / Abipa - Estudos e Relatórios Anuais

O estoque apresentados na Tabela 03 somam uma oferta de aproximadamente 852 milhões de metros cúbicos. Este estoque total é composto proporcionalmente por 30 % de madeira destinada ao uso para celulose e papel, 33 % para o setor energético e 37 % para madeira sólida. Esta é a classificação de destino principal porém algumas migrações de classe podem ocorrer em circunstâncias específicas de mercado ou região.

TABELA 03: Estoque Físico de Madeira por Segmento (1998 em m³)

SEGMENTO	CELULOSE E PAPEL	CARVÃO E LENHA	MADEIRA SÓLIDA	TOTAL
Área (1.000 ha)	1460	2.090	1.255	4.805
Estoque Pinus (1.000 m ³)	137.600	-	303.000	440.600
Estoque Eucalipto (1.000 m ³)	122.200	282.150	7.600	411.950
Estoque Oferta (1.000 m ³)	259.800	282.150	310.600	852.550
Participação	30%	33%	37%	100%

Fontes: STCP / SBS/BRACELPA / ASBR/ ABRACAVE / ABINCI/ ABIPA - ESTUDOS E RELATÓRIOS ANUAIS

A demanda projetada é apresentada na Tabela 04, e demonstra claramente que em um período de nove anos houve crescimento de 26% no consumo geral, com significativa contribuição do setor de transformação de madeira sólida, serrados, em 63%, devido a substituição de nativas. Cabe observar que a maior taxa de crescimento é para o setor de painéis reconstituídos, o qual com certeza terá crescimento incrementado à médio prazo, pela instalação de novas plantas na região sul e sudeste do país.

TABELA 04: Demanda Projetada de Madeira de Florestas Plantadas

SEGMENTO	PERÍODO (1986/95)	TENDÊNCIAS (1996 / 2010)
Celulose / Papel	70%	Ampliação / implantação Crescimento: 5%
Siderurgia A Carvão	212%	Demanda total = constante Substituição Nativas/Plantadas (10%)
Madeira Sólida:		
- Serrados	163%	Crescimento: 5% Substituição Nativas/Plantadas (20%)
- Compensados	18,5%	Crescimento: 5% Substituição Nativas / Plantadas(50%)
- Painéis Reconstituídos	25%	Crescimento: 3% aa- 5% aa-10% aa
Lenha Industrial	157%	Demanda total = constante Substituição Nativas / Plantadas
TOTAL	126%	

Fontes: SBS

Em termos gerais a demanda total é de 108 milhões de metros cúbicos ao ano, contra um estoque de aproximadamente 852 milhões de metros cúbicos. A tendência da evolução do consumo observando os estoques considerados em 1.998/99, referência da pesquisa, evidencia a exaustão da base florestal plantada em aproximadamente 8 anos a partir de 1.998.

Isto posto, fica bastante evidente a necessidade de retomada do processo de recuperação de florestas plantadas e expansão de área, assim como a melhoria qualitativa pelo agregado genético. Estas circunstâncias colocam em risco parte importante do setor produtivo no país, especialmente o setor da indústria de base madeireira, indústria moveleira e

segmentos vinculados, envolvendo participação crescente e importante em exportações, geração de empregos e desenvolvimento sócio-econômico em diversos pólos industrializados.

Segundo GARLIPP (2.000) há risco iminente de exaustão da base florestal e deficit na oferta de madeira roliça entre 2004 e 2006. Isto posto, um programa de plantio deverá ser desencadeado de forma a salvaguardar a posição de oferta futura, conciliando os aspectos pertinentes às formas de manejo e enfoque do negócio “plantio de florestas”.

Para sanar a expectativa de deficit futuro, no Tabela 05 está apresentada a necessidade de plantio anual por segmento, observando um horizonte desde 1.997 até 2.006.

TABELA 05: Estimativa da Necessidade de Plantio Anual por Segmento Produtivo (x 1.000 ha)

ANO	CELULOSE E PAPEL	CARVÃO E LENHA	MADEIRA SÓLIDA	TOTAIS /ANO
1.997	137,60	200,99	105,39	443,98
1.998	144,48	211,04	110,66	466,18
1.999	151,70	221,59	116,19	489,49
2.000	159,29	232,67	122,00	513,96
2.001	167,25	244,31	128,10	539,66
2.002	175,66	256,52	134,50	566,64
2.003	184,40	269,35	141,23	594,97
2.004	193,62	282,86	148,29	624,72
2.005	203,30	296,96	155,70	655,96
2.006	213,46	311,81	163,49	688,76
TOTAL	1.730,72	2.528,06	1.325,54	5.584,32
Média/Ano	173,07	252,81	132,55	558,43
Média/Atual	110,00	30,00	20,00	170,00

Portanto, a média plantada em área atualmente está muito aquém do necessário para dar cobertura à demanda, ou seja, à tendência de consumo. Em função desta situação ocorre uma valorização consequência da relação de mercado, procura versus oferta, imprimindo crescimento nos preços em diversas regiões consumidoras.

A POSIÇÃO DO VALOR DA MADEIRA ROLIÇA NOS MERCADOS CONSUMIDORES

Em uma avaliação estratégica, de caráter “macro”, considerando notadamente parte de Estado de São Paulo e a Região Sul, o mercado tem apresentado significativa evolução em preços e características qualitativas.

O mercado de maior significância na valoração de preço e no consumo de madeira em toras do gênero *Pinus* (diâmetros maiores que 30 cm) é o segmento de fabricação de chapas multilaminadas. Segundo relatórios de avaliação de mercado em 1.999, a estimativa da produção de chapas multilaminadas de *Pinus* na ordem de 1,1 milhão de metros cúbicos ao ano (aproximadamente 2,5 milhões de metros cúbicos de toras), sendo 20% para mercado interno e 80 % para exportação.

Em consulta realizada no informativo “The Solid Wood Products Outlook – 2.000 to 2.004”, Wood Markets edition 2.000, publicado por R.E. Taylor & Associates Ltd. – Forest Industry Strategic Services, o mercado global de chapas multilaminadas de madeira do gênero *Pinus* tenderá a retração e redução de preços na ordem de 30 % da posição atual, entre 2.000 e 2.004. Após este período poderá recuperar preços gradativamente.

Neste mesmo documento é verificado que a posição dos custos de produção das chapas multilaminadas no Brasil é bastante alto, configurando uma posição crítica em relação à competitividade no mercado global. Com as perspectivas de retração do mercado global, o produto brasileiro perderá competitividade pois, USA, Malásia e Indonésia possuem custos de produção significativamente mais baixos e estes países continuam investindo em tecnologia garantindo qualidade e produtividade.

Ainda em estudos onde é apresentada a composição de custos na fabricação de chapas multilaminadas de madeira de *Pinus*, o impacto de aumento do insumo “tora” pode chegar até 40 % do valor atual. Após este índice o valor da tora estará ferindo a margem de lucro, tornando inviável a produção. Desta forma, a evolução permissível do preço da madeira de *Pinus* em toras, em acordo com o mercado de chapas (valor de venda da chapa multilaminada) será de R\$ 82,56/m³ (preço atual) para o máximo, por volta de R\$ 115,58/m³.

Outras perspectivas são consideradas, como a tendência contínua da evolução de preços da tabela praticada desde o final de 1.997 até o momento (junho/2.000). Ainda há uma análise onde crescimento de preço, da madeira em toras com diâmetros maiores que 30 cm, pode chegar a 329% em um prazo de 06 anos, como está demonstrado em gráfico anexo.

Com referência a evolução dos preços para toretes com diâmetros maiores que 8 cm e menores que 15 cm (madeira fina) a tendência observada é de um crescimento à taxa aproximada de 4% ao ano pois, há oferta e continuará havendo em função de debastes e cortes rasos. Entretanto, esta classe de madeira em toras poderá, a médio prazo, sofrer uma variação em crescimento de preço devido às perspectivas de crescimento do setor industrial consumidor, a exemplo da expansão da TAFISA, projetos como a MASISA e outros projetos que estarão sendo implantados em região de influência de consumo de madeira para chapas de fibra ou OSB. Isto também implicará em uma migração de parte do volume da madeira em tora com diâmetros entre 15 cm e 20 cm. A madeira em toras com diâmetros entre 15 e 29 cm é uma classe que tenderá a evoluir com alguma influência dos preços da madeira em toras com diâmetros acima de 30 cm, chegando a taxas de 10% ao ano. Porém os setores que influenciam diretamente esta matéria prima é o setor moveleiro e as serrarias que produzem para o mercado em geral e para a construção civil.

Todas as tendências deverão considerar como limite de crescimento de preço o valor máximo admissível integrante do custo operacional em cada processo e cada setor de produção.

As análises supra comentadas estão representadas graficamente nas Figuras 01, 02 e 03.

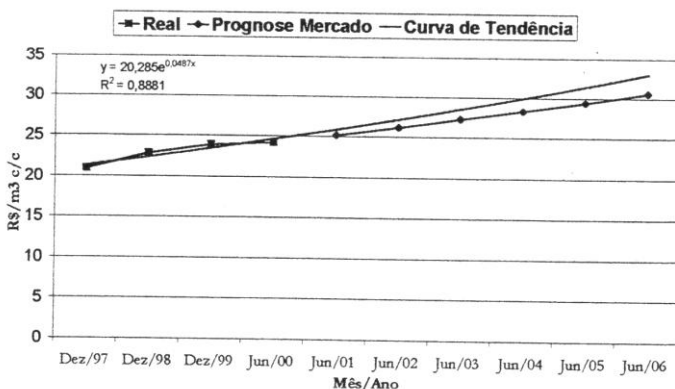


FIGURA 01: Tendência dos Preços de Toras com Diâmetro de 08 cm a 14cm.

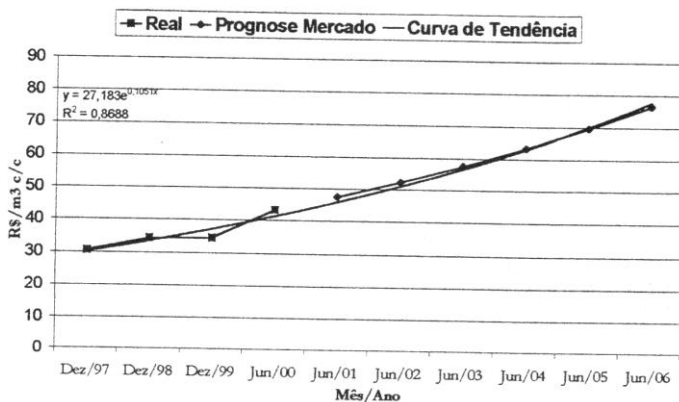


FIGURA 02: Tendência dos Preços de Toras com Diâmetro de 15 cm a 29cm.

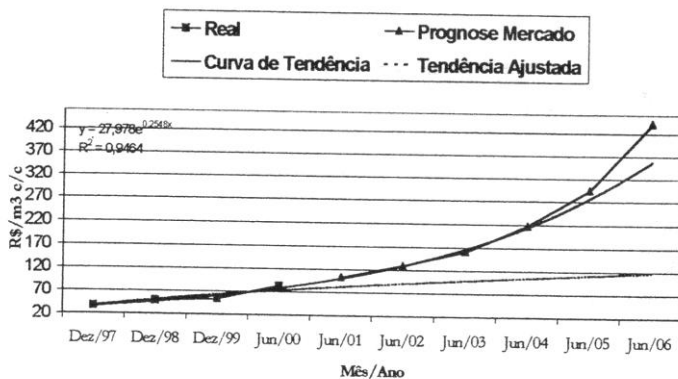


FIGURA 03: Tendência dos Preços de Toras com Diâmetro Maior que 30cm.

4. CRITÉRIOS PARA GESTÃO E MANEJO DO GÊNERO *Pinus*

O manejo florestal conceitualmente compreende todos os tratamentos e todas as ações voltadas a uma unidade florestal, quer seja no âmbito produtivo ou no âmbito de manutenção do meio ambiente. Assim, o manejo florestal é definido como o conjunto de técnicas aplicadas com a finalidade de realizar a gestão da unidade florestal como meio de produção e/ou unidade de conservação ambiental.

O manejo voltado à produção florestal enfoca a unidade florestal como uma unidade produtiva cujos objetivos são determinados em função do mercado consumidor de produtos florestais ou das metas de consumo de uma unidade industrial, quando vinculada à um processo verticalizado.

Uma consideração bastante importante é o fato de que a gestão da unidade florestal requer ações que visualizem horizonte de médio e longo prazo, dadas as características do meio florestal de produção. A maturação de um empreendimento florestal, notadamente reflorestamentos com o gênero *Pinus* na região sul do Brasil, com vistas ao uso múltiplo, é da ordem de 20 anos.

Finalmente, vale considerar que a realização do ciclo pode variar em função dos interesses de uso ou consumo da floresta, ou da expectativa de rentabilidade em um dado momento de mercado, ou até mesmo de necessidades prementes das florestas serem conservadas com a devida sanidade e vigor.

A administração do potencial produtivo florestal considera como prioritário a maximização da produção ou da renda. Porém, alguns fatores definem a necessidade de tratamentos ou aplicação de técnicas para o manejo adequado, objetivando a manutenção produtiva ou a própria manutenção do estado fitossanitário e do vigor da floresta como unidade produtiva.

Com vistas à um direcionamento que venha a garantir o potencial produtivo dos reflorestamentos de *Pinus*, há necessidade de serem observados alguns critérios :

- CRITÉRIOS DE CARÁTER TÉCNICO

Plantar florestas produtivas exclusivamente com sementes provenientes de processo melhorado geneticamente e com características voltadas à produtividade (IMA) e forma (qualidade);

Plantar novos povoamentos com densidade voltada a maximizar a qualidade em dimensão, volume e forma, praticando regimes de desbaste que minimizem o ciclo produtivo;

Realizar as intervenções necessárias em tempo correto de forma a evitar o “stress” de árvores, salvaguardando os reflorestamentos da possibilidade de infestação com a vespa da madeira, *Sirex noctilio*, que vem disseminando-se na região sul do Brasil nos últimos anos;

- CRITÉRIOS PARA GESTÃO FLORESTAL

Regulamentar as atividades terceirizadas observando aspectos legais e institucionais;

Desenvolver condutas técnicas que estabeleçam rigor no tratamento das ações produtivas de forma a mitigar impactos ambientais consequentes das atividades operacionais;

Estabelecer visão de médio e longo prazo nas condições e tendências do mercado regional consumidor de produtos florestais para dar suporte às premissas estratégicas e políticas que orientam o planejamento da empresa;

Buscar a excelência operacional conjugada à certificação quanto à qualidade (série ISO 9.000) e quanto à gestão ambiental (série ISO 14.000) e certificação da cadeia de custódia (FSC)

Os critérios apresentados são fundamentais e devem ser somados ao conceitos amplos de gestão para o exercício da administração do negócio denominado “Produção Florestal”.

Com as novas relações de mercado, a sobrevivência de qualquer negócio está intimamente correlacionada à forma de ver e interpretar o potencial existente para produtos e serviços. Portanto, observando a evolução dos valores de preço da madeira em toras, para as condições de dinâmica do mercado, há necessidade de acompanhamento e monitoramento constante, inclusive dos segmentos vinculados, ou seja, a ponta final de consumo dos produtos derivados de madeira do gênero *Pinus*.

Assim, o sucesso dependerá de ações contínuas que conciliem a dinâmica de mercado às possibilidades de serem somados recursos diversos, tecnologias e capacidade de flexibilização comercial para ocupação de espaço junto à clientes, segmentos e nichos específicos de mercado, pois a floresta é atualmente uma unidade de produção com diversidade de produtos.

5. RECOMENDAÇÕES

Com vistas à posição crítica, à médio prazo, onde o mercado mostrar-se-á com relação de demanda crescente e possível deficit de oferta de madeira roliça de *Pinus*, algumas considerações são de extrema importância. Uma vez sendo a floresta uma unidade de produção, diante do enfoque de um mercado dinâmico e exigente em quantidade e qualidade, vale recomendar :

Observar atentamente ao mercado consumidor de madeira roliça e o mercado de produtos derivados (serrados, laminados, madeira reconstituída);

Instituir modelo de planejamento que possibilite a mensuração tempo a tempo da evolução de negócios, tendências e o balanço oferta e procura de madeira roliça e produtos derivados;

Estruturar um Sistema Manejo de floresta plantada com *Pinus taeda* caracterizado por menor densidade inicial e redução do ciclo médio atual (20 anos), com programas crescentes em áreas, no seguinte padrão, como sugestão:

Plantio em espaçamento 3 m por 3 m com 1.111 árvores/ha;

Índice de sobrevivência esperado de 93%, com 1.055 árvores/ha .

Para as condições de sítio médias, sítio 25, com a aplicação do SISPINUS (OLIVEIRA, E.B. & EMBRAPA, 1995) com funções ajustadas para as condições da COMFLORESTA foi obtido o seguinte resultado por simulação :

TABELA 06: Produção Simulada para Plantio de *Pinus taeda*

TRATAMENTO/ IDADE	ÁRV/ha RET.	SORTIMENTO EM m ³ /ha(c/c)				
		VOL.	LAM.	SER.	FIB.	RESÍDUO
1º DESBASTE - 7 ANOS	474	57,6	0,0	9,5	43,8	4,3
2º DESBASTE - 13 ANOS	222	96,5	1,1	54,4	38,5	2,5
Corte Raso - 18 ANOS	341	428,8	217,7	159,1	48,2	3,8
TOTAL DO CICLO	1.037	582,9	218,8	223,0	130,5	10,6

Onde: RET. = retiradas; VOL.= volume total; LAM. = laminado; FIB.= fibra.

Para o ciclo de 18 anos e produção total de 582,9 m³/ha o Incremento Médio Anual estará na ordem de 32,4 m³/ha/ano, sendo 37,5 % do volume para laminação, 38,3 % para serraria, 22,4 % para fibras e 1,8 % de resíduos.

Buscar a excelência operacional através da visão de renovação pela capacitação e treinamento de equipes de trabalho, no investimento em tecnologia de informação e recursos de informática, na reformulação de sistemas operacionais pela implantação de mecanização e automação de processos;

Desenvolver contatos com representantes do setor para participar e acompanhar as diretrizes políticas e as expectativas de evolução das relações do setor com setores interdependentes, com órgãos reguladores do governo e com o mercado em geral.

Desenvolver relações para fortificação do setor florestal em âmbito regional e nacional, com vistas a definir novas competências e um gestor político voltado à visão produtiva e empresarial, para estruturar novas formas de regulamentação dos processos, rompendo a atual inércia burocrática, abrindo oportunidades de rápido crescimento e maior autonomia.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- OLIVEIRA, E. B. **Um Sistema Integrado de Prognose do Crescimento e da Produção de Pinus taeda L., com Critérios Quantitativos para a Avaliação Técnica e Econômica de Regimes de Manejo.** Tese de Doutorado em Manejo Florestal. Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.
- COMFLORESTA – Cia. Catarinense de Empreendimentos Florestais & STCP Engenharia de Projetos Relatório de Inventário Florestal e Prognose de Produção dos Reflorestamentos do Distrito I e V Localizados no Planalto Norte Catarinense, 1999.
- THE SOLID WOOD PRODUCTS OUTLOOK – 2.000 TO 2.004 - Wood Markets Edition, publicado por R.E. Taylor & Associates Ltd. – Forest Industry Strategic Services, 2000.
- GARLIPP, R.C. Oferta e Demanda de Madeira de Florestas Plantadas. In: Workshop Madeira e Mobiliário, FEMADE 2.000. Curitiba, 2000.

**PRODUÇÃO DE UM POVOAMENTO DE *Pinus elliottii* Engelm
MANEJADO COM DESBASTES DETERMINADOS PELO
MÉTODO DE HART-BECKING**

**YIELD OF A STAND OF *Pinus elliottii* Engelm THINNED WITH
THE RELATIVE SPACING METHOD OF HART-BECKING**

Paulo Renato Schneider¹; Frederico Dimas Fleig²; Sandro Vaccaro³

RESUMO

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar e modelar o crescimento e a produção total de um povoamento de *Pinus elliottii* E. com 34 anos de idade, desbastado aos 11 e 20 anos, com densidade regulada pelo método de Hart-Becking. Para tanto, foram levantadas informações de cinco parcelas permanentes de 384 m² cada, totalizando 4,1% de intensidade amostral. O índice de espaçamento relativo de Hart-Becking (S%) pré-desbaste era de 13,94% aos 11 anos e de 11,63% aos 20 anos, sendo elevados, respectivamente, para 16,48% e 14,93% após o desbaste, definidos como sendo por baixo e leves. Nestas condições, não foram observadas evidências de culminio do crescimento em diâmetro médio, altura média e incremento médio anual da produção total, porém, estes valores de S% pré-desbaste promoveram elevada mortalidade. As variáveis diâmetro médio, altura média, número de árvores e produção total foram modeladas por regressão, apresentando um excelente ajuste estatístico e baixo erro padrão da estimativa.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, produção, desbaste, índice de espaçamento relativo

¹ Engenheiro Florestal, Dr. Prof. de Manejo Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS. Pesq. CNPq.

² Engenheiro Florestal, M.Sc., Professor do Departamento de Fitotecnia. CAV/UEDESC. Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900 Santa Maria, RS.

³ Engenheiro Florestal, M.Sc., Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Centro de Ciências Rurais. Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900 Santa Maria, RS.

ABSTRACT

The present work was developed with the objective to investigate total yield and growth of a stand of *Pinus elliottii* E. at the age of 34 years and thinned by the density regulation method of HART-BECKING. Five permanent observation plots were sampled, each with 384 m² of area, which totalizes a sample intensity of 4,1 %. The HART-BECKING indices prior thinning were 13,94 % at the age of 11 years and 11,63 at the age 20 years which increased after light thinning from from below 16,48 % and 14,93 %, respectively. No culmination point of diameter increment, height increment and mean annual volume increment could be found. Nevertheless these values of S% prior to thinning lead to an elevated mortality. The variables mean diameter, mean height, tree number and total yield were modeled using regression analysis which showed excellent coefficients of determination and standard error.

Key words: *Pinus elliottii*, yield, thinning, relative spacing index

INTRODUÇÃO

A exploração não planejada dos recursos florestais associada ao aumento da densidade demográfica levou a exaustão, em meados dos anos 70, dos estoques madeireiros principalmente nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Diante da gravidade da situação florestal nas décadas de 60 e 70, o Governo Federal criou os incentivos fiscais específicos para florestamento e reflorestamento, objetivando repor estoques e suprir a demanda futura de madeira para as indústrias de celulose e de transformação mecânica.

Para atender as novas exigências mercadológicas, como a produção de madeiras de dimensões maiores, diversas práticas silviculturais passaram a ser utilizadas no manejo dos povoamentos florestais, destacando-se os diversos métodos de desbaste.

Os desbastes buscam diminuir a competição entre árvores, propiciando o desenvolvimento equilibrado da copa e sistema radicular. A aplicação dos desbastes pode, em função de seu peso, causar a diminuição da produtividade total, mas tem o propósito primordial de concentrar a produção em um número menor de árvores com melhor qualidade e maiores dimensões, aumentando o valor comercial das mesmas. Contudo, a

intensidade de desbastes deve ser balanceada entre as perdas de volume e o incremento da qualidade dos sortimentos (SCHNEIDER, 1993).

O efeito do peso dos desbastes no desenvolvimento do diâmetro médio em povoamentos de *Pinus elliottii* foi observado por SCHNEIDER et al. (1991), onde desbastes na ordem de 25%, 50% e 75% da área basal da testemunha proporcionaram incrementos no diâmetro médio de 16,5%, 52,0% e 99,0%, respectivamente. GLUFKE et al. (1997) constatou, para o mesmo experimento, reduções na produtividade total de 9%, 20% e 54%, respectivamente.

A reação de crescimento em área basal foi estudada por PIENAAR & RHENEY (1996) em povoamentos de *Pinus elliottii*. Aos 15 anos realizaram um desbaste reduzindo o número de árvores de 700 para 300 por acre, e observaram que a área basal remanescente era menor do que em um povoamento não desbastado com 300 árvores na mesma idade. Contudo, o povoamento remanescente apresentou um incremento em área basal superior, sendo que 12 anos depois as duas áreas basais se igualavam.

De acordo com FINGER & SCHNEIDER (1999), diversos métodos podem ser utilizados para regular a densidade de um povoamento, em função do produto final desejado. Estes métodos tomam como fator de controle diferentes variáveis, por exemplo, o Método Inglês baseado no incremento médio anual (IMA), onde são retirados 70% do valor máximo do IMA; o Método de Abetz, que considera a relação h/d igual ou superior a 1 como parâmetro indicador para execução de desbaste; o Método Mexicano, que leva em consideração para a determinação do peso de desbaste, a taxa de incremento em percentagem; o método Stand Density Index (SDI), que considera o número máximo de árvores quando o diâmetro da árvore de área basal média for 25cm; o Método de Hart-Becking, proposto por Hart em 1928, que determina o número de árvores em função da relação entre o espaço vital e a altura dominante.

O método de Hart-Becking baseia-se, segundo SCHNEIDER (1993), no conceito de que uma árvore de determinada dimensão deveria ter espaço suficiente para seu diâmetro de copa. Para expressar esta dimensão, os autores determinaram um valor relativo "S%", também conhecido como índice de espaçamento relativo, calculado pelo espaçamento médio entre árvores e altura dominante do povoamento. A determinação dos parâmetros para o emprego deste método é relativamente simples, permitindo obter rapidamente o número de árvores a ser retirada num desbaste para um determinado índice "S%" desejado para a espécie e

determinado por experimentos de desbaste. A utilização da altura dominante na determinação do índice permite torná-lo independente da qualidade do sítio, haja visto que a variável altura dominante, dentro de certos limites, expressa a qualidade do sítio, independente da qualidade do povoamento.

O presente trabalho tem por objetivos analisar e modelar o crescimento e a produção de um povoamento de *Pinus elliottii* com 34 anos de idade, submetido a desbastes regulados pelo método de Hart-Becking.

MATERIAIS E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em um povoamento de *Pinus elliottii* E. localizado entre o prédio da Reitoria e o Parque de Exposições no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, perfazendo 4,56ha de área estocada.

O plantio deste talhão foi efetuado em 1964, em espaçamento 2 X 2m, sobre solo deteriorado, onde a capa superficial fora removida ou revolvida. Nos anos de 1975 e 1984, foram aplicados desbastes por baixo, utilizando como parâmetro para definir o peso destes o índice de Hart-Backing.

A região é caracterizada por elevada intensidade e regularidade pluviométrica, definindo um clima tipicamente ombrófilo, onde a precipitação mensal varia de 109 até 177mm, com média anual de 1691mm. Os índices térmicos determinam dois períodos bem distintos, um de 4 a 5 meses centrados no verão, com médias compensadas iguais ou superiores a 20°C, e outro de 2 a 3 meses centrados no inverno, com médias iguais ou superiores a 15°C (LEITE & KLEIN, 1990). A temperatura média anual situa-se entre 18 e 20°C e a temperatura máxima acima de 40°C. As temperaturas mínimas oscilam de 0 a 4°C, com a ocorrência média de 5 a 10 geadas por ano (NIMER, 1990).

Os solos da região encontram-se em relevo suavemente ondulado, com restrição para cultivos agrícolas por apresentarem propriedades físicas favoráveis ao processo de erosão, possuindo ainda deficiência de fertilidade, excesso de alumínio trocável e pequena deficiência de água (MOSER, 1990). Na área de estudo, o solo pertence a Unidade de Mapeamento São Pedro, apresentando substrato arenítico e argila de baixa atividade, sendo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo.

As unidades amostrais foram alocadas ao acaso, tendo em vista a área do povoamento, sua uniformidade e topografia. As unidades amostrais, do tipo parcelas permanentes, tiveram dimensões de 16 X 24m, perfazendo 384m² de área útil por parcela. As cinco parcelas totalizaram uma intensidade amostral de 4,1%.

As árvores das parcelas levantadas foram todas identificadas com uma plaqueta de alumínio, com os números da parcela e da árvore correspondente.

De cada árvore amostrada, foram tomadas as seguintes variáveis: altura total, diâmetro à altura do peito (DAP) e características fenotípicas. As medições foram efetuadas quando o povoamento apresentou a idade de 11, 20 e 34 anos.

O povoamento sofreu desbastes seletivos leves aos 11 e 20 anos de idade, até atingir S% próximo a 16%. As árvores desbastadas foram escolhidas por critérios de qualidade e distribuição espacial das árvores remanescentes, retirando-se preferencialmente as quebradas, suprimidas, tortuosas e bifurcadas.

Com os dados coletados nas parcelas foi determinado o número de árvores que deveriam ser retiradas por parcela para elevar-se o S% até 16%.

O S% antes do desbaste foi obtido por:

$$S\% = EM / h_0 * 100$$

Onde: S% = índice de espaçamento relativo; EM = espaçamento médio entre árvores, em metros; h₀ = altura dominante de Assmann, em metros.

O EM, em metros lineares, foi calculado pela raiz quadrada da razão entre a área do hectare e o número de árvores.

Assim, para elevar S% até 16%, o número de árvores por hectare remanescentes do desbaste foi calculado por:

$$N = 10000 / ((16/100) * h_0)^2$$

O número de árvores do desbaste foi obtido pela diferença do número de árvores real menos o número de árvores a permanecer no povoamento.

O diâmetro médio (d), o número de árvores por hectare (N) e produção total de madeira com casca por hectare (P), na forma simples, inversa e logarítmica foram modeladas em função da altura dominante (h_0) e idade (t) em anos, na forma simples, inversa, quadrática, logarítmica e log quadrática.

A altura média, na forma simples, inversa e logarítmica foi modelada em função do diâmetro médio, na forma simples, inversa, quadrática, logarítmica e log quadrática.

Para a modelagem utilizou-se o procedimento "stepwise" do pacote estatístico SAS (1996). Os modelos selecionados foram aqueles que apresentaram o maior coeficiente de determinação ajustado e o menor erro padrão de estimativa.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Características dendrométricas das parcelas permanentes

Na Tabela 1 encontram-se os resultados médios das variáveis dendrométricas observadas nas parcelas permanentes de *Pinus elliottii*, em três idades. Observa-se nesta tabela que as mudanças nas variáveis dendrométricas das diferentes parcelas são semelhantes, contudo, as produções e o número de árvores apresentam variações mais amplas.

Comparando-se os diâmetros e as alturas médias nas diferentes idades, nota-se que as mesmas apresentam uma tendência de crescimento muito semelhante, nas cinco unidades amostrais. No período, tanto o diâmetro médio como a altura média ainda não culminaram, como pode ser visualizado nas Figuras 1 e 2. Observa-se ainda que a taxa de incremento do diâmetro médio entre o primeiro e o segundo desbaste (0,57 cm/ano) foi menor do que entre o segundo desbaste e a situação atual (0,81 cm/ano). Já a variável altura média apresentou uma taxa de incremento praticamente constante (0,69 a 0,70 m/ano), enquanto que na altura dominante houve uma redução significativa das taxas de crescimento, passando de 0,92 m/ano entre o primeiro e o segundo desbaste para 0,63 m/ano entre o segundo desbaste e a situação atual. Com o passar do tempo e/ou redução do número de árvores, as alturas média e dominante tenderão a se igualar.

O número médio de árvores por hectare aos 11 anos era de 2375 árvores (Tabela 1), com um índice de espaçamento relativo (S%) de 13,94%. Para elevar este índice até 16,48%, foram necessários o desbaste de 675 árvores/ha, remanescendo 1700 árvores/ha. No período dos 11 aos

20 anos, observou-se a mortalidade de 205 árvores/ha, pois a competição era muito elevada. Aos 20 anos, com um S% de 11,25%, foram removidas 646 árvores/ha, remanescendo 849 árvores/ha, elevando-se assim o S% para 14,93%. Aos 34 anos, após a morte de 224 árvores/ha, o povoamento apresenta 625 árvores/ha e um S% de 12,57%, indicando que a competição entre indivíduos é elevada.

TABELA I: Variáveis dendrométricas determinadas para o experimento de desbaste de *Pinus elliottii*.

Parcela	t ano	Povoamento original						Desbaste		Produção	IMA	S%	
		d	h	h ₀	N	G	V	N	V			pré	pós
	11	16,0	13,7	15,2	2225	44,82	307,0	625	62,7	307,0	27,91	13,95	16,45
18	20	21,0	20,4	23,5	1375	47,63	495,5	555	200,8	558,2	27,91	11,48	14,86
	34	34,4	31,0	32,9	550	54,05	800,9			1064,4	31,31	12,96	
	11	15,6	13,7	15,0	2300	43,83	222,2	650	67,3	222,2	20,20	13,90	16,41
23	20	21,2	20,4	22,5	1350	47,65	495,7	626	230,7	563,0	28,15	12,10	16,52
	34	31,6	29,7	31,3	550	43,60	622,1			920,1	27,06	13,62	
	11	15,8	14,7	14,0	2425	47,66	399,4	700	96,3	399,4	36,31	14,50	17,20
42	20	20,4	20,0	22,8	1625	53,11	541,7	745	249,3	638,0	31,90	10,88	14,79
	34	30,4	29,2	30,9	650	51,07	716,2			1061,8	31,23	12,69	
	11	15,4	13,7	14,6	2475	46,38	279,6	700	46,2	279,6	25,42	13,77	16,26
79	20	21,3	20,1	23,1	1400	49,88	511,4	589	215,9	557,6	27,88	11,57	15,20
	34	32,4	29,7	32,0	625	53,02	757,7			1019,8	29,99	12,50	
	11	15,6	14,1	14,8	2450	46,57	308,6	700	63,1	308,6	28,05	13,65	16,15
94	20	20,3	20,1	23,0	1725	55,83	572,4	713	237,4	635,5	31,78	10,47	13,67
	34	31,6	30,4	32,0	750	60,40	881,1			1181,6	34,75	11,41	
Mé-	11	15,7	14,0	14,7	2375	45,85	303,4	675	67,1	303,4	27,58	13,94	16,48
dia	20	20,8	20,2	23,0	1495	50,82	523,3	646	226,8	590,5	29,52	11,25	14,93
	34	32,1	30,0	31,8	625	52,43	755,6			1049,5	30,87	12,57	

Sendo: t = idade em anos; d = diâmetro médio, em centímetros; h = altura média, em metros; h₀ = altura dominante, em metros; N = número de árvores/ha; G = área basal/ha; V = volume com casca das árvores vivas, em m³/ha; Produção = produção total acumulada de madeira com casca, em m³/ha; IMA = incremento médio anual da produção total acumulada de madeira com casca, em m³/ha/ano; S% = índice de espaçamento relativo; pré desb = antes do desbaste; pós desb = após o desbaste.

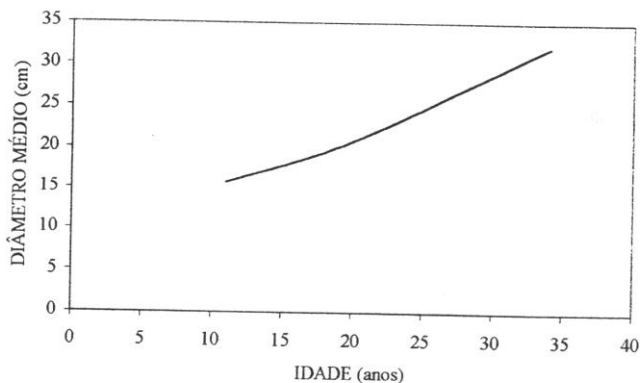


FIGURA 1: Desenvolvimento do diâmetro médio de povoamento de *Pinus elliottii* desbastado aos 11 e 20 anos de idade.

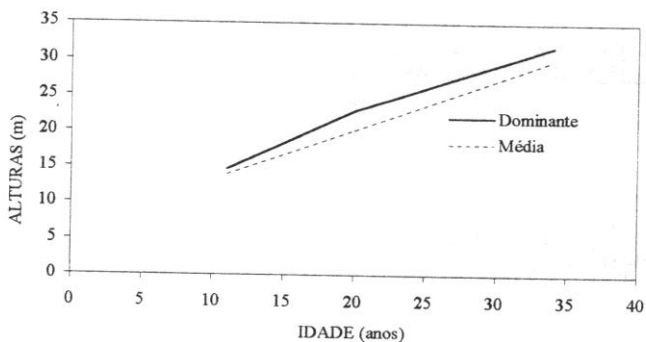


FIGURA 2: Desenvolvimento das alturas, dominante de ASSMANN e média, de povoamento de *Pinus elliottii* desbastado aos 11 e 20 anos de idade.

A distribuição do número de árvores antes do desbaste, por centro de classe diamétrica, pode ser visualizado na Figura 3. Observa-se que aos 11 anos havia uma menor amplitude diamétrica e frequências muito maiores nas menores classes. Com o primeiro desbaste e após nove anos de crescimento e algumas mortes de árvores, nota-se um aumento na amplitude e uma distribuição mais equilibrada próxima à média. Aos 34 anos, a amplitude é máxima, contudo, com frequências menores nas classes maiores. O desbaste seletivo retirou preferencialmente árvores de menores dimensões acarretando uma distribuição diamétrica com assimetria a direita.

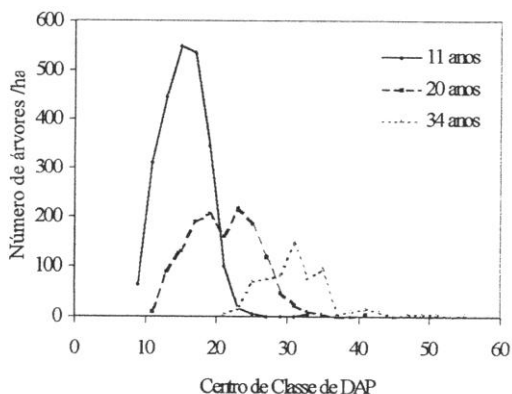


FIGURA 3: Distribuição dos diâmetros à altura do peito (DAP) antes dos desbastes em povoamentos de *Pinus elliottii*, em três idades.

A Figura 4 mostra o comportamento da variável área basal (G) ao longo do período estudado. Esta variável apresentou desenvolvimento conforme o esperado, ou seja, o povoamento recuperou a área basal removida pelo desbaste. Nota-se ainda que houve crescimento ao longo do tempo de área basal pré-desbaste comparando-se as três idades, atingindo, em média, 45,9, 50,8 e 52,4 m² aos 11, 20 e 34 anos de idade, respectivamente.

As produções atual, dos desbastes e a total acumulada estão representadas na Figura 5, e permitem visualizar o vigor do desenvolvimento dos volumes nas diferentes idades. A produção total atingiu, em média, 303,4, 590,5 e 1049,5 m^3_{c}/ha aos 11, 20 e 34 anos de idade, respectivamente.

O ritmo de crescimento da produção total média tem reflexo no incremento médio anual (IMA) apresentado na Tabela 1. Nesta tabela, verifica-se que os valores de IMA são crescentes com o desenvolvimento do povoamento, sendo de 27,6 $m^3_{c}/ha/ano$ aos 11 anos, de 29,5 $m^3_{c}/ha/ano$ aos 20 anos e de 30,9 $m^3_{c}/ha/ano$ aos 34 anos, indicando, com isto, que o povoamento ainda não expressou todo o seu potencial de crescimento.

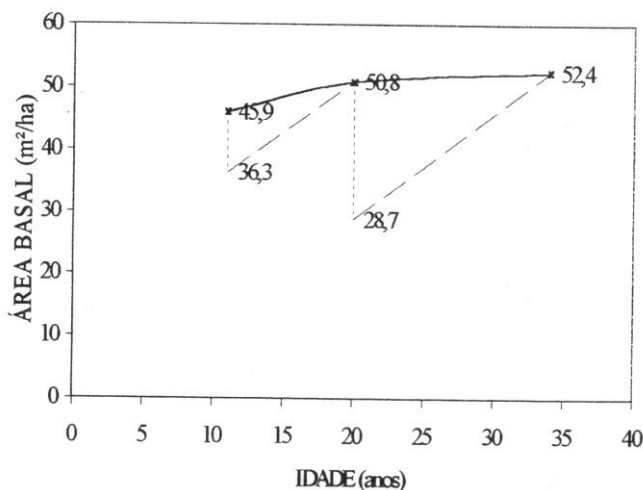


FIGURA 4: Desenvolvimento da área basal de povoamento desbastado aos 11 e 20 anos de idade considerando um S% pós desbaste de 16,48 e 18,15% respectivamente.

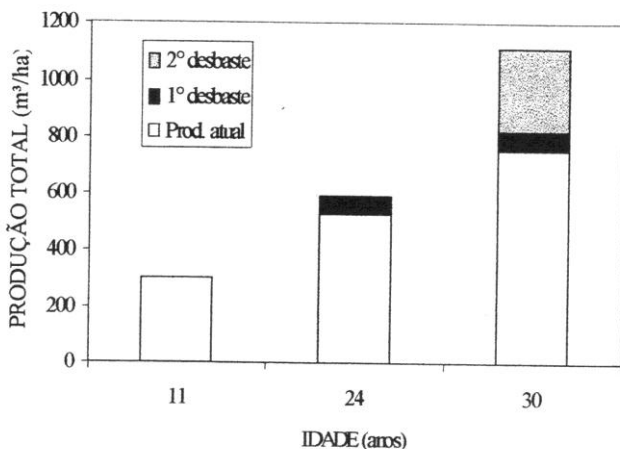


FIGURA 5: Produção total acumulada de madeira em $m^3_{c/c}/ha$ de povoamento de *Pinus elliottii* desbastado aos 11 e 20 anos de idade.

Modelagem das variáveis dendrométricas e de crescimento

Os resultados obtidos na modelagem pelo procedimento "stepwise das variáveis diâmetro médio, altura média, número de árvores por hectare e produção total por hectare e seus respectivos parâmetros estatísticos encontram-se na Tabela 2. As variáveis dependentes de todos os modelos selecionados foram do tipo logaritmo neperiano, indicando a existência de heterogeneidade de variância. Verifica-se que os modelos apresentaram ajustes satisfatórios, já que os coeficientes de determinação ajustados ($R^2_{aj.}$) foram superiores a 95% e os erros padrões da estimativa percentual ($S_{xy}\%$) inferiores a 2,3%.

TABELA 2: Equações modeladas para estimar os parâmetros dendrométricos e de produção e suas respectivas estatísticas, em povoamento de *Pinus elliottii* desbastado aos 11 e 20 anos de idade.

Equação	Coeficientes			R ² _{aj}	S _{xy} %
	b ₀	b ₁	b ₂		
$\ln d = b_0 + b_1 h_0 + b_2 \ln h_0$	3,872038	0,08038	-0,856143	0,996	0,64
$\ln h = b_0 + b_1/d$	4,231435	-25,119228		0,952	0,35
$\ln N = b_1 \ln h_0 + b_2 \ln^2 h_0$		6,487454	-1,335772	0,999	1,38
$\ln P = b_1 \ln t + b_2 \ln^2 t$		3,159993	-0,335168	0,999	2,30

Sendo: d = diâmetro médio, em centímetros; h = altura média, em metros; h₀ = altura dominante, em metros; N = número de árvores/ha; t = idade em anos; P = produção total acumulada de madeira com casca, em m³/ha; b₀, b₁ e b₂ = coeficientes; R²_{aj} = Coeficiente de determinação ajustado; e S_{xy}% = Erro padrão de estimativa percentual.

CONCLUSÕES

Os desbastes realizados aos 11 e 20 anos de idade produziram aproximadamente 67 e 227 m³_{c.v.}/ha quando se elevou o S% para 16,48 e 14,93 respectivamente, sendo gerado uma produção total aos 34 anos de 1.050 m³_{c.v.}/ha.

Os Incrementos Médios Anuais (IMA) da produção total foram crescentes com o desenvolvimento do povoamento, sendo de 27,6 m³_{c.v.}/ha/ano aos 11 anos, de 29,5 m³_{c.v.}/ha/ano aos 20 anos e de 30,9 m³_{c.v.}/ha/ano aos 34 anos, indicando, que o povoamento ainda não expressou todo o seu potencial de crescimento.

A redução do espaçamento relativo (S%) pré-desbaste para valores próximos de 12% indica uma leva à competição grande entre árvores, ocasionando elevadas taxas de mortalidade.

O diâmetro médio e o número de árvores por hectare podem ser estimados como função da altura dominante, através das seguintes equações:

$$d = \exp(3,872038 + 0,08038 h_0 - 0,856143 \ln h_0)$$

$$N = \exp(6,487454 \ln h_0 - 1,335772 \ln^2 h_0)$$

A altura média como função do diâmetro pode ser estimada pela equação:

$$h = \exp(4,231435 - 25,119228 / d)$$

A produção total como função da idade pode ser estimada por:
 $P = \exp(3,159993 \ln t - 0,335168 \ln^2 t)$.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R. Determinação do peso do desbaste para floresta de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, com base no índice de espaçamento relativo. **Ciência Florestal**. v.9, n.1, p.79-87, 1999.
- GLUFKE, C.; FINGER, C.A.G.; SCHNEIDER, P.R. Crescimento de *Pinus elliottii* Engelm sob diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**. v.7, n.1, p.11-25, 1997.
- LEITE, P.F.; KLEIN, R.M. Vegetação. In: MESQUITA, O.V. (Coord.) **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. 5v., v.2, p.113-150.
- MOSER, J.M. Solos. In: MESQUITA, O.V. (Coord.) **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. 5v., v.2, p.85-111.
- NIMER, E. Clima. In: MESQUITA, O.V. (Coord.) **Geografia do Brasil: Região Sul**. Rio de Janeiro: IBGE, 1990. 5v., v.2, p.151-187.
- PIENAAR, L.V.; RHENEY, J.W. Results of a Slash Pine Spacing and Thinning Study in the Southeastern Coastal Plain. **Southern Journal of Applied Forestry**, v.20, n.2, p.94-98, 1996.
- SAS. **Statistical Analysis System**. North Carolina: Institute Inc. 1996.
- SCHNEIDER, P.R.; FINGER, C.A.G.; COZER, E.; MENEGUZZI, M.C.; PRANDI, W. Efeito da intensidade do desbaste sobre o crescimento e produção de povoamentos de *Pinus elliottii* E. In: SIMPÓSIO MANEJO DE FLORESTAS PLANTADAS, set. 1991, Esteio. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 1991. p.150-167.
- SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM, 1993. 348 p.

CRESCIMENTO DA CANELA-DE-VEADO, *Helietta apiculata* Benth., NA DEPRESSÃO CENTRAL DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

GROWTH OF CANELA-DE-VEADO, *Helietta apiculata* Benth., IN THE CENTRAL DEPRESSION IN RIO GRANDE DO SUL STATE

Paulo Sérgio Pigatto Schneider¹; Luciano Weber Scheeren²; Frederico Dimas Fleig²; Paulo Renato Schneider³; César Augusto G. Finger³

RESUMO

Neste trabalho foi utilizada a técnica da dendrocronologia, desenvolvida pelo arqueólogo americano Andrew Douglass, em 1920, com o auxílio do aparelho LINTAB II, para analisar o crescimento da espécie *Helietta apiculata* Benth. e avaliar as tendências de crescimento em diâmetro, volume comercial, incremento corrente anual em percentagem do volume comercial e fator de forma comercial. Para isso foi selecionada a função de Backman para o diâmetro à altura do peito e volume comercial em função da idade, sendo obtido para ambas um excelente ajuste. Também foi selecionada a mesma equação para estimar a variável incremento corrente anual em percentagem do volume comercial, em função do diâmetro. A variável fator de forma comercial foi ajustada através de uma equação quadrática, em função do diâmetro, obtendo igualmente excelente ajuste. O incremento corrente anual percentual em volume comercial variou de 34,4%, aos 14 anos a 9,6 %, aos 26 anos. Já o fator de forma comercial foi de 0,64 para um DAP de 6,8 cm e de 0,78 para um DAP de 13,7 cm, entre as idades de 14 e 26 anos respectivamente.

Palavras-chave: Dendrocronologia, crescimento, *Helietta apiculata*.

¹ Acadêmico do Curso de Engenharia Florestal da UFSM, Alameda Sibipiruna, 420, 97095-660, Santa Maria, RS.

² Engenheiros Florestais, M.Sc., Doutorandos em Manejo Florestal, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS.

³ Engenheiros Florestais, Dr., Professores do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, UFSM, 97105-900, Santa Maria, RS. Pesq. CNPq.

SUMMARY

In the present study a dendrocronological approach was used to analyze the growth of *Helietta apiculata* Benth and to evaluate the growth tendencies in diameter, commercial volume, percentual annual current increment in commercial volume as well as the commercial form factor. Backman's function was adjusted to diameter and commercial volume in dependence of the age, for both obtaining an excellent adjustment. Backman's function was also adjusted for percentual annual current increment in commercial volume, in dependence of the diameter. The variable commercial form factor was adjusted with a quadratic equation, in function of the diameter, obtaining a comparable excellent adjustment. The percentual annual current increment in commercial volume varied from 34,4 % at 14 years to 9,6 % at the age of 26 years. Commercial form factor was 0,64 for 6,8 cm of DBH and 0,78 for a 13,7 cm DBH, between the ages of 14 and 26 years old, respectively.

Key words: Dendrocronology, growth, *Helietta apiculata*.

INTRODUÇÃO

Até o momento, a silvicultura brasileira teve sua atividade voltada principalmente à produção de matérias-primas para as indústrias vinculadas na transformação de madeira e fibras, tendo as plantações, restringido-se às espécies exóticas, por terem atendido melhor as necessidades industriais em termos de produtividade. Recentemente, têm-se dado atenção ao plantio de espécies folhosas nativas, existindo muito poucas informações da autoecologia e do processo silvicultural dessas espécies na formação de povoamentos.

Assim sendo, as plantações mistas de espécies nativas, constituem o ponto central que deve ser focado pela silvicultura, principalmente no sentido de obter os diferentes grupos de espécies numa plantação, adequando os espaços às exigências de cada uma delas nos diferentes períodos de formação da floresta. E nesse aspecto, a discussão de plantios das espécies arbóreas sob sombreamento deve avançar, especialmente em consorciação com plantios homogêneos e em floresta nativa, bem como na obtenção de povoamentos homogêneos.

A *Helietta apiculata* Benth., pertence a família Rutaceae, vulgarmente conhecida como canela-de-veado (RS), cun-cun, ôsso de burro, ou amarelinho (SP), que ocorre caracteristicamente nas bacias das matas do rio Paraná, Paraguai e Alto Uruguai, onde apresenta expressiva dispersão. No Paraguai é uma arvoreta muito característica nas matas baixas e esparsas ao longo dos rios, como também nos bosques do tipo "ká-a-ti", onde ao lado do camará (*Gochnatia polymorpha*), é a espécie mais abundante, formando agrupamentos bastante densos num tipo de vegetação específica. Na selva alta e sombria, costuma desenvolver-se em solos muito úmidos, onde geralmente há clareiras ou ao longo de rios e lagoas. Em solos mais profundos e enxutos, assim como na selva mais densa é muito rara e pode faltar completamente (REITZ, 1973).

Essa espécie tem altura de dez a dezoito metros, com tronco de trinta a cinquenta centímetros de diâmetro, reto ora mais comumente tortuoso, fuste de seis a oito metros de comprimento. Apresenta folhas trifolioladas, em geral, sustentadas por pecíolos de três a quatro centímetros de comprimento, e folíolos sésseis, coriáceos, glabros, com a ponta enrolada para cima (LORENZI, 1998).

O método prático de se reconhecer canela-de-veado (*Helietta apiculata* Benth.), é de acordo com a copa, pois essa é relativamente pequena com folhagem esparsa, característica através da qual facilmente distingue-se também do pau-marfim (*Balfourodendron riedelianum* (Engl.) Engl.), que apresenta folhas trifolioladas, mas cuja folhagem, em geral é bastante mais densa. Sua folhagem mais esparsa, suas folhas trifolioladas, nas quais o ápice é mucronado, bem como sua casca interna de cor intensamente amarela, são algumas das características pelas quais facilmente pode se distinguir esta árvore na mata (REITZ, 1973).

Quanto a fenologia, LORENZI (1998), afirma que floresce durante os meses de novembro a dezembro. Os frutos amadurecem em março a maio. Enquanto REITZ (1973), afirma que floresce de outubro até abril.

REITZ et al. (1983), demonstram que é arvoreta de copa pouco densa, com folhagem verde-clara e brilhante, perene-foliada, cujas folhas não caem durante o inverno. Flores pequenas, brancas e pouco vistosas, reunidas em densas inflorescências, com uma época de floração bastante prolongada, com predominância na primavera. Fruto seco alado, a exemplo da guajuvira (*Patagonula americana*), com três a cinco asas; amadurecem durante o verão. Apresenta bons caracteres xilológicos, mas tem aplicações muito limitadas em virtude do seu porte.

As inflorescências são axilares, de sessenta a noventa e cinco milímetros de comprimento, o pedúnculo vinte e três a trinta e dois milímetros de comprimento, pubérulo diminuto; brácteas persistentes, triangulares, 0,5 a 0,8 mm de comprimento. Sépalos 5, semicirculares, diminutos ciliolados, cerca de 0,6 mm de diâmetro; pétalos 5, diminutamente escabrosos nas faces exteriores, cerca de dois milímetros de comprimento, 0,8 mm de largura. Estames 5, os filamentos cerca de um milímetro de comprimento, glabros. Estigma capitado, o estilete e ovário glabros, encerrados pelo disco cupuliforme (REITZ, 1973).

O fruto é de corpo ovóide, cerca de oito milímetros de comprimento e seis milímetros de largura, profundamente sulcado, cada lobo com uma ala agudamente ascendente, oblonga de dez a doze milímetros de comprimento e seis a sete milímetros de largura (REITZ, 1973).

As sementes podem ser obtidas, colhendo os frutos diretamente da árvore, quando iniciarem a queda espontânea. Os frutos assim obtidos pode ser diretamente utilizados para semeadura, uma vez que sua abertura e retirada das sementes é praticamente impossível. Entretanto, é conveniente separá-los em seus componentes, cada um dos quais contém uma semente. Isso é obtido, deixando-os secar ao sol e esfregando-os manualmente dentro de uma peneira. Um quilograma de partes de frutos assim obtidas contém aproximadamente sessenta e três mil unidades, cuja viabilidade de armazenamento é superior a quatro meses (LORENZI, 1998).

A casca externa, é escura ou pardo-cinza, estreita e finamente descamante em forma de lascas estreitas e compridas nas árvores velhas. Fissuras muito delicadas com fendas estreitas e não profundas; casca interna de cor amarelo-intensa muito característica, apresentando lâminas bem visíveis (REITZ, 1973).

Existem controvérsias quanto a densidade básica da madeira, pois, conforme LORENZI (1998), apresenta madeira pesada com densidade de 0,98 g/cm³. Entretanto, REITZ et al. (1983) afirmam que esta é de 0,880 g/cm³.

A madeira é dura, muito resistente, com textura fina, grão direita ou irregular, rachando com facilidade durante a secagem, de baixa resistência ao apodrecimento quando exposta e, suscetível ao ataque de insetos e cupins de madeira seca, sendo indicada para aplicações internas, como vigas, lançadeiras, caibros, artigos de torno, cabos de ferramentas e instrumentos agrícolas, moirões e dormentes (LORENZI, 1998).

Para REITZ et al. (1983), a madeira apresenta alborno branco-amarelado até branco levemente amarelado, com cerne branco-palha-amarelo escurecendo para amarelo-claro-pálido, apresentando manchas claro pardacentas, irregulares, às vezes, distinguindo-se estrias finas e paralelas, pouco contrastadas; textura: grã-direita ou irregular; superfície lisa ao tato, lustrosa; sem cheiro quer gosto distintos, casca pardo-grisácea ou cinza, irregularmente fissurada, desprendendo-se em pequenas placas regulares; folhas opostas.

Segundo LORENZI (1998) na produção de mudas, deve-se colocar as sementes, e suas partes componentes, para germinação, logo que colhidas, em canteiros semi-sombreados, contendo substrato organo-arenoso. A emergência ocorre em vinte a trinta dias e a germinação é abundante. O desenvolvimento das mudas, bem como das plantas no campo é considerado moderado.

No mesmo sentido, REITZ et al.(1983) diz que a produção de mudas não oferece maiores problemas quando semeada em canteiros durante a primavera. Alcança no primeiro ano de desenvolvimento até um metro de altura, cujas mudas transplantadas para o lugar definitivo, apresentam uma boa percentagem de pega.

Pode ser plantada em solos pobres e erodidos com pouca profundidade. Das suas qualidades deve ser destacada a capacidade de desenvolvimento em solos bem drenados e pedregosos (MAIXNER & FERREIRA, 1978).

MATERIAL E MÉTODOS

As árvores de canela-de-veado, *Helieta apiculata*, utilizadas neste estudo, originaram-se de uma área implantada na localidade do Cerrito, no município de Santa Maria, Rio Grande do Sul, originada de regeneração natural, após abandono da referida área.

A área do estudo, caracteriza-se por ser uma porção elevada de relevo em plena planície da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul. Especificamente na área, o relevo é ondulado a fortemente ondulado, formado pelo conjunto de elevações de pequenas extensões com declives de 8 a 15 %.

O solo é formado pela Associação Ciriaco-Charrua, sendo medianamente profundo, entre 80 a 120 cm, moderadamente drenados, de coloração bruno-avermelhada escura, textura argilosa e desenvolvidos a

partir de basaltos. Esse solo apresenta horizontes A e B bem desenvolvidos, ligeiramente ácidos, com saturação de bases e com alumínio trocável praticamente nulo. O pH é variável de acordo com a profundidade, passando de 6,2 no horizonte A e 5,2 no B (LEMOS et al., 1973).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo "Cfa", subtropical úmido, tendo como características climáticas principais a temperatura média anual de 19°C e precipitação média anual de 1769 mm (MORENO, 1961).

A vegetação primitiva dessa região é caracterizada por uma floresta estacional decídua com ocorrência natural de canela-de-veado, de acordo com REITZ et al. (1983).

Neste estudo foram utilizados três árvores de diâmetro médio para representar o crescimento em diâmetro, volume comercial, incremento corrente anual percentual em volume comercial e o fator de forma. Para isso, foi utilizado a técnica de dendrocronologia, desenvolvido por Andrew Douglass, em 1920 e aplicada sob fatias da base tomadas ao nível do DAP, até o ponto de altura comercial das árvores. Essas fatias foram etiquetadas, onde constava o número da árvore amostra e a posição de retirada da fatia no tronco, posteriormente foram transportadas em sacos para o local de secagem.

A medição dos anéis de crescimento foi feita com o auxílio do aparelho LINTAB II, sobre dois raios marcados em cada fatia, sendo o primeiro raio marcado com um ângulo de 45 graus no sentido anti-horário em relação ao maior raio da seção e o segundo raio como o prolongamento do primeiro no sentido medula casca.

O volume foi determinado através do método de Smalian, para seções tomadas até a altura comercial e o fator de forma comercial pela razão entre o volume comercial rigoroso pelo volume comercial cilíndrico.

Para estudar as tendências de desenvolvimento do crescimento em diâmetro e volume comercial foram testados três modelos de regressão, apresentados na Tabela 1. Da mesma forma, foram ajustadas equações para o volume comercial e incremento corrente anual percentual em volume comercial e fator de forma comercial em função do diâmetro à altura do peito.

TABELA 1: Equações testadas para estimar o crescimento em diâmetro e volume comercial em função da idade

Nº. Equação	Modelos	Autores
1	$Y = b_0 \cdot e^{b_1 \cdot t} \cdot b_3$	MITSCHERLICH & SONNTAG (1982)
2	$Y = e^{b_0 + b_1 \cdot \ln t + b_2 \cdot \ln^2 t}$	BACKMAN (1943)
3	$Y = b_0 + b_1 \cdot t + b_2 \cdot t^2$	-

Sendo: Y = variável dependente, representada pelo diâmetro e volume comercial; t = variável independente, representada pela idade em anos; ln = logaritmo natural; b₀, b₁, b₂ = coeficientes.

Fonte: SCHNEIDER (1993)

O processamento das equações foi realizado no pacote SAS (Statistical Analysis System), em computador IBM 3090.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados estatísticos do processamento das equações testadas para ajustar o crescimento em diâmetro e volume comercial em função da idade, encontram-se apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Parâmetros estatísticos das equações testadas para estimar o crescimento em diâmetro e volume comercial em função da idade

Eq.	Variável Dependente	Coeficientes			R ²	S _{yx}	C.V.
		b ₀	b ₁	b ₂			
1	Volume comercial	7,17525	-12,4983	2,47842	0,99	0,001	2,68
	Diâmetro	0,03382	-2,10323	1,08178	0,98	0,003	0,02
2	Volume comercial	-13,9076	4,71770	-0,36980	0,99	0,032	-1,00
	Diâmetro	-10,7444	4,61279	-0,59095	0,99	0,021	-0,91
3	Volume comercial	0,00205	-0,00132	0,00017	0,99	0,001	2,44
	Diâmetro	-0,05792	0,01078	-0,00013	0,99	0,002	1,69

Sendo: R² = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; C.V. = coeficiente de variação em %, b₀, b₁, b₂ = coeficientes da equação.

Para ambas as variáveis dependentes definidas pelo crescimento em diâmetro e volume comercial em função da idade, a equação que apresentou maior precisão estatística, foi a de Backman, expressa pelo modelo 2, da Tabela 1. Embora que, as demais equações testadas também, tenham apresentado um ótimo ajuste.

A equação de Backman apresentou um excelente ajuste, tanto para o diâmetro como para o volume comercial, com um coeficiente de determinação superior a 0,99, um erro padrão da estimativa baixo, inferior a 0,032, e um coeficiente de variação de -1,00 e -0,91 %, para o volume comercial e diâmetro, respectivamente.

Nas Figuras 1 e 2, encontram-se representadas as tendências de crescimento em diâmetro e volume comercial em função da idade, obtidos através da função de Backman, expressa pelo modelo 2. Observa-se que tanto para o diâmetro como para o volume comercial, o crescimento apresenta-se ascendente, representando apenas a fase inicial de crescimento da espécie.

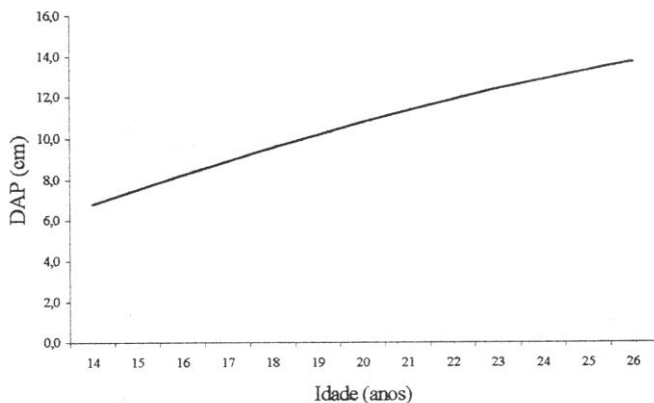


FIGURA 1: Crescimento do diâmetro à altura do peito em função da idade

Com a finalidade de uso prático as três equações foram ajustadas também para incremento corrente anual percentual em volume comercial e fator de forma comercial, como uma função do diâmetro à altura do peito, conforme é apresentado na Tabela 3. Para o incremento corrente anual percentual em volume comercial na equação 3 o coeficiente de determinação foi igual a 0,81 e coeficiente de variação de 23,62 %. Dessa forma, a equação de Backman também foi utilizada para representar o incremento corrente anual percentual, por apresentar melhor precisão estatística. Na Figura 3, pode ser observada a tendência de desenvolvimento do incremento corrente anual percentual em volume comercial em função do diâmetro à altura do peito, ajustada pela equação de Backman. Observa-se que o incremento corrente anual percentual em volume comercial apresentou forma exponencial negativa, diminuindo progressivamente com o aumento do diâmetro, passando de um valor máximo de 34,4%, na idade de 14 anos, com um diâmetro igual a 6,8 cm, para um mínimo de 9,6 %, aos 26 anos, com um diâmetro de 13,7 cm.

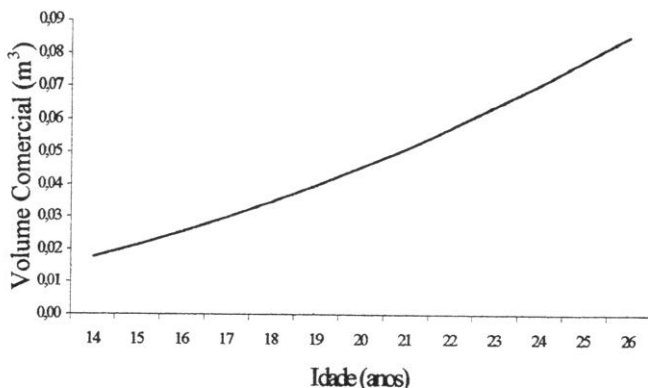


FIGURA 2: Crescimento do volume comercial em função da idade

TABELA 3: Parâmetros estatísticos das equações testadas para estimar incremento corrente anual em percentagem do volume comercial e fator de forma comercial, em função do DAP.

Eq.	Variável Dependente	Coeficientes			R ²	S _{yx}	C.V. %
		b ₀	b ₁	b ₂			
1	ICA %	0,16682	0,23066	-1,86520	0,81	3,664	23,54
	Fator de forma	0,90450	0,44137	0,31120	0,86	0,020	2,96
2	ICA %	4,57451	3,29216	1,07094	0,77	0,224	8,38
	Fator de forma	3,05359	2,68030	0,51255	0,97	0,013	-3,45
3	ICA %	109,586	-1565,954	6167,807	0,81	3,750	23,62
	Fator de forma	0,77941	-4,14730	30,45873	0,97	0,009	1,25

Sendo: R² = coeficiente de determinação; S_{yx} = erro padrão da estimativa; C.V.% = coeficiente de variação em %; ICA% = incremento corrente anual em percentagem do volume comercial, b₀, b₁, b₂ = coeficientes da equação.

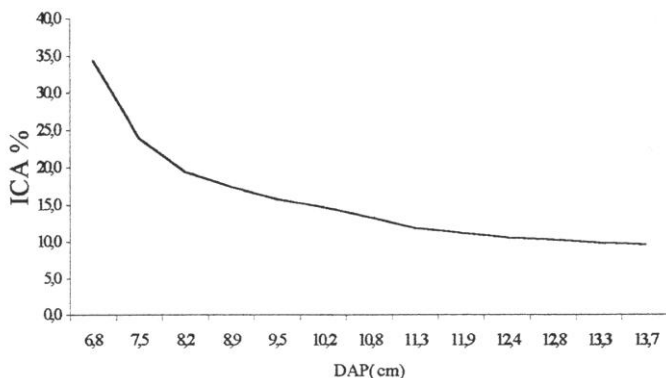


FIGURA 3: Incremento corrente anual em percentagem do volume comercial em função do DAP

A equação 3 para o fator de forma comercial apresentou a melhor precisão estatística, com um coeficiente de determinação igual a 0,97, erro

padrão da estimativa de 0,009 e coeficiente de variação de 1,25. Essa precisão deve-se a boa correlação existente entre o fator de forma e o diâmetro, pois manteve-se crescente até os 26 anos. Essa tendência encontra-se representada na Figura 4. Observa-se, que o mesmo apresenta tendência de crescimento com o aumento do diâmetro, com variações de 0,64 a 0,78 entre os 14 e 26 anos, respectivamente.

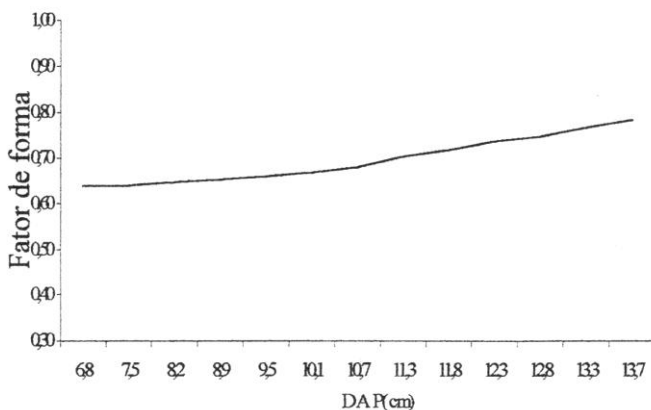


FIGURA 4: Tendência do fator de forma comercial em função do DAP

Na Tabela 4, encontram-se os valores estimados nas equações para o diâmetro à altura do peito, volume comercial, incremento corrente anual em percentagem do volume comercial e fator de forma comercial.

TABELA 4: Estimativas do crescimento do diâmetro, volume comercial, incremento corrente anual percentual em volume comercial e fator de forma comercial.

Idade (anos)	DAP (cm)	Volume Comercial (m ³)	ICA (%)	f
14	6.8	0.01772	34.4	0.64
15	7.5	0.02141	2.9	0.64
16	8.2	0.02547	19.4	0.65
17	8.9	0.02990	17.4	0.65
18	9.5	0.03469	15.8	0.66
19	10.1	0.03984	14.7	0.67
20	10.7	0.04534	13.4	0.68
21	11.3	0.05119	11.9	0.70
22	11.8	0.05736	11.2	0.72
23	12.3	0.06386	10.6	0.74
24	12.8	0.07068	10.3	0.75
25	13.3	0.07780	9.9	0.77
26	13.7	0.08522	9.6	0.78

Sendo: DAP = diâmetro à altura do peito, em centímetros; ICA% = incremento corrente anual percentual em volume comercial; f = fator de forma comercial.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente trabalho permitem concluir para a canela-de-veado, *Helietta apiculata* Benth., que:

a) A função de Backman, expressa pelo modelo 2 da Tabela 1, apresentou um excelente ajuste e ótima precisão estatística, tanto para o diâmetro à altura do peito, volume comercial, incremento corrente anual em percentagem do volume comercial e fator de forma comercial;

b) o diâmetro e volume comercial apresentaram bom crescimento, representando, aproximadamente, 1/3 da função total de crescimento da espécie;

c) o incremento corrente anual em percentagem do volume comercial apresentou uma tendência exponencial negativa, partindo de um

valor máximo de 34,4 %, aos 14 anos, para chegar a um valor mínimo de 9,6 %, aos 26 anos;

d) o fator de forma comercial apresentou uma tendência significativa no tempo e com o diâmetro, variando de 0,64 a 0,78, dos 14 aos 26 anos, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACKMAN, G. **Wachstum und organisches Zeit**. Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1943. 192p.
- LEMOS, R.C., AZOLIN, M. D., ABRAO, P.V.R., et al. **Levantamento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura - Departamento Nacional de Pesquisa Agropecuária - Divisão de Pesquisa Pedológica, 1973. 423p. (Boletim Técnico nº 301).
- LORENZI, H. **Árvores brasileiras: Manual de identificação de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 2.ed. São Paulo: Editora Plantarum, 1998. 368 p.
- MAIXNER & FERREIRA, L.A.B. Contribuição ao estudo das essências florestais e frutíferas nativas no estado do Rio Grande do Sul. **Trigo e Soja**. n.28 p. 2-27. 1978.
- MITSCHERLICH, G., SONNTAG, G. Papperversuche: Modell für eine regenerata und Neupotz-papel-ertragstafel im Oberheingebiet. **Allg. Forst und Jg.**, n.153, p. 213-219. 1982.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, RS. 1961. 41p.
- REITZ, P.R. **Flora ilustrada catarinense**. Santa Catarina: planejada e editada por P. Raulino Reitz, 1973. 89 p.
- REITZ, R., KLEIN, R. M., REIS, A. **Projeto Madeira do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento, 1983. 524p.
- SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1993. 320p.

**PRIMEROS RESULTADOS DE UN ENSAYO DE ESPECIES Y
PROCEDENCIAS DE *Acacia* EN LA VIII REGIÓN¹**

**FIRST RESULTS OF AN EXPERIMENT OF *Acacia* SPECIES AND
PROVENANCES IN THE VIII REGION**

Juan Carlos Pinilla Suárez; Arnoldo Villarroel Muñoz; José Gutiérrez
Salinas; María Paz Molina Brand

RESUMEN

En el estudio se presentan los resultados de dos ensayos de 5 años de edad de Especies y Procedencias de *Acacias*, instalados en la cordillera de la costa y valle central de la VIII Región. Se observó que existían diferencias estadísticas significativas entre especies y procedencias ensayadas. Luego de 5 años del inicio de los ensayos, *Acacia dealbata* Link demuestra ser la especie más promisoría, destacando las procedencias Australianas 16385 y 16384. *Acacia mearnsii* De Wild se presenta como una especie promisoría de investigar a futuro. De las especies y procedencias ensayadas, sólo *A. dealbata* y *A. melanoxylon* R. Br. presentan diferencias estadísticas muy significativas en sus dimensiones. Se detectaron diferencias significativas para la altura, el diámetro y la sobrevivencia entre las procedencias ensayadas de *A. melanoxylon*. En esta especie la procedencia 14176 es la de menor desarrollo, mientras que la mejor fue la nacional (Colcura) seguida de la 16272. De acuerdo con los resultados sería más aconsejable utilizar razas locales de *A. melanoxylon* en los programas de forestación.

Palabras llave: *Acacia* sp., procedencias

ABSTRACT

The results of a 5 years old trial with different *Acacias* species and provenances are showed. This study was carried out in the coast land and central valley of the VIII Region (Chile). There was significant

¹ Subgerencia de Tecnologías Silvícolas INFOR Concepción, Chile.

differences for height, diameter and survival between species and provenances. After 5 year, *Acacia dealbata* has the best result, specially the SSE Snug (Tas) and S. Orford (Tas) provenances. *Acacia mearnsii* is a specie for to be investigated in the future. Only *A. dealbata* and *A. melanoxylon* showed very significant stadistic differences in their dimensions. There was significant stadistic differences for the height, diameter and survival between *A. melanoxylon* provenances. The Atherton (QLD) provenance got the smaller growth. The local (Colcura) and S. Bonang (Vic) provenance were the bests for this specie. Would be advisable to use *A. melanoxylon* "land races" in futures forestation program with this specie.

Key words: *Acacia* sp., provenances

INTRODUCCIÓN

Una de las grandes líneas de trabajo del Instituto Forestal corresponde al establecimiento, manejo y utilización de plantaciones forestales. Dentro de ésta ha destacado el Programa de Introducción de Especies que se inició en el año 1962. Con el objetivo de presentar una alternativa nueva de producción, en general o para aquellas áreas donde las plantaciones con especies tradicionales son poco rentables por condiciones edafoclimáticas marginales o por problemas fitosanitarios, se ha orientado la investigación hacia especies de rápido crecimiento y que pueden destinarse a una amplia gama de productos.

Las especies del género *Acacia* han demostrado cumplir con estas condiciones tanto en su país de origen, Australia, como en otros donde han sido introducidas (SHERRY, 1971; SIMMONS, 1987; AWANG & TAYLOR, 1992). Es así que en 1990 se inició la instalación de una serie de ensayos de introducción de especies y procedencias de acacias australianas. Posteriormente, y para continuar en esta línea de trabajo, en 1992, éstos se complementaron con la instalación de otros nuevos. Uno de ellos se instaló en el predio del Instituto Forestal ubicado en las cercanías de Cañete, mientras que otro se realizó en convenio con Forestal Mininco, en el fundo San Juan, próximo a la ciudad de Nacimiento, ambos en la VIII Región.

El objetivo principal de estos ensayos es determinar la adaptación y el crecimiento de las especies según áreas geográficas, y sus resultados son evaluados a través de las respuestas obtenidas en las variables más representativas de cada planta o árbol.

En este trabajo se presentan los primeros resultados obtenidos desde estos ensayos, para lo cual se evaluó el desarrollo de las plantas según las distintas procedencias ensayadas.

OBJETIVOS

Objetivo General

El objetivo general del proyecto del que forman parte los ensayos, es definir pautas y técnicas para el manejo silvícola de algunas especies del género *Acacia* interesantes para Chile, afinando áreas geográficas de plantación.

Objetivo Específico

Determinar la adaptación y el crecimiento de especies del género *Acacia* en distintas áreas geográficas.

METODOLOGÍA

Área de estudio

Los ensayos se instalaron en la VIII Región. El primero en la Estación Experimental Antiquina, perteneciente al Instituto Forestal, ubicado en la cordillera de la Costa, a 38°18' S, 73°21' W y 30 msnm, aproximadamente 22 km al sur de la ciudad de Cañete. El segundo en el fundo San Juan de la empresa Forestal Mininco, ubicado en una zona de transición entre la costa y el Valle Central, a 37°23'5,5" S y 72°45'20,5" W, y a 160 msnm.

Material utilizado

Las semillas utilizadas en el ensayo son originarias de Australia, incluyéndose además, una procedencia nacional de *Acacia melanoxylon*, la cual proviene de diferentes árboles seleccionados del Valle Colcura (VIII Región). El detalle de las especies utilizadas y sus procedencias se presenta en la Tabla 1.

TABLA 1: Ubicación geográfica de las especies y procedencias de *acacias* provenientes de Australia y sitios de establecimiento de los ensayos.

ESPECIE	LOCALIDAD	Nº	LAT.S	LONG.E	ALT	A	SJ
	-	17711	-	-	-	X	X
<i>Acacia parramattensis</i>	NE Marulan (NSW)	14767	34°42'	150°02'	550	X	
	SW Bungendore (NSW)	14723	35°19'	149°25'	730	X	
<i>Acacia decurrens</i>	N Goulburn (NSW)	14768	34°38'	150°09'	660	X	X
	Picton (NSW)	15537	34°08'	150°52'	120	X	
	Picton-Mittagong (NSW)	15847	34°17'	150°35'	380	X	
<i>Acacia silvestris</i>	Deua River (NSW)	15852	35°58'	149°45'	350	X	X
<i>Acacia dealbata</i>	SSE Snug (Tas)	16385	43°06'	147°14'	143	X	X
	NW Swansea (Tas)	16383	41°55'	147°56'	615	X	X
	WNW Bemboka (NSW)	16376	36°37'	149°26'	1.035	X	X
	S Cooma (NSW)	16269	36°28'	149°09'	910	X	X
	S Orford (Tas)	16384	42°41'	147°52'	120	X	X
	Errinundra Plateau (Vic)	16271	37°11'	148°52'	960	X	
<i>Acacia mearnsii</i>	N Orbost (Vic)	16266	37°37'	148°29'	120	X	X
	Bombala-Dalgety (NSW)	16268	36°40'	149°08'	860	X	X
	Boyer, W Hobart (Tas)	15330	42°46'	147°08'	60	X	
	NE Bungendore (NSW)	16374	35°09'	149°35'	780	X	
	S Cooma (NSW)	14771	36°28'	149°01'	940	X	
<i>Acacia melanoxylon</i>	Atherton (QLD)	14176	17°17'	145°26'	1.022	X	X
	S Bonang (Vic)	16272	37°19'	148°42'	300	X	X
	Highlands (Vic)	17229	37°04'	145°24'	640	X	X
	Mt Mee-Sellings RD (QLD)	17263	27°06'	152°44'	500	X	
	(QLD) Bli Bli (QLD)	16358	26°37'	153°02'	95	X	

Nota : A = Antiquina (38°18' S, 73°21' W, 30 msnm); SJ = San Juan (37°23'5,5" S, 72°45'20,5" W, 160 msnm)

Diseño estadístico

Los ensayos se instalaron con un diseño de bloques completamente aleatorizado. Cada parcela está compuesta por 49 plantas distanciadas a 2 x 2 m. En Antiquina se plantaron 4 bloques con 22 parcelas cada uno; en el predio San Juan, 3 bloques con 15 parcelas.

El análisis estadístico se realizó mediante análisis de varianza y un test de comparación de medias, considerando las 25 plantas centrales de cada parcela.

RESULTADOS

Los ensayos han sido medidos en diversas oportunidades a partir de noviembre de 1992, luego de la instalación, cuando se realizó la primera medición de las 25 plantas centrales de cada parcela (INFOR, 1994; 1995 y 1996). La última medición realizada en junio de 1997, corresponde a la quinta temporada de las plantas en terreno.

En el ensayo en Antiquina dos procedencias, una de *A. melanoxyton* y otra de *A. parramattensis* no fueron sometidas al análisis estadístico por estar presentes en sólo una parcela. Los resultados de estas procedencias son igualmente presentados. En el ensayo en San Juan, de las especies *A. parramattensis*, *A. decurrens* y *A. silvestris* sólo se ensayó una procedencia, por lo que para ellas no se realizó análisis estadístico.

El ensayo en Antiquina

En Antiquina los análisis individuales señalan diferencias estadísticamente significativas y muy significativas en las especies *Acacia dealbata*, *A. melanoxyton* y *A. mearnsii*, aunque esta última sólo para el caso de los diámetros (Tabla 2).

De *A. melanoxyton* se ensayaron 6 procedencias, incluida una nacional, de las cuales sólo 4 fueron evaluadas de acuerdo con los resultados obtenidos. En general, presenta un menor desarrollo en altura y en DAP al compararla con las otras especies ensayadas.

La procedencia 14176 de *Acacia melanoxyton*, con la menor altura del ensayo, es una procedencia originaria del norte de Australia (17°17'S), donde crece sobre los 1.000 msnm. Esa es la razón de su poca adaptabilidad a las condiciones presentes en Antiquina, presentando baja sobrevivencia y un crecimiento muy lento. En general, su desarrollo ha

sido muy inferior al de las otras procedencias y al resto de las especies ensayadas.

En *A. melanoxylon* la altura promedio en 1997 es sólo de 4,90 m, con un DAP de 3,89 cm. La procedencia 17229 presenta el mejor desarrollo en altura, alcanzando un promedio de 8,08 m, mientras que en DAP la procedencia nacional (Colcura) alcanza el mayor valor con 8,64 cm, no siendo ambas significativamente diferentes del resto de las procedencias ensayadas.

La procedencia originaria del Valle Colcura presenta el segundo mayor valor en altura con aproximadamente 7,89 m. La procedencia 14176 reportada como la de menor incremento, difiere muy significativamente de las procedencias 17229 y Colcura.

En 1993, luego de un año de iniciado el ensayo, se encontraron diferencias significativas entre las variables promedio de las procedencias de *A. mearnsii*. En 1997, las procedencias de esta especie sólo se diferencian estadísticamente entre sí en los diámetros. Sin embargo, la procedencia 16268 presenta el mayor desarrollo en altura, alcanzando los 13,21 m en 5 años. Los mejores resultados los presentaron las procedencias 16266 y 16268, tanto en altura como en DAP. En este grupo, la procedencia 16374 presenta el menor crecimiento, diferenciándose significativamente en DAP de la 16268 y 16266.

La procedencias más relevante de *A. parramattensis*, correspondió a la 17711 con una altura promedio de 9,90 m a los 5 años y un DAP de 8,32 cm.

Para *A. decurrens*, representada por 3 procedencias, el análisis estadístico no arrojó diferencias en altura y DAP. La mejor procedencia ensayada corresponde a la 14768, alcanzando un DAP de 11,57 cm y una altura de 12,54 m.

Los resultados de *A. silvestris* no se analizaron estadísticamente debido a que sólo se ensayó una procedencia. En 1997 las plantas alcanzaban en promedio 11,27 m de altura, con un DAP de 9,97 cm.

En la Figura 1 se puede observar el comportamiento del DAP y la altura de las procedencias ensayadas en Antiquina.

En la Tabla 3 se observan los resultados del análisis estadístico por procedencias. El mejor desarrollo lo presentan procedencias de la especie *Acacia dealbata*, destacándose la 16385. Ésta es estadísticamente igual a las procedencias 16271, 16376, 16383 y *A. mearnsii* 16268.

Luego de 5 años, los mejores resultados en cuanto a altura se lograron con *A. dealbata* y su procedencia 16385, y con *A. mearnsii* con su procedencia 16268. Las parcelas más altas en promedio corresponden a *A. mearnsii* (15,38 m) y *A. dealbata* 16385 (15,33 m), ambas ubicadas en el bloque IV del ensayo.

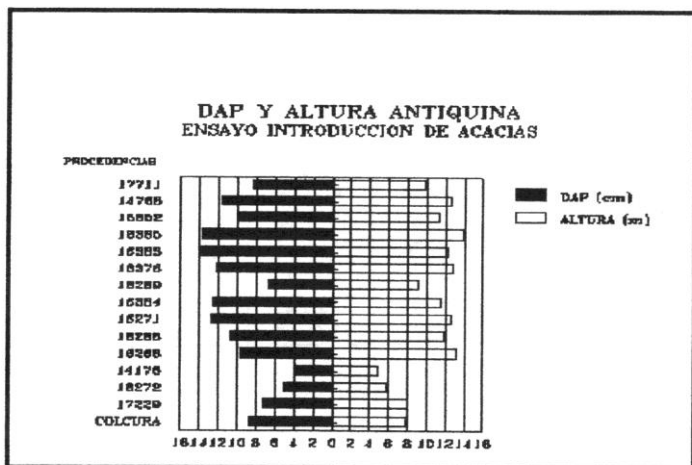


FIGURA 1: DAP e Altura Antiquina – Ensaio introduccion de acacias

Acacia dealbata confirma ser la especie más promisoría, presentando el mejor desarrollo de todas las especies ensayadas. Entre sus procedencias destaca la 16385, con una altura promedio de 13,95 m y un DAP (diámetro a la altura del pecho, medido a 1,3 m desde el suelo) de 13,68 cm. Esta se diferencia fuertemente de *A. melanoxylon* y su procedencia 14176, que presenta un promedio en altura de 4,90 m y 3,89 cm en DAP.

TABLA 2: Resultados de las procedencias de acacias australianas ensayadas en antiquina.

ESPECIE	NÚMERO PROCE DENCIA	EVALUACIÓN 1997		
		ALTURA (m)	DAP (cm)	SOBREVI VENCIA (%)
<i>A. parramattensis</i>	17711	9,90	8,3	95
	14767	9,95	8,4	86
	14723	12,30	9,1	100
Significancia		n.s.	n.s.	n.s.
<i>A. decurrens</i>	14768	12,54	11,6	83
	15537	10,73	9,6	91
	15847	11,07	10,1	75
Significancia		n.s.	n.s.	n.s.
<i>A. dealbata</i>	16385	13,95 a	13,7 a	93
	16383	12,16 ab	13,9 a	93
	16376	12,86 ab	12,3 a	91
	16269	9,19 b	6,7 b	78
	16384	11,61 ab	12,6 a	90
	16271	12,69 ab	12,7 a	93
Significancia		***	***	n.s.
<i>A. mearnsii</i>	16266	11,89	10,7 a	88 ab
	16268	13,21	9,7 a	94 ab
	15330	10,90	9,2 ab	69 b
	16374	8,62	7,0 b	84 ab
	14771	10,87	9,5 ab	100 a
Significancia		n.s.	***	*
<i>A. melanoxyton</i>	14176	4,91 b	3,9 c	73 ab
	16272	5,81 a	5,0 ab	54 b
	17229	8,09 a	7,3 a	97 ab
	17263	6,61 ab	6,1 b	96 ab
	Colcura	7,89 a	8,6 a	92 ab
	16358	4,17	2,8	100 a
Significancia		***	***	*
<i>A. silvestris</i>	15852	11,27	9,97	83

Nota: Letras minúsculas iguales indica que no existen diferencias estadísticamente significativas. Nivel de significancia : *** = 0,01; * = 0,1.

TABLA 3: Resultados según procedencias ensayadas en Antiquina

ESPECIE	PROC	ALTURA (m)	DAP (cm)	SOBREVI VENCIA (%)
<i>A. dealbata</i>	16385	13,95 a	13,68 a	93 abc
<i>A. mearnsii</i>	16268	13,20 ab	9,72 def	94 abc
<i>A. dealbata</i>	16376	12,85 abc	12,28 abc	91 abc
<i>A. dealbata</i>	16271	12,68 abc	12,74 a	93 abc
<i>A. decurrens</i>	14768	12,67 abc	11,57 bcd	83 abcd
<i>A. dealbata</i>	16383	12,16 abcd	13,90 a	93 abc
<i>A. mearnsii</i>	16266	11,88 abcd	10,71 cde	88 abcd
<i>A. dealbata</i>	16384	11,60 bcd	12,57 ab	90 abc
<i>A. silvestris</i>	15852	11,27 bcde	9,97 def	83 abcd
<i>A. decurrens</i>	15847	11,07 bcde	10,10 def	75 bcd
<i>A. mearnsii</i>	15330	10,90 cde	9,20 ef	69 cd
<i>A. mearnsii</i>	14771	10,86 cde	9,50 ef	100 a
<i>A. decurrens</i>	15537	10,73 cde	9,60 ef	91 abc
<i>A. parramattensis</i>	17711	10,09 def	8,30 fg	95 abc
<i>A. parramattensis</i>	14767	9,94 def	8,40 fg	86 abcd
<i>A. dealbata</i>	16269	9,18 ef	12,60 ab	78 abcd
<i>A. mearnsii</i>	16374	8,61 fg	7,00 gh	84 abcd
<i>A. melanoxylon</i>	COLC	8,12 fg	8,60 fg	92 abc
<i>A. melanoxylon</i>		8,08 fg	6,10 hi	97 ab
<i>A. melanoxylon</i>		6,61 gh	6,10 hi	96 abc
<i>A. melanoxylon</i>		5,82 h	5,00 ij	54 d
<i>A. melanoxylon</i>	17229	4,90 h	3,90 j	73 cd
	17263			
	16272			
	14176			
Significancia		***	***	***

Nota: Valores con igual letra indica que no existen diferencias significativas entre sí. Nivel de significancia *** = 0,01.

El ensayo en San Juan

Al comparar los resultados obtenidos entre las distintas procedencias para una misma especie de acacia ensayada, se genera la

Tabla 4, en la que se puede apreciar que para *A. dealbata* la mejor procedencia es 16384 con una altura promedio de 5,41 m, un DAP de 4,11 cm y una sobrevivencia de un 60%. En general, los valores presentados por las procedencias ensayadas de esta especie se encuentran entre los más altos del ensayo.

TABLA 4: Resultados de las procedencias según especie de acacias australianas ensayadas en el predio San Juan.

ESPECIE	NÚMERO PROCEDEN CIA	EVALUACIÓN 1997		
		ALTURA (m)	DAP (cm)	SOBREVIVE NCIA (%)
<i>A. parramattensis</i>	17711	4,63	3,17	87
<i>A. decurrens</i>	14768	4,35	3,82	64
<i>A. dealbata</i>	16385	4,77	3,53	45
	16383	4,68	3,25	52
	16376	4,53	2,83	47
	16269	5,14	3,59	75
	16384	5,41	4,11	60
	16271	4,62	3,34	48
Significancia		n.s.	n.s.	n.s.
<i>A. mearnsii</i>	16266	3,05	1,95	31 a
	16268	5,88	4,67	77 b
Significancia		n.s.	n.s.	***
<i>A. melanoxylon</i>	14176	1,58 c	0,5 b	4 c
	16272	3,95 a	3,03 a	51 b
	17229	2,24 b	1,25 b	79 a
	Colcura	2,04 bc	1,37 b	56 b
Significancia		***	***	***
<i>A. silvestris</i>	15852	5,61	3,92	61

Nota: Letras minúsculas iguales indica que no existen diferencias estadísticamente significativas. Nivel de significancia : *** = 0,01; n.s. = no significativo.

Entre las procedencias de *A. mearnsii* se observa una gran diferencia, especialmente en altura, la que es estadísticamente significativa. La mejor procedencia es 16268 con una altura promedio de 5,88 m y un DAP de 4,67 cm. Como se mencionó anteriormente, estos valores son los

más altos registrados en el ensayo, siendo estadísticamente similares a varias procedencias y significativamente diferentes a otras.

Se observa una gran mortalidad, especialmente en la procedencia 16266, donde en 1997 sobrevive un 30,67% de las plantas.

El análisis estadístico arrojó diferencias significativas para la altura, el diámetro y la sobrevivencia entre las procedencias ensayadas de *A. melanoxylon* y el resto de las procedencias. En forma similar al ensayo de Antiquina, la procedencia 14176 es la de menor desarrollo, alcanzando sólo a 1,58 m de altura promedio y 0,5 cm de DAP. La mejor procedencia fue la 16272, (3,95 m de altura y 3,03 cm de DAP) aún cuando en sobrevivencia la procedencia australiana 17229 es superior (78,67%).

De entre las especies consideradas como industriales, *A. dealbata* y *A. mearnsii*; destacaron las procedencias 16384 y 16268, respectivamente, las que en promedio son las más altas del ensayo.

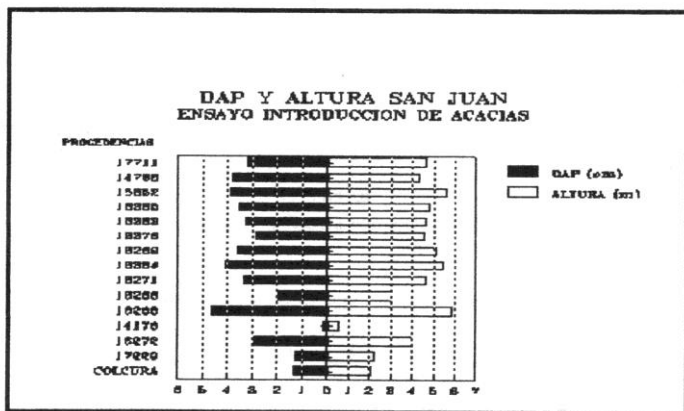


FIGURA 2: DAP e altura San Juan – Ensaio introduccion de acacias

En la Tabla 5 se presentan los resultados según procedencias de la medición correspondiente a 1997, luego de transcurridos 5 años desde la instalación del ensayo, mientras que en la Figura 2 se puede observar el comportamiento del DAP y la altura de las procedencias ensayadas.

TABLA 5: DAP, altura y sobrevivencia promedio de las acacias australianas ensayadas en el fundo San Juan.

ESPECIE	PROCE DENCIA	EVALUACIÓN 1997		
		ALTURA (m)	DAP (cm)	SOBREVI VENCIA (%)
<i>A.parramattensis</i>	17711	4,63 ab	3,17 abc	86,67 a
<i>A.decurrens</i>	14768	4,35 ab	3,82 ab	64,00 abc
<i>A.silvestris</i>	15852	5,61 a	3,92 ab	61,33 abc
<i>A.dealbata</i>	16385	4,77 ab	3,53 ab	45,33 bc
	16383	4,68 ab	3,25 abc	52,00 abc
	16376	4,53 ab	2,83 abcd	46,67 bc
	16269	5,14 a	3,59 ab	74,67 ab
	16384	5,41 a	4,11 a	60,00 abc
	16271	4,62 a	3,34 ab	48,00 bc
<i>A.mearnsii</i>	16266	3,05 bcd	1,95 bcd	30,67 c
	16268	5,88 a	4,67 a	77,33 ab
<i>A.melanoxylon</i>	14176	1,58 e	0,5 e	4,00 d
	16272	3,95 abc	3,03 abcd	50,67 bc
	17229	2,24 cd	1,25 d	78,67 ab
	Colcura	2,04 d	1,37 cd	56,00 abc
Significancia		***	***	***

Nota : Valores con igual letras, asignadas según test de Duncan, no presentan diferencias estadísticamente significativas según ANDEVA (***) = 0,01).

En general, en el ensayo de San Juan se observa una gran variación en relación a los porcentajes de sobrevivencia de las distintas procedencias y especies. Además el desarrollo de las plantas es menor al observado en Antiquina.

Los mejores resultados corresponden a la procedencia 16268 de la especie *A. mearnsii*, que a los 5 años presenta una altura promedio de 5,88 m y un DAP de 4,67 cm. Estos resultados difieren de los obtenidos en Antiquina, donde procedencias de *A. dealbata*, 16385 y 16383, presentaron los mayores valores en Altura y DAP, respectivamente.

De las especies *A. parramattensis*, *A. decurrens* y *A. silvestris* sólo se contó con una procedencia para el ensayo.

A. parramattensis 17711 es la procedencia con la mayor sobrevivencia, alcanzando al 86,67% en 1997. Sus dimensiones en diámetro y altura están en la medianía de las registradas en todo el ensayo. En 1997 alcanza una altura de 4,63 m y un DAP de 3,17 cm, proyectándose como una especie que se adapta bien a esas condiciones ambientales. Esta especie destaca también por la rectitud de su fuste.

A. silvestris 15852 presentó la segunda mayor altura. En 1997 su promedio llegó a 5,61 m con un DAP de 3,92 cm. *A. decurrens* 14768 presentó una altura inferior al promedio del ensayo, sin embargo su DAP fue uno de los más altos. Esta especie inicialmente presentó los mejores resultados generales.

Al comparar los resultados entre áreas geográficas se generan las Figura 3, 4 y 5, en donde se presentan los resultados para el DAP, altura y sobrevivencia, respectivamente.

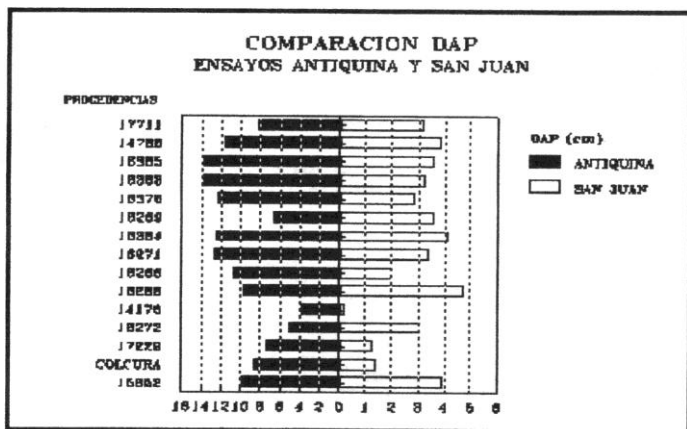


FIGURA 3: Comparacion DAP – Ensaio Antiquina y San Juan

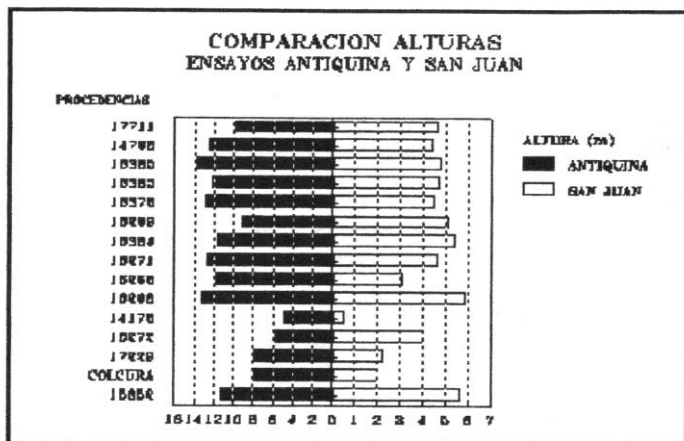


FIGURA 4: Comparacion alturas – Ensaio Antiquina y San Juan

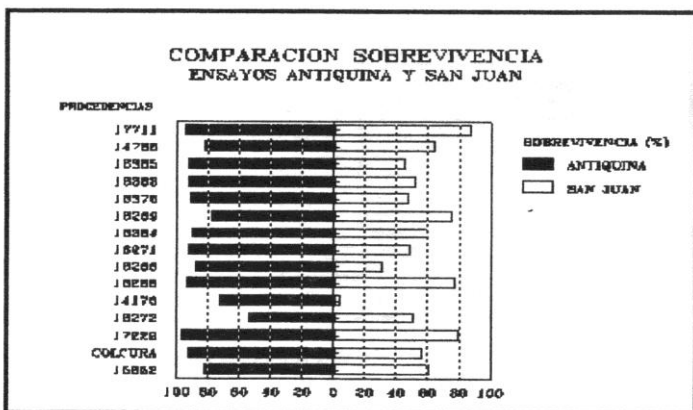


FIGURA 5: Comparacion sobrevivencia – Ensaio Antiquina y San Juan

Al observar los gráficos anteriores se hace evidente la diferencia existente entre los resultados obtenidos según área geográfica. En Antiquina, los valores registrados para cada una de las variables según procedencias, resultaron ser superiores a los encontrados en el predio San Juan. Esta situación se registró en el caso del DAP, altura y sobrevivencia.

Los resultados de Antiquina indicarían mejores condiciones de suelo y clima que favorecerían el crecimiento de las *Acacias* en particular. Sin embargo, en ambas áreas se presentan las mismas tendencias de desarrollo. Es así como en el caso del DAP, la procedencia 14176 de *A. melanoxylon* es la de menor crecimiento, mientras que procedencias de *A. dealbata* y *A. mearnsii* presentan los mejores resultados.

En el caso de la altura, las diferencias de magnitudes entre áreas geográficas de ensayo se mantienen. En general, en el caso de Antiquina, las alturas a los 5 años son superiores a los 8 metros, mientras que en San Juan, las alturas son inferiores a 6 metros. Es así como el promedio de altura en Antiquina es de 10,3 m contra los 4,2 m registrados en San Juan. Al igual que en el caso del DAP, procedencias de *A. melanoxylon* presentan los menores resultados en ambas áreas.

Las diferencias de desarrollo entre las áreas de los ensayos también se manifiestan en la sobrevivencia. En Antiquina, luego de 5 años las procedencias en general superan el 80% de sobrevivencia, siendo bastante uniforme este valor entre las distintas especies. La excepción en este ensayo la constituyen 2 procedencias de *A. melanoxylon* cuyas sobrevivencias fueron inferiores al 70%. En el caso de San Juan, la sobrevivencia fue en general inferior al 60%, con 4 procedencias cercanas al 80%.

Si bien existen diferencias entre las áreas ensayadas, los resultados obtenidos en *A. dealbata* concuerdan con antecedentes recogidos desde otros autores, quienes han calificado a esta especie como de rápido crecimiento. En plantaciones se han reportado incrementos anuales en altura de 1 m (CARNEVALE, 1955, INFOR, 1989), lo que concuerda con los resultados de San Juan, el cual es el área de menor desarrollo.

En el caso de *A. mearnsii*, los resultados de Antiquina y San Juan son concordantes con los reportados por la bibliografía, señalándola como un especie de interés para su investigación, dadas sus características de crecimiento, acción sobre el suelo y contenido de taninos en su corteza.

En cuanto a *A. melanoxylon*, los resultados obtenidos son inferiores a los reportados por la literatura. Sin embargo, se cita que es una

especie que requiere de cuidados especiales para su desarrollo y que, dadas sus características de crecimiento y valor de la madera, su cultivo debe estar orientado a la producción de madera aserrada o chapas.

CONCLUSIONES

Luego de 5 años de iniciados los ensayos *Acacia dealbata* demuestra ser la especie más promisoría.

En el ensayo en Antiquina, las procedencias Australia SSE Snug (Tas), (16385), y S. Orford Tas), (16384), presentan el mejor desarrollo de todas las especies ensayadas, mientras que en San Juan sus resultados no difieren significativamente de otras procedencias ensayadas.

Acacia mearnsii se presenta como una especie promisoría de investigar, siendo las familias de la procedencia S. of Cooma (NSW), (14771), una alternativa a ser considerada.

De las especies y procedencias ensayadas en ambas áreas, sólo *A. dealbata*, y *A. melanoxylon* presentan diferencias estadísticas muy significativas en sus dimensiones.

Se detectaron diferencias significativas para la altura, el diámetro y la sobrevivencia entre las procedencias ensayadas de *A. melanoxylon* y el resto de las procedencias. La procedencia Atherton (QLD), (14176) es la de menor desarrollo, mientras que la mejor procedencia fue la nacional (Colcura) y S. Bonang (Vic), (16272).

De entre las especies consideradas como interesantes para los procesos industriales, *A. dealbata* y *A. mearnsii*, destacan las procedencias S. Orford Tas), (16384), y Bombala-Dalgety (NSW), (16268), respectivamente.

De acuerdo con los resultados sería más aconsejable utilizar "razas locales" de *A. melanoxylon* en los programas de forestación con esta especie, entendiendo como "raza local", aquellas procedencias originadas en bosques de esta especie que crecen en algunas áreas en Chile y que presentan características superiores, tanto en crecimiento, forma, sanidad y otros atributos de interés.

Los resultados de Antiquina demuestran la superioridad de ese sitio para el crecimiento de *Acacias*, en comparación con el sitio del predio San Juan, donde se registraron menores crecimientos y sobrevivencia. Es necesario seguir ensayando nuevas procedencias y progenies de estas especies en otras áreas geográficas, con el objetivo de realizar una

adecuada selección de la mejor procedencia y especie para cada sitio, incorporando además variables de manejo, dado el potencial valor e interés que tienen algunas especies del género *Acacia* para Chile.

BIBLIOGRAFÍA

- AWANG, K., TAYLOR, D. Tropical Acacias in East Asia and the Pacific. Proceedings of a first meeting of the Consultative Group for Research and Development of Acacias (COGREDA). Phuket, Thailand. 1992. 106p.
- CARNEVALE, J.A. **Árboles forestales. Descripción, cultivo y utilización.** Buenos Aires: Hachette. 1995. 689 p.
- HUSCH, B., MILLER, C., BEERS, T. **Forest mensuration.** Third edition. New York: The Ronald Press Company. 1982. 402 p.
- INFOR-CORFO. Investigación Silvicultura de algunas acacias australianas. (Informe de Avance). Concepción. INFOR-CORFO. 1989. 30 p.
- INFOR-CORFO. Investigación silvicultura de *Acacia melanoxylon*. (Informe Final). Concepción. INFOR-CORFO. 1994. 34 p.
- INFOR-CORFO. Investigación silvicultura de *Acacia melanoxylon* y otras acacias. (Informe de avance). Concepción. INFOR-CORFO. 1995. 34 p.
- INFOR-CORFO. Investigación silvicultura de *Acacia melanoxylon* y otras acacias. (Informe de avance). Concepción. INFOR-CORFO. 1996. 16 p.
- SHERRY, S. **The Black Wattle (*Acacia mearnsii* De Wild.).** Pietermaritzburg: South Africa. University of Natal Press. 1971. 402 p.
- SIMMONS, M. **Growing Acacias.** Australia: Kangaroo Press. 1987. 72 p.

**EFEITO DO ESPAÇAMENTO E DA FERTILIZAÇÃO
SOBRE O CRESCIMENTO E QUALIDADE DA MADEIRA
DE UM CLONE DE *Eucalyptus saligna* SMITH**

**GROWTH AND WOOD QUALITY OF *Eucalyptus saligna* SMITH
CLONE BY SPACING AND FERTILIZATION EFFECTS**

Rute Berger¹; Paulo Renato Schneider²;
César Augusto Guimarães Finger³; Clóvis Roberto Haselein⁴

RESUMO

Neste trabalho foi estudado o efeito do espaçamento (3 x 2, 3 x 3 e 3 x 4 m) e da adubação (400 e 800 kg/ha) sobre o crescimento e a qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith. O crescimento em diâmetro, altura e volume comercial sem casca por árvore foi estudado dos três aos dez anos de idade, sendo os dados ajustados pela função de Backman, onde através de análise de covariância foi possível o agrupamento de curvas com tendências semelhantes de crescimento. A produção em volume comercial sem casca por hectare foi menor para os tratamentos que constituíam o maior espaçamento, sendo que praticamente não diferiu entre os dois menores. Para a avaliação da densidade básica da madeira foram coletados discos de 60 árvores de DAP médio, sendo que de 30 árvores foram retiradas as duas primeiras toras para avaliação da resistência à flexão estática. A análise de variância mostrou que o fator

¹ Engenheira Florestal, M.Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor Titular do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

⁴ Engenheiro Florestal, Ph.D., Professor Adjunto do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

espaçamento influenciou significativamente a densidade básica, o Módulo de Elasticidade (MOE), o Módulo de Ruptura (MOR) e as variáveis dendrométricas DAP, altura e um espaçamento mais amplo. O fator adubação mostrou-se significativo apenas para a densidade básica, MOE e MOR, proporcionando um aumento destas características com a aplicação da maior dosagem de adubo. Para todas estas variáveis foram ajustados modelos matemáticos através do procedimento Stepwise de regressão, utilizando variações dos fatores espaçamento e adubação. Apenas o modelo ajustado para densidade básica apresentou boa precisão. A densidade básica também foi associada às variáveis dendrométricas DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, através do mesmo procedimento. O espaçamento e a adubação não influenciaram significativamente a produção em volume comercial sem casca por hectare e a produção de massa seca por hectare, aos 126 meses de idade.

Palavras-chave: crescimento, qualidade da madeira, espaçamento, adubação.

ABSTRACT

The spacing (3 x 2, 3 x 3 and 3 x 4 m) and fertilization (400 and 800 kg/ha) effects on growth and wood quality of *Eucalyptus saligna* clone were studied in this research. The growth in diameter at breast height (Dbh), height and volume were studied to ages between three and ten years, using the Backman's function. Through the covariance analysis was possible to group curves with same growth pattern. A produção em V/ha foi menor para os tratamentos que constituíam o maior espaçamento, sendo que praticamente não diferiu entre os dois menores. For the basic density avaluations, were collected discs from 60 medium trees, and were collected the first and second logs to the static bending studies. The variance analysis showed that the spacing had a significant effect on basic density, modulus of elasticity (MOE), modulus of rupture (MOR), Dbh, height and volume, at 126 months. There were increases for all these variables when was used the larger spaging. The factor fertilization had a significant effect only on basic density, modulus of elasticity and modulus of rupture, where the increase in the fertilization provided an increase in this characteristics. For all these variables, were fitted mathematic models with Stepwise procedure. Only the model fitted to basic density showed good precision. The basic density also was associated with Dbh, height and volume. The

spacing and fertilization hadn't a significant effect in volume and dry mass yield.

Key words: growth rate, wood quality, spacing, fertilization

INTRODUÇÃO

No setor florestal, um dos avanços que possibilitou um grande aumento na produção, melhoria da qualidade e homogeneização da matéria-prima utilizada pela indústria foi a utilização de clones para a formação de florestas. Apesar disto, a adoção de técnicas de implantação e manejo continua indispensável quando se trata de obter plantios com fins industriais.

Entre os diversos fatores condicionantes da produção florestal, o espaçamento e a fertilização exercem papéis fundamentais no estabelecimento, condução da floresta e custos de produção, uma vez que podem influenciar a taxa de crescimento das árvores, a qualidade da madeira, a idade de corte, bem como práticas de implantação, manejo e colheita (BALLONI & SIMÕES, 1980).

Os espaçamentos mais amplos utilizados atualmente nos plantios clonais favorecem a produção de madeira em dimensões mais apropriadas para as indústrias, mas não se tem certeza da sua influência sobre os diversos parâmetros que compõem a qualidade da madeira. Somente a intensificação das pesquisas em florestas clonais e as relações de qualidade da madeira com as técnicas silviculturais poderão trazer as respostas.

O presente trabalho teve como objetivo estudar o crescimento e a qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna*, conduzido sob três espaçamentos e duas doses de adubo químico.

REVISÃO DE LITERATURA

A alta variabilidade do material genético florestal utilizado para pesquisa é citada por vários autores como um grande problema para a avaliação de seus trabalhos. A real diferença entre tratamentos pode estar mascarada pela alta variabilidade entre os indivíduos de um mesmo tratamento. Segundo SILVEIRA & HIGASHI (1999), uma forma de evitar a alta variabilidade das populações florestais é a implantação de povoamentos clonais.

A previsão do crescimento de uma floresta, através de curvas de projeção do desenvolvimento em diâmetro, altura e volume, é a condição básica em qualquer processo de planejamento racional, uma vez que estas curvas são importantes para o planejamento da produção, através da determinação da idade ótima e econômica de corte; para o planejamento e a pesquisa silvicultural, que permitem agrupar espécies e procedências, e para analisar eficientemente os experimentos florestais, entre outros. Através do uso de modelos matemáticos de predição de crescimento e produção é possível o estudo de alternativas de manejo para diferentes condições de sítio, idades de desbaste e níveis de intervenção. Ao nível de indústria, os modelos de crescimento fornecem informações para o planejamento global da empresa, ao possibilitar a estimativa da disponibilidade futura de madeira, permitindo à empresa dimensionar áreas, prever expansões, adquirir ou vender madeira no mercado, entre outros (MARCOLIN & COUTO, 1993). A possibilidade de determinar a época ideal de corte com base no máximo rendimento volumétrico constitui a principal aplicação dos modelos de crescimento (CAMPOS et al., 1986).

HUSCH et al. (1972), destacam que através de técnicas silviculturais, como a adoção de diferentes espaçamentos iniciais e a aplicação de fertilizantes, pode-se mudar o comportamento do crescimento e antecipar o culminio das curvas de incremento.

Além de ter influência marcante na produção, o espaçamento afeta significativamente os custos de implantação, manutenção e exploração da floresta (MELLO et al., 1976) e pode afetar a qualidade da madeira produzida (WEHR, 1982). As decisões sobre espaçamentos não podem ser tomadas sem o conhecimento mais preciso da influência dos mesmos na qualidade dos produtos obtidos (BRASIL & FERREIRA, 1971).

Vários autores, entre eles, COUTO et al. (1977), SCHNEIDER (1993), dentre outros, confirmam a influência do espaçamento entre árvores sobre as características de crescimento (volume, diâmetro e/ou altura) e sobrevivência dos povoamentos. Já é consagrado, com poucas contestações, que espaçamentos reduzidos produzem menores diâmetros das árvores, sendo que, em termos de produção total por área, estes apresentam maior área basal e volume por hectare. O contrário ocorre em maiores espaçamentos.

Teoricamente, a competição entre plantas em busca de luz é muito mais intensa nos espaçamentos mais reduzidos, em função da necessidade da árvore ampliar ao máximo a superfície foliar e cobrir sua necessidade de

assimilação, estimulando assim, o crescimento em altura (SILVA, 1990). Porém, uma diminuição da altura média com o uso de espaçamentos menores foi observada por BALLONI & SIMÕES (1980), que comentaram a existência de várias controvérsias em relação à influência do espaçamento sobre o crescimento em altura da árvores.

COUTO et al. (1977), observaram que o volume médio produzido por hectare para *Eucalyptus urophylla* foi influenciado pelo espaçamento, em todas as idades estudadas, sendo que as menores produções foram encontradas nos povoamentos com menor densidade de plantio.

ZOBEL (1992), destaca que qualquer alteração do padrão de crescimento de uma árvore, resultante ou não de intervenções silviculturais, pode causar variações na qualidade da madeira, sendo que não é possível prever em que sentido estas variações ocorrerão. O autor sustenta que a adoção de um espaçamento maior no plantio evita mudanças abruptas nas condições de luminosidade, umidade e competição entre árvores, evitando alterações súbitas na qualidade da madeira.

BRASIL & FERREIRA (1971), afirmam que a densidade básica da madeira de *Eucalyptus* não é afetada pelo espaçamento, o que é confirmado por VITAL & DELLA LUCIA (1987), entre outros. Por outro lado, GARCIA et al. (1991), concluíram que a densidade básica mostra tendências de diminuir com o aumento do espaçamento.

A resistência à flexão estática é a propriedade que melhor se relaciona com as outras propriedades, além de ser a situação em que se encontram submetidas a maioria das peças de madeira destinadas a algum fim estrutural. Na flexão, a peça sofre simultaneamente tração e compressão (ROCHA et al., 1988). Dentre os fatores que influem na resistência à flexão das madeiras, os autores ressaltam a densidade, mas destacam que, por ser uma característica que reflete a composição química e quantidade de matéria lenhosa por peso, não se pode afirmar que quanto mais densa for a madeira, mais forte será a mesma.

A fertilização é a ferramenta mais comum e talvez de ação mais efetiva que se dispõe para melhorar a qualidade do sítio e, com isto, aumentar a taxa de crescimento. A quantidade, tipo e a época de aplicação dos fertilizantes pode vir a ocasionar alterações na produção e qualidade da madeira, sendo que estas mudanças dependem da espécie e da fertilidade do solo.

VITAL (1990) destaca, citando vários autores, a existência de resultados conflitantes sobre o efeito da fertilização sobre a densidade da

madeira, havendo desde a redução, aumento e a não alteração da característica com a adubação. Mas enfatiza que, se houver diminuição, o peso de madeira produzido por hectare será maior devido ao grande crescimento volumétrico.

MELLO et al. (1970) afirmam que o aumento da produção de madeira alcançado em seus estudos é decorrente da ação dos fertilizantes minerais no desenvolvimento das árvores em altura e diâmetro. Os autores sugerem que do ponto de vista econômico seria interessante que esse aumento de volume fosse obtido para um menor número de árvore por hectare, resultando em árvores de maior diâmetro e de maior altura pela aplicação de fertilizantes. Foi encontrado um aumento de 44% na produção de madeira em áreas adubadas, sugerindo que poderia haver uma redução de mesma grandeza no capital investido em terras e despesas de florestamento (preparo de solos, plantio, produção de mudas, tratos culturais, etc.). Além disso, não houve efeito negativo da adubação na qualidade da madeira, sendo o rendimento e a qualidade da celulose consideradas normais.

O peso seco de uma árvore, resultante da multiplicação do volume sólido de madeira pela densidade básica, é um parâmetro de elevada importância na classificação de árvores e quantificação da produção de matéria seca de um povoamento destinado para fins de produção de celulose. Ao final da rotação, é desejável que se tenha árvores com maior produção de matéria seca, a fim de se melhorar os rendimentos de celulose (BUSNARDO et al., 1983).

MATERIAL E MÉTODO

Características do experimento

Os dados e o material para este estudo foram coletados em um povoamento clonal experimental, de propriedade da empresa Riocell S.A., localizado no Horto Florestal Passo da Estância, município de Barra do Ribeiro (RS). O experimento está localizado a aproximadamente, 30° 20' de latitude sul e 51° 26' de longitude oeste, sendo que a região situa-se à uma altitude em torno de 100 metros.

As mudas utilizadas na implantação do experimento são de origem clonal, sendo denominadas na empresa como "clone 4013 II" de *Eucalyptus saligna* Smith. Estas mudas foram produzidas através de

estacas enraizadas, conduzidas em casa de vegetação, pertencente ao viveiro florestal da empresa.

O solo da área em estudo pertence a Unidade de Mapeamento Camaquã, que se caracteriza por ser predominantemente do tipo podzólico vermelho amarelo, de textura argilosa e relevo ondulado a fortemente ondulado. São solos profundos e bem drenados (LEMONS et al., 1973). Segundo o mesmo autor, o clima da região é do tipo "Cfa", subtropical úmido, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado por apresentar temperatura média anual de 18 a 19,3 °C. A precipitação anual é superior a 1.200 mm, podendo ocorrer estiagem de novembro à março.

O experimento foi implantado em junho de 1988, sendo estabelecidas parcelas de 50 x 60 m em delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial, sendo os fatores os espaçamentos e os níveis as doses de adubo. Os espaçamentos foram definidos por 3 x 2 m, 3 x 3 m e 3 x 4 m (6, 9 e 12 m², respectivamente) e a fertilização, com adubo de nome comercial FOSNAP (fosfato natural ativado), nas doses de 400 e 800 kg/ha, distribuído à lança.

Em cada uma das parcelas foram alocadas duas sub-parcelas permanentes, com tamanho fixo de 144 m², para medição das variáveis dendrométricas. O preparo do solo foi feito com escarificador e gradagem, sendo que antes desta foi realizada a adubação.

Os tratamentos utilizados são apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Distribuição dos espaçamentos e das doses de adubo nos tratamentos.

Tratamento	Espaçamento(m)	Espaço vital (m ²)	Adubação (kg/ha)
T1	3 x 2	6	400
T2	3 x 3	9	400
T3	3 x 4	12	400
T4	3 x 2	6	800
T5	3 x 3	9	800
T6	3 x 4	12	800

Obtenção dos dados

Para o estudo do crescimento em diâmetro, altura e volume do clone de *Eucalyptus saligna* nos diferentes tratamentos, foram tomadas à

partir do terceiro ano, as informações de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura, coletadas anualmente nas sub-parcelas permanentes de medição. Os volumes por árvore, em m^3 , foram obtidos através da cubagem de amostras coletadas durante as medições das parcelas e ajustados através dos modelos apresentados por SCHNEIDER (1997). Os dados foram processados no pacote "Statistical Analysis System", versão 6.08 (SAS, 1993). O melhor modelo foi selecionado com base nas estatísticas de coeficiente de determinação (R^2_{aj}), erro padrão da estimativa em percentagem ($S_{yx}\%$) para o caso de variáveis dependentes transformadas, índice de Furnival em percentagem (IF%) para o caso de variáveis dependentes logaritimizadas, além de análise de resíduos, conforme proposto por SCHNEIDER (1997).

O modelo selecionado serviu para estimar o volume comercial sem casca das árvores medidas nos inventários anuais. O volume comercial sem casca por hectare foi obtido através do somatório dos volumes comerciais sem casca por árvore em cada sub-parcela de $144 m^2$, sendo o resultado transformado para valor por hectare.

Para o estudo da densidade básica aos 126 meses de idade, foram abatidas 10 árvores de diâmetro à altura do peito médio, ± 1 desvio-padrão de cada tratamento, totalizando 60 árvores-amostra. As amostras foram cubadas pelo Método de Smalian, sendo tomados os diâmetros à 0,10, 0,30 e 1,30 m e a partir de então de metro em metro até a altura total da árvore. Das árvores-amostra foram retiradas seções transversais à 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial (diâmetro mínimo de 6 cm), além de uma fatia no DAP, para determinação da densidade básica em cada posição da árvore, através do Método da Balança Hidrostática, de acordo com a metodologia de testes para densidade básica especificada pela norma D 2395-94 (ASTM, 1995a). O cálculo consiste na determinação da razão entre o peso seco em estufa da amostra de madeira ($103 \pm 2^\circ C$) e o volume da amostra saturada em água. Após a obtenção da densidade em cada posição relativa do tronco, foi realizada a determinação da densidade básica média da árvore, através da ponderação dos valores de densidade obtidos em cada posição com os volumes sem casca correspondentes entre duas posições sucessivas.

Para o estudo da resistência à flexão estática foram utilizadas as 5 primeiras árvores de cada parcela, totalizando 30 árvores-amostra., sendo retiradas as duas primeiras toras de cada árvore, com 2,5 m de comprimento cada. Das toras foram retirados pranchões centrais, contendo

a medula, com aproximadamente oito centímetros de espessura. Após cinco meses de secagem ao ar, os pranchões foram desdobrados em corpos de prova livres de defeitos, para os ensaios de resistência à flexão estática. As dimensões dos corpos de prova (2,5 x 2,5 x 41 cm) são especificadas na segunda parte da norma D 143-94 (ASTM, 1995b), para madeira proveniente de toras de pequenas dimensões. Para cada tora foram retirados oito corpos de prova, perfazendo um total de 80 amostras por tratamento. Os corpos de prova foram acondicionados em câmara climatizada a 20°C e 65% de umidade relativa do ar, até atingirem teor de umidade de equilíbrio de aproximadamente 12%. Os ensaios foram realizados em Máquina Universal de Ensaios de Materiais, marca Wolpert, do Laboratório de Produtos Florestais, do Departamento de Ciências Florestais da UFSM. Os testes foram conduzidos a uma velocidade constante de 1,3 mm/min, conforme a norma D 143-94 (ASTM, 1995b), com a carga aplicada no centro do vão da viga. A partir destes ensaios foram determinados o módulo de ruptura (MOR) e o módulo de elasticidade (MOE), em kgf/cm². Após a determinação do MOE e do MOR, estes valores foram corrigidos para um teor de umidade de 12% (visto que nem todas as peças apresentavam este teor no momento dos testes), a fim de se padronizar os dados.

O peso de matéria seca por hectare, aos 126 meses de idade, foi determinado através da multiplicação do volume sólido de madeira pela densidade básica.

Análise estatística:

Parâmetros dendrométricos, qualidade da madeira e produção

Os dados médios de volume comercial sem casca por árvore, DAP, altura, densidade básica, MOE e MOR, na idade de 126 meses, foram submetidos a análise de variância e, no caso de rejeição da hipótese de igualdade de médias entre tratamentos, ao teste de médias (Least Significant Difference – LSD, $\alpha = 5\%$), a fim de verificar a existência de diferenças entre os tratamentos. O volume comercial sem casca por hectare e o peso de matéria seca por hectare foram analisados com os mesmos objetivos.

Considerando a possibilidade de se utilizar o espaçamento como variável contínua (espaço vital), os dados de DAP, altura, volume

comercial sem casca por árvore, densidade básica, MOE e MOR, em função do espaço vital e das doses de adubo, foram submetidos a análise de regressão. Para tanto, os dados foram processados pelo pacote "Statistical Analysis System" (SAS, 1993), onde foi aplicado o procedimento Stepwise de modelagem de regressão. O melhor modelo foi escolhido através das estatísticas de R^2_{aj} , S_{yx} , F_{calc} e análise gráfica dos resíduos. O modelo máximo de regressão foi definido como:

$$Y = f(s, a, s^2, a^2, s^3, a^3, 1/s, 1/a, s.a, s^2.a, a^2.s)$$

Sendo: Y = DAP, altura, volume comercial sem casca por árvore, densidade básica, MOE e MOR, em cm, m, m^3 , g/cm^3 e kgf/cm^2 , respectivamente; s = espaço vital, em m^2 ; a = dose de adubo, em kg/ha .

A densidade básica também foi relacionada com as variáveis DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, através do procedimento Stepwise, sendo utilizados como modelos máximos de regressão:

$$db = f(d, d^2, d^3, 1/d, h, h^2, h^3, 1/h, d.h, d^2.h, dh^2)$$
$$db = f(v, v^2, v^3, 1/v)$$

Sendo: db = densidade básica da madeira, em g/cm^3 ; d = diâmetro à altura do peito, em cm; h = altura em metros; v = volume comercial sem casca por árvore, em m^3 .

Estudo do crescimento

Para o estudo do comportamento do crescimento em DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore em função da idade, para cada tratamento, foi ajustada a função de crescimento de Backman. Esta função é expressa por:

$$Y = e^{b_0 + b_1 \ln t + b_2 \ln^2 t}$$

Sendo: Y = tamanho da variável na idade t; t = idade; b_0 , b_1 , b_2 = coeficientes do modelo.

Para estudar as tendências de crescimento em DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, em todos os tratamentos estudados, foi utilizada a análise de covariância, que permitiu avaliar estatisticamente a diferença entre níveis e inclinação das curvas de crescimento, com o objetivo de verificar a possibilidade de agrupar curvas (tratamentos) com mesmas características de crescimento. Esta avaliação foi realizada através do seguinte modelo matemático:

$$Y = f[\ln t, \ln^2 t, \text{tratamento}, (\text{idade} * \text{tratamento})]$$

Sendo: Y = DAP, altura ou volume comercial sem casca por árvore; t = idade; idade*tratamento = interação idade/tratamento.

Para auxiliar a análise de covariância foi realizada uma avaliação gráfica (visual) das curvas, que permitiu agrupar os tratamentos com mesmo comportamento de crescimento.

A produção em volume comercial sem casca por hectare foi estudada através da análise gráfica das curvas de crescimento. Os valores por idade foram obtidos através da multiplicação do volume por árvore da curva de crescimento em volume comercial sem casca por árvore pelo número de árvores de cada tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diâmetro à altura do peito, altura média e volume comercial sem casca por árvore

A análise estatística dos dados mostrou que, aos 126 meses de idade, o fator níveis de adubação não foi significativo para um nível $\alpha=5\%$ de probabilidade de erro e valor de $F_{\text{tab}} = 5,99$, tanto para a variável altura, com $F_{\text{calc}} = 0,40$, como para a variável DAP, com $F_{\text{calc}} = 0,18$. A interação dos fatores adubação e espaço vital também não foi significativa para o mesmo nível de probabilidade de erro e $F_{\text{tab}} = 5,14$, apresentando valores de $F_{\text{calc}} = 3,45$ para altura e $F_{\text{calc}} = 4,36$ para DAP. Já o fator espaço vital mostrou ser de influência significativa sobre as variáveis estudadas, apresentando valores de F_{calc} de 40,85 e 110,88, respectivamente para altura e diâmetro ($F_{\text{tab}} = 5,14$).

A análise de variância mostra que para o volume comercial sem casca por árvore apenas o fator espaço vital foi significativo, apresentando valor de $F_{\text{calc.}}=138,4$, superior ao valor de $F_{\text{tab.}}=5,14$, para um nível $\alpha=5\%$ de probabilidade de erro. O fator adubação apresentou valor de $F_{\text{calc.}}=0,30$, inferior ao valor de $F_{\text{tab.}}=5,99$, para o mesmo nível de probabilidade de erro. Também a interação entre os dois fatores não mostrou significância, apresentando $F_{\text{calc.}}=0,53$, inferior ao valor de $F_{\text{tab.}}=5,14$. O teste de médias para o fator espaço vital, com os dados de DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, aos 126 meses de idade, é apresentado na Tabela 2.

A Tabela 2 mostra uma tendência significativa de aumento do DAP médio com o aumento do espaçamento, confirmando a maioria dos resultados encontrados na literatura. O menor valor de DAP, encontrado para o menor espaçamento, deve-se a maior competição entre os indivíduos.

As alturas médias das duas maiores áreas vitais (12 e 9 m²) não diferem significativamente entre si. Estas médias porém, diferem significativamente da média obtida no menor espaço vital (6 m²).

A Tabela 2 também mostra que o maior espaço vital (12 m²) apresenta os indivíduos de maior volume comercial sem casca por árvore, diferindo significativamente dos indivíduos pertencentes às áreas de 9 e 6 m². Estas últimas também diferem significativamente entre si. O maior desenvolvimento em DAP e altura nos maiores espaçamentos contribuiu para a obtenção de volumes individuais também maiores.

TABELA 2: Teste de médias para as variáveis DAP, altura (h) e volume comercial sem casca por árvore (vcsc), em função do espaço vital.

Espaço vital (m ²)	DAP (cm)	LSD*	h (m)	LSD*	vcsc (m ³)	LSD*
12	25,5	A	34,4	A	0,6787	A
9	23,2	B	34,9	A	0,5772	B
6	19,8	C	30,9	B	0,4032	C

Sendo: *Médias seguidas de letras iguais não diferem significativamente entre si; DAP = diâmetro à altura do peito; h = altura total; LSD = Least Significant Difference.

Os níveis de adubação não mostraram influência significativa no desenvolvimento em DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore. A Tabela 3 mostra os melhores modelos obtidos para descrever a variação de DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, em função do espaço vital e/ou das doses de adubação.

Para a variável DAP, o procedimento Stepwise selecionou apenas um modelo de regressão e para a variável altura foram selecionados cinco modelos de regressão, sendo que, considerando as estatísticas analisadas, o modelo escolhido é aquele apresentado na Tabela 3. Para a variável volume comercial sem casca por árvore, o procedimento selecionou dois modelos de regressão, sendo apresentado o modelo de melhores estatísticas.

TABELA 3: Modelos de regressão selecionados para descrever o diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, a altura total (h), em m, e o volume comercial sem casca por árvore (vcsc), em m³, em função do espaço vital (s), em m², e das doses de adubação (a), em kg/ha.

Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
		F'	Prob>F	R ² _{aj}	S _{yx}
DAP = b ₀ + b ₁ .s	b ₀ = 12,495404			0,44	3,23
	b ₁ = 1,200366	149	0,0001		
h = b ₀ + b ₁ .s + b ₂ .a ³ + b ₃ . $\frac{1}{s}$	b ₀ = 53,588456			0,43	2,67
	b ₁ = -0,001467	16,9	0,0001		
	b ₂ = 1,0 E-08	15,4	0,0001		
	b ₃ = -123,73097	63	0,0001		
vcsc = b ₀ + b ₁ .s	b ₀ = 0,054363			0,48	0,14
	b ₁ = 0,057962	175	0,0001		

Sendo: F' = Valor de F calculado para a variável independente; Prob>F = nível de probabilidade de erro; R²_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa y; ns = não significativo ao nível de tolerância estabelecido (5%).

As variáveis DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, apesar de serem significativamente afetadas pelo espaçamento, conforme análise de variância e teste de médias, não se mostraram altamente relacionadas com este fator através do uso de modelos de regressão. A ampla dispersão dos dados observados pode ter ocasionado a

baixa determinação dos modelos e o erro padrão relativamente alto. Além disso, o espaçamento não é a única variável a influenciar o desenvolvimento em DAP, altura e volume das árvores. Existem diversos fatores ambientais, não considerados neste estudo, que podem ter contribuído para esta variação.

Análise das propriedades da madeira

Densidade básica

As tendências de comportamento da densidade em função dos níveis de adubação e do espaço vital podem ser visualizadas através da Figura 1. Pode-se verificar que há um acréscimo gradual na densidade com o aumento do espaço vital, além de um aumento significativo em função das doses de adubo.

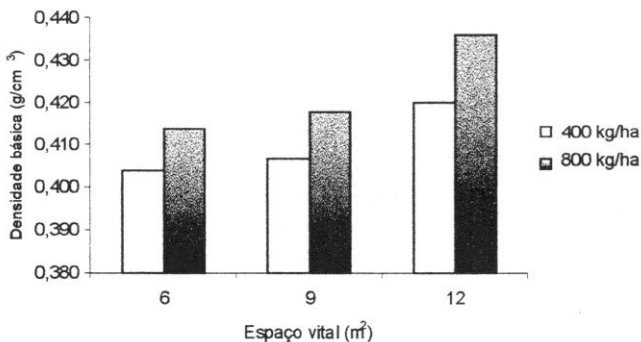


FIGURA 1: Densidade básica média em função do espaço vital e das doses de adubação.

Os dados de densidade básica em função da adubação e do espaço vital foram submetidos a análise de variância e as diferenças entre as médias para os dois fatores foi altamente significativa. O valor de $F_{calc.}=32,43$ para o fator adubação foi superior ao valor de $F_{tab.}=4,02$. Também o valor de $F_{calc.}=30,20$ para o fator espaçamento foi superior ao

valor de $F_{\text{tab}}=3,17$. A interação entre os fatores não se mostrou significativa, apresentando $F_{\text{calc.}}=0,67$, inferior ao $F_{\text{tab}}=3,17$. A Tabela 4 mostra o teste de médias para a variável densidade básica em função da adubação e do espaço vital.

TABELA 4: Teste de médias (LSD) para a variável densidade básica (db) em função da adubação e do espaço vital.

Adubação (kg/ha)	db (g/cm ³)	LSD*		Espaço vital (m ²)	db (g/cm ³)	LSD*
800	0,422	A		12	0,428	A
400	0,410	B		9	0,412	B
				6	0,409	B

Sendo: *Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference.

Na Tabela 4 pode-se observar um aumento significativo da densidade básica com o aumento do nível de adubação. O mesmo ocorreu para o fator espaçamento, sendo que o maior espaço vital proporcionou árvores com maior densidade básica, diferindo significativamente dos menores espaços vitais. É possível que este aumento seja decorrente da maior espessura das camadas de madeira formadas recentemente nas árvores pertencentes aos maiores espaçamentos, conforme sugerido por ODA et al. (1990). Devido à competição, após uma determinada idade, as árvores pertencentes aos menores espaçamentos têm menor concentração de madeira adulta, ocasionando menores densidades em relação às árvores pertencentes aos maiores espaçamentos.

A variável densidade básica foi relacionada com as variáveis espaço vital e dose de adubo, DAP e altura, e volume comercial sem casca por árvore, respectivamente, sendo os dados ajustados através do procedimento Stepwise de modelagem de regressão. A Tabela 5 mostra os modelos, os coeficientes e as estatísticas obtidas.

Outros modelos não foram selecionados devido ao nível de probabilidade de erro obtido ser maior do que o determinado (5%). Os modelos obtidos permitem descrever com boa precisão a variação da densidade básica com a variação dos níveis de adubação e do espaço vital, do DAP e altura, e do volume comercial sem casca por árvore.

TABELA 5: Modelo de regressão selecionado pelo procedimento Stepwise para descrever a densidade básica (db), em g/cm³, em função do espaço vital (s), em m², e da dose de adubação (a), em kg/ha; do diâmetro à altura do peito (DAP), em cm, e altura, em m; e do volume comercial sem casca por árvore, em m³.

Passo	Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
			F'	Prob>F	R ² _{aj.}	S _{yx}
1	db = b ₀ + b ₁ .s ² a	b ₀ =0,39992050	88	0,0001	0,61	0,0084
		b ₁ =0,00000031				
1	db = b ₀ + b ₁ .DAP ³	b ₀ =0,39249297	28	0,0001	0,33	0,0110
		b ₁ =0,00000189				
1	db = b ₀ + b ₁ .vcsc ³	b ₀ =0,40516485	23	0,0001	0,29	0,0110
		b ₁ =0,04591384				

Sendo: F' = Valor de F calculado para a variável independente; Prob>F = nível de probabilidade de erro; R²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa y.

Apesar de estatisticamente válidos, os valores de coeficiente de determinação e erro padrão da estimativa dos modelos selecionados para descrever a variação da densidade básica em função das variáveis DAP, altura e volume comercial sem casca por árvore, indicam que esta variação não pode ser explicada unicamente por estes fatores. Estes modelos têm utilidade apenas para uma noção do comportamento da densidade básica com a variação destas características.

Módulo de elasticidade e módulo de ruptura

A análise de variância foi utilizada para verificar se as diferenças observadas entre as duas posições (toras), dos fatores adubação e espaçamento das árvores-amostra apresentavam-se significativas, tanto para módulo de elasticidade (MOE) como para módulo de ruptura (MOR).

Os resultados encontrados mostram que a posição da tora na árvore influencia significativamente os valores de MOE, visto que o valor de F_{calc.}=10,46 foi superior ao valor de F_{tab.}=3,92, assim como os fatores adubação e espaçamento que apresentaram valores de F_{calc.} iguais a 43,98 e 6,57, maiores que os valores de F_{tab.} de 3,92 e 3,07, respectivamente. A

interação entre os fatores não foi significativa ao nível de significância determinado ($F_{\text{calc}}=1,70$ e $F_{\text{tab}}=3,07$).

A posição da tora na árvore também influencia significativamente os valores de MOR, visto que o valor de $F_{\text{calc}}=11,49$ foi superior ao valor de $F_{\text{tab}}=3,92$. O efeito dos fatores adubação e espaçamento foi significativo, apresentando valores de F_{calc} iguais a 43,70 e 33,02, maiores que os valores de F_{tab} de 3,92 e 3,07, respectivamente. A interação entre os fatores foi significativa ao nível de probabilidade de confiança determinado ($F_{\text{calc}}=4,82$ e $F_{\text{tab}}=3,07$). Este resultado mostra que os fatores adubação e espaçamento interagem de modo a se obter um benefício suplementar para a variável MOR quando um fator é utilizado na presença do outro. O teste de médias (teste T - LSD) para os fatores adubação, espaçamento e posição da tora são apresentados na Tabela 6.

TABELA 6: Teste de médias para os fatores adubação, espaçamento e posição da tora, para as variáveis módulo de elasticidade (MOE) e módulo de ruptura (MOR)

Fator	MOE (kgf/cm ²)	LSD*	Fator	MOR (kgf/cm ²)	LSD*
Adubação (kg/ha)			Adubação (kg/ha)		
800	100.798	A	800	752,46	A
400	92.199	B	400	689,89	B
Espaçamento (m ²)			Espaçamento (m ²)		
12	99.736	A	12	771,00	A
9	95.193	B	9	712,27	B
6	94.470	C	6	679,03	B
Posição da tora			Posição da tora		
2ª	98.693	A	1ª	737,45	A
1ª	94.498	B	2ª	705,37	B

Sendo: *Médias seguidas por letras iguais não diferem significativamente entre si; LSD = Least Significant Difference; MOE = módulo de elasticidade.

Os resultados encontrados sobre o efeito dos fatores adubação e espaçamento nas propriedades mecânicas da madeira eram esperados, visto que tiveram influência significativa sobre a densidade básica da madeira.

Considerando que as diferenças de MOE e MOR para os fatores estudados (adubação e espaçamento) foram significativas, procedeu-se a modelagem de regressão através do procedimento Stepwise. Os coeficientes e as estatísticas do modelo selecionado são apresentadas na Tabela 7.

Não houve mais variáveis que pudessem ser incluídas nos modelos para explicar a variação do MOE com o efeito do espaçamento e da adubação, para o nível de tolerância estabelecido. Para descrever o MOR, o procedimento Stepwise selecionou 5 modelos, sendo apresentado na Tabela 7 o modelo de melhores estatísticas.

TABELA 7: Modelo de regressão obtido pelo procedimento Stepwise para descrever o módulo de elasticidade (MOE) e o módulo de ruptura (MOR), em kgf/cm^2 , em função do espaço vital (s), em m^2 , e das doses de adubação (a), em kg/ha .

Passo	Modelo	Coeficientes	Estatísticas			
			F'	Prob>F	R^2_{aj}	S_{yx}
1	MOE = $b_0 + b_1 \cdot a^2s$	$b_0=89605,567$			0,10	14124
		$b_1=0,0019077$	51	0,0001		
1	MOR = $b_0 + b_1 \cdot s^2a$	$b_0=648,6226$			0,16	105
		$b_1=0,001381$	88,4	0,0001		

Sendo: F' = Valor de F calculado para a variável independente; Prob>F = nível de probabilidade de erro; R^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa y.

Apesar de selecionados pelo procedimento de modelagem de regressão, a precisão dos modelos é muito baixa para descrever o comportamento do MOE e do MOR somente em função das variáveis adubação e espaço vital, o que era esperado.

Volume comercial sem casca por hectare e produção de massa seca por hectare

O volume comercial sem casca por hectare e a produção de massa seca não mostraram diferenças significativas entre os tratamentos estudados, aos 126 meses de idade. Os valores de $F_{calc.}$ (4,53; 4,24; 0,59, e 4,52; 4,23; 0,59, respectivamente para os fatores adubação, espaço vital e interação entre os fatores), para volume comercial sem casca por hectare e produção de massa seca foram inferiores aos valores de $F_{tab.}$ (5,99 para o

fator adubação e 5,14 para o fator espaço vital e interação entre fatores). As médias são apresentadas na Tabela 8.

TABELA 8: Médias obtidas para a volume comercial sem casca por hectare (V/ha) e produção de massa seca, em função dos fatores adubação e espaço vital, aos 126 meses de idade.

Adubação (kg/ha)	V/ha (m ³ /ha)	Produção de massa seca (t/ha)	Espaço vital (m ²)	V/ha (m ³ /ha)	Produção de massa seca (t/ha)
400	650,69	262,88	6	657,57	265,65
800	615,73	248,77	9	641,37	259,13
			12	600,70	242,70

Apesar de ocorrer um aumento das médias, não se pode afirmar estatisticamente que a menor dose de adubo (400 kg/ha) ocasionou o aumento do volume comercial sem casca por hectare e da produção de massa seca, visto que F não foi significativo ao nível de probabilidade de erro estabelecido (5%).

Para o fator espaçamento, apesar da tendência de diminuição do volume comercial sem casca por hectare e da produção de massa seca com o aumento do espaço vital, a análise de variância mostra que os resultados não diferem significativamente entre si ao nível de significância estabelecido.

Os resultados apresentados na Tabela 8 permitem afirmar que a produção em volume comercial sem casca por hectare e a produção de massa seca para o clone não é afetada significativamente pelo espaçamento e pela adubação, devendo-se porém, considerar que a produção de madeira não se limita a uma parcela reduzida e sim a grandes extensões, com vários hectares, o que pode ocasionar uma diferença significativa na produção quando da utilização de espaçamentos mais amplos.

Crescimento em diâmetro

A função de Backman descreveu com boa precisão o crescimento em DAP, para todos os tratamentos estudados. Estas equações foram utilizadas para estimar o DAP médio de cada tratamento em função da idade. Os pares de dados (idade e DAP estimado) foram plotados e são apresentados na Figura 2.

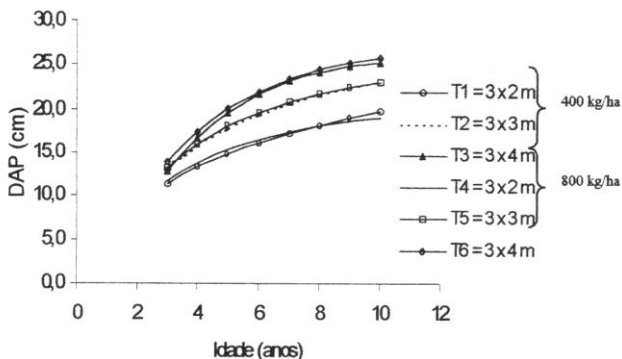


FIGURA 2: Valores estimados de diâmetro à altura do peito (DAP) em função da idade, ajustados pela função de Backman, para os tratamentos estudados.

Conforme esperado, os tratamentos que possuíam a maior área vital, ou seja, maiores espaçamentos, apresentaram os maiores diâmetros em praticamente todo o período observado. Pode-se constatar também que o fator adubação não influenciou significativamente o comportamento do crescimento em DAP ao longo dos anos estudados.

Esta observação é confirmada pelo resultado da análise de covariância, que mostra que a hipótese de igualdade de inclinação (idade*tratamento) e de níveis (tratamento) das curvas de crescimento em DAP é rejeitada ao nível de 5% de probabilidade de erro, indicando padrões de crescimento diferenciados entre os tratamentos estudados (Tabela 9).

O crescimento é semelhante para os tratamentos que constituem o mesmo espaçamento, a partir do terceiro ano de plantio, não evidenciando diferenças para o fator fertilização, apesar de ocorrer o cruzamento entre curvas com mesma tendência de crescimento. Os tratamentos possíveis de serem agrupados graficamente são os de número 1 e 4 (6 m^2), 2 e 5 (9 m^2), 3 e 6 (12 m^2).

TABELA 9: Análise de covariância para testar o paralelismo e diferença entre níveis das curvas de crescimento em diâmetro à altura do peito (DAP) dos tratamentos estudados.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.>F
Tratamento	5	17,2570	3,4514	170,37	0,0001
Coefficientes: ln I	1	51,4650	51,4650	2540,47	0,0001
ln ² I	1	1,2496	1,2496	61,69	0,0001
Idade*Tratamento	5	0,4126	0,0825	4,07	0,0011
Erro	1428	28,9285	0,0202		
Total	1440	99,3127			

Sendo: F.V. = fontes de variação; G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma de quadrados; Q.M. = quadrado médio; F=valor de F calculado; Prob>F = nível de probabilidade de erro; I = idade.

Os dados referentes a estes tratamentos foram agrupados, de forma a constituir novos grupos, obtendo-se assim novas equações para descrever o crescimento em DAP de tratamentos com tendências semelhantes de crescimento.

Crescimento em altura

A Figura 3 mostra o comportamento do crescimento em altura média ao longo dos anos, ajustado pela função de Backman, para os tratamentos estudados. Pode-se constatar que o crescimento em altura média praticamente não diferiu entre os tratamentos estudados, à exceção dos tratamentos 1 e 4, que mostram-se inferiores aos demais tratamentos a partir dos cinco anos de idade. Esta diferença mostrou-se significativa aos dez anos de idade, e, segundo BALLONI & SIMÕES (1980), isto pode ser devido ao nível de competição entre os indivíduos, mais acentuado a partir do quinto ano, onde o maior número de árvores dominadas ocasiona uma diminuição das alturas médias nos povoamentos mais densos. Porém, até o quinto ano, os tratamentos 1 e 4 mostraram-se superiores ao tratamento 6. O efeito do fator adubação novamente não se mostrou evidente.

O resultado da análise de covariância indicou a existência de padrões de crescimento diferenciados entre os tratamentos (Tabela 10). Esta tendência é de difícil visualização quando se analisa graficamente a Figura 3. Apenas através de uma análise gráfica com as curvas de mesmo

espaçamentos foi possível verificar que o crescimento em altura é semelhante para os tratamentos 1 e 4, 2 e 5, 3 e 6, não evidenciando diferenças para o fator fertilização.

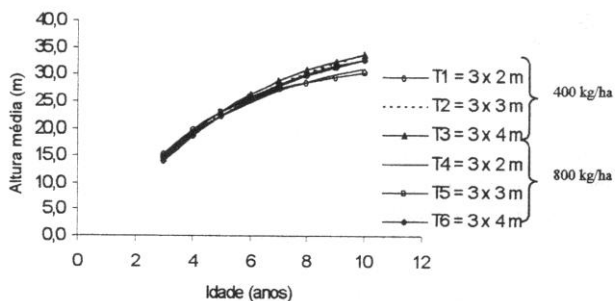


FIGURA 3: Valores estimados de altura média em função da idade, ajustados pela função de Backman, para os tratamentos estudados.

TABELA 10: Análise de covariância para testar o paralelismo e diferença entre níveis das curvas de crescimento em altura média dos tratamentos estudados.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.>F
Tratamento	5	0,4878	0,0976	12,27	0,0001
Coeficientes:	ln I	96,4736	96,4736	12131,89	0,0001
	ln ² I	1,9907	1,9907	250,34	0,0001
Idade*Tratamento	5	0,5594	0,1119	14,07	0,0001
Erro	1428	11,3556	0,0079		
Total	1440	110,8672			

Sendo: F.V. = fontes de variação; G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma de quadrados; Q.M. = quadrado médio; F=valor de F calculado; Prob>F = nível de probabilidade de erro; I = idade.

Cada grupo foi novamente submetido ao ajuste da função de Backman, obtendo-se assim uma nova equação para descrever o crescimento em altura média de tratamentos com tendências semelhantes de crescimento.

Crescimento em volume comercial sem casca por árvore

Para a variável volume comercial sem casca por árvore ajustou-se também a função de Backman, para descrever o volume por árvore de cada tratamento ao longo do tempo, obtendo-se boa precisão.

Pode-se verificar através da Figura 4 que, assim como para a variável diâmetro, os tratamentos com maior espaço vital apresentaram os maiores valores médios de volume comercial sem casca por árvore, conforme esperado. O fator adubação não mostrou influência evidente ao longo do período observado.

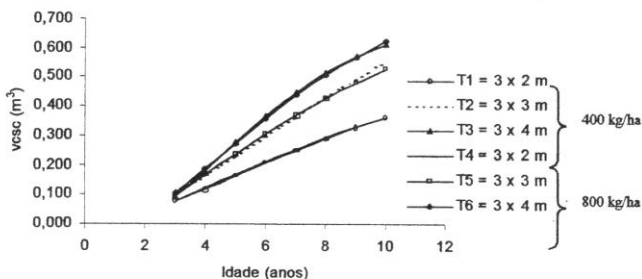


FIGURA 4: Valores estimados de volume comercial sem casca por árvore (vsc) em função da idade, ajustados pela função de Backman, para os tratamentos estudados.

O resultado da análise de covariância, indicou padrões de crescimento diferenciados entre os tratamentos estudados (Tabela 11). Esta tendência também pode ser verificada graficamente através da Figura 4, que mostra a possibilidade de agrupamento de tratamentos com mesmos padrões de crescimento em volume comercial sem casca por árvore. Os tratamentos possíveis de serem agrupados graficamente são os de número 1 e 4 (6 m^2), 2 e 5 (9 m^2), 3 e 6 (12 m^2).

TABELA 11: Análise de covariância para testar o paralelismo e diferença entre níveis das curvas de crescimento em volume comercial sem casca por árvore dos tratamentos estudados.

F.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob.>F
Tratamento	5	64,8726	12,9745	106,23	0,0001
Coeficientes: In I	1	454,2647	454,2647	3719,27	0,0001
	In ² I	1	5,2269	5,2269	42,79
Idade*Tratamento	5	1,8237	0,3647	2,99	0,0109
Erro	1428	174,4132	0,1221		
Total	1440	700,6012			

Sendo: F.V. = fontes de variação; G.L. = graus de liberdade; S.Q. = soma de quadrados; Q.M. = quadrado médio; F=valor de F calculado; Prob>F = nível de probabilidade de erro; I = idade.

Cada novo grupo foi novamente submetido ao ajuste da função de Backman, obtendo-se assim um novas equações para descrever o crescimento em volume comercial sem casca por árvore de tratamentos com tendências semelhantes de crescimento.

Crescimento em volume comercial sem casca por hectare

O crescimento médio em volume comercial sem casca por hectare pode ser observado na Figura 5, sendo possível verificar que o fator adubação não apresentou efeito significativo sobre a produção, pois há sobreposição das curvas que constituem o mesmo espaçamento. Pode-se observar que há menor produção em volume comercial sem casca por hectare para os tratamentos que constituem o espaçamento 3 x 4 m (3 e 6), ao longo do tempo. Entre os tratamentos 1, 4, 2 e 5, a produção praticamente não diferiu ao longo dos anos.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem concluir que:

A adubação não mostrou influência significativa sobre o DAP, altura média e volume comercial sem casca por árvore, aos 126 meses de idade.

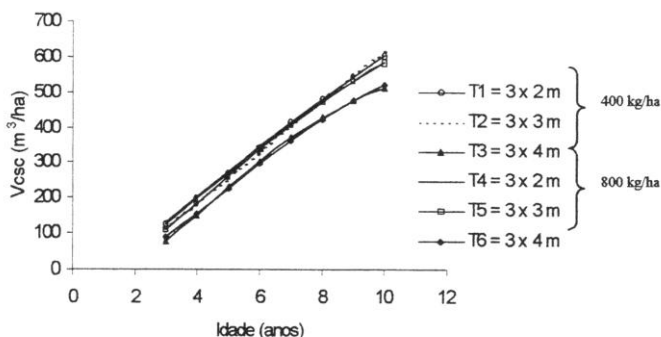


FIGURA 5: Valores médios de volume comercial sem casca por hectare (Vcsc) em função da idade, para os tratamentos estudados.

O espaçamento influenciou significativamente, aos 126 meses de idade, o DAP, altura média e volume comercial sem casca por árvore.

O DAP, altura média e volume comercial sem casca por árvore mostraram-se fracamente relacionados com o espaçamento e a adubação, sendo que menos de 50% da variação total é explicada por estes fatores.

Os fatores adubação e espaçamento de plantio tiveram influência significativa sobre a variável densidade básica, sendo que a maior dose de adubo e o maior espaçamento proporcionaram um aumento significativo desta característica.

O modelo matemático $db = 0,39992050 + 0,00000031.s^2a$, obtido pelo procedimento Stepwise de regressão, descreveu de forma satisfatória a variação da densidade básica em função do espaçamento e da adubação.

Os modelos matemáticos obtidos para descrever a densidade básica em função do diâmetro à altura do peito e do volume comercial sem casca por árvore explicaram menos de 30% da variação total dos dados.

Nos estudos de resistência à flexão estática, o módulo de elasticidade e o módulo de ruptura foram significativamente influenciados pelo espaçamento, adubação e posição da tora. A maior dose de adubo e o

maior espaçamento proporcionaram os maiores valores médios de módulo de elasticidade e módulo de ruptura, diferindo significativamente da menor dose de adubo (400 kg/ha) e dos menores espaçamentos (6 e 9 m²).

Os modelos matemáticos selecionados pelo procedimento Stepwise para descrever o módulo de elasticidade e o módulo de ruptura em função do espaçamento e da adubação apresentaram baixo R²_{aj} e alto S_{yx}.

O volume comercial sem casca por hectare e a produção de massa seca por hectare não foram significativamente afetados pelo espaçamento e pela adubação, aos 126 meses de idade.

A função de Backman descreveu com boa precisão o crescimento em DAP, altura média e volume comercial sem casca por árvore do clone ao longo do tempo, para todos os tratamentos.

A análise de covariância detectou, para todas as variáveis estudadas, diferenças de nível e inclinação das curvas de crescimento. A análise gráfica permitiu o agrupamento de curvas com tendências de crescimento semelhantes, sendo formadas novas curvas à partir dos tratamentos 1 e 4, 2 e 5, 3 e 6, para as variáveis DAP, altura média e volume comercial sem casca por árvore.

A produção em volume comercial sem casca por hectare foi menor para os tratamentos que constituíram o maior espaço vital (12 m²), sendo que praticamente não diferiu entre os dois menores (6 e 9 m²).

A análise gráfica mostrou que o fator adubação não influenciou o crescimento em DAP, altura média e volume comercial sem casca por árvore e volume comercial sem casca por hectare no tempo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Test methods for specific gravity of wood and wood-base material, D2395-93. Philadelphia, PA, 1995a. p.348-355.
- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS. Standard methods of testing small clear specimens of timber, D143-94. Philadelphia, PA, 1995b. p.23-37.
- BALLONI, E.A., SIMÕES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF**, 1980. 16p. (Série Técnica, 3).
- BRASIL, M.A.M., FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw, *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus grandis* Hill ex-Maiden aos 5 anos de idade, em função do local e do espaçamento. **IPEF**, v.2, n.3, p.129-49, 1971.

- BUSNARDO, C.A., GONZAGA, J.V., FOELKEL, C.E.B. et al. Em busca da qualidade ideal da madeira do eucalipto para produção de celulose: II. Inter-relações entre propriedades das árvores e de suas madeiras. In: CONGRESSO LATINO-AMERICANO DE CELULOSE E PAPEL, 3., 1983, São Paulo. **Anais...** São Paulo, ABCP, 1983a. v.1, p.31-47.
- CAMPOS, J.C.C., TREVISOL JR., T.L., TORQUATO, M.C. et al. Aplicação de um modelo compatível de crescimento e produção de densidade variável em plantações de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.10, n.2, p.121-134, 1986.
- COUTO, L., BRANDI, R.M., CONDÉ, A.R. et al. Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, MG. **Revista Árvore**, v.1, n.2, p.57-71, 1977.
- GARCIA, C.H.; CORRADINE, L., ALVARENGA, S.F. Comportamento florestal do *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* em diferentes espaçamentos. **IPEF**, 1991. 8 p. (Circular Técnica, 179).
- HUSCH, B., MILLER, C.I., BEERS, T.W. **Forest mensuration**. New York: The Ronald Press Co., 1972. 410 p.
- LEMONS, R.C., AZOLIM, M.A.D., BRANDÃO, P.U. et al. **Levantamento e reconhecimento dos solos de Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias - Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- MARCOLIN, M., COUTO, H.T.Z. Modelos de produção e crescimento de *Pinus taeda* desbastado na região de Telêmaco Borba-PR. In: CONGRESSO FLORESTAL PANAMERICANO, 1., 1993. Curitiba, PR. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1993.
- MELLO, H.A., MASCARENHAS SOBRINHO, J., SIMÕES, J.W. et al. Resultados da aplicação de fertilizantes minerais na produção de madeira de *Eucalyptus saligna* Sm. Em solos de cerrado do Estado de S. Paulo. **IPEF**, n.1, p.7-26, 1970.
- _____. Influência do espaçamento e da idade de corte na produção de madeira de eucalipto em solo de cerrado. **IPEF**, v.13, p.143-62, 1976.
- ODA, S., MELLO, E.J., MENCK, A.L.M. et al. Variação da densidade básica da madeira de clones de *E. grandis* e *E. saligna* em diferentes espaçamentos, com 6 anos de idade. In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6., 1990. Campos do Jordão, SP. **Anais...** São Paulo: SBS/SBEF, 1990. p.701-705.

- ROCHA, J.S., PAULA, E.V.C.M., SIQUEIRA, M.L. Flexão estática em amostras pequenas livres de defeitos. *Acta Amazonia*, v.18, n.1/2, p.147-162, 1988.
- SAS – STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM: Programa de computador, ambiente VM. Cary, 1993. Versão 6.08.
- SCHNEIDER, P.R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF-FATEC, 1993. 348 p.
- _____. **Análise de regressão aplicada à engenharia florestal**. Santa Maria: UFSM/CEPEF, 1997. 217 p.
- SILVA, J.F. **Variabilidade genética em progênes de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e sua interação com espaçamentos**. Viçosa: UFV, 1990. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SILVEIRA, R.L.V.A., HIGASHI, E.N. Produzindo mudas de eucaliptos. **Revista Referência**, n.1, p.34-36, 1999.
- VITAL, B.R. Reflexos da fertilização mineral na qualidade e na utilização da madeira. In: BARROS, N.F., NOVAIS, R.F. **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: Folha de Viçosa, 1990. p.323-330.
- VITAL, B.R., DELLA LUCIA, R.M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, v.11, n.2, p.132-145, 1987.
- WEHR, J.P.P. **Espaçamento de plantio: efeito na qualidade, economicidade e produtividade**. Piracicaba, 1982. (Seminário apresentado na disciplina de Formação e Manejo de Povoamentos Florestais – Curso de Pós-graduação)
- ZOBEL, B. Silvicultural effects on wood properties. **IPEF International**, v.2, p.31-38, 1992.

**AVALIAÇÃO DOS CUSTOS DE PRODUÇÃO DE MADEIRA EM
PÉ E DA PRODUÇÃO DE POVOAMENTOS CLONAIS E
CONVENCIONAIS DE *Eucalyptus saligna* SMITH,
IMPLANTADOS SOB DIFERENTES ESPAÇAMENTOS**

**EVALUATION OF THE COSTS OF WOOD PRODUCTION OF
CLONAL AND CONVENTIONAL STANDS OF *Eucalyptus saligna*
SMITH, IMPLANTED UNDER DIFFERENT SPACINGS**

Jorge E. M. Klein¹; Rute Berger²; José Luiz Bazzo¹;
Luiz C. Polipo³; Mário R. A. César³

RESUMO

Neste trabalho foi avaliada a influência de três espaçamentos (3x2 m, 3x3 m e 3x4 m) no custo de produção de madeira sem casca, em m³/ha, de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith, aos 8 anos de idade. Estes resultados foram comparados com plantios de *Eucalyptus saligna* Smith originários de mudas propagadas por sementes. Os resultados demonstraram que o investimento em plantio de floresta clonal é justificado pela maior produção de madeira e pelo menor custo de produção, compensando o maior custo das mudas originadas de estacas. O espaçamento 3x3 m foi considerado o mais indicado para a produção de madeira do clone, quando considera-se o custo e a produção de madeira.

Palavras-chave: custos, clone, produção, espaçamento

ABSTRACT

In this work the influence of three spacings was evaluated (3x2 m, 3x3 m and 3x4 m) in the cost of the wood yield without bark, in m³/ha, of a

¹ Eng^o. Florestal, Klabin-Riocell S.A., R. São Geraldo, 1680 - CEP 92500-000 - Guaíba - RS.

² Eng^a. Florestal, M. Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

³ Técnicos da Klabin-Riocell S.A., R. São Geraldo, 1680 - CEP 92500-000 - Guaíba - RS.

clone of *Eucalyptus saligna* Smith, at the 8 years of age. These results were compared with plantings of *Eucalyptus saligna* Smith original of seedlings spread by seeds. The results demonstrated that the investment in planting of clonal forest is justified by the largest wood yield and for the smallest production cost, compensating the largest cost of the seedlings originated of stakes. The spacing 3x3 m was considered the most suitable for the production of wood of the clone, when are considered the cost and the wood production.

Key words: costs, clone, yield, spacing

INTRODUÇÃO

A implantação de povoamentos clonais é uma das formas de evitar a alta variabilidade das populações florestais. No Brasil, a produção maciça de mudas clonais iniciou na região litorânea do Espírito Santo, em 1979 (SILVEIRA & HIGASHI, 1999). Esta estratégia permite a reprodução de árvores com características genéticas idênticas ou semelhantes às da árvore matriz, e com isto, a seleção de características desejáveis, principalmente para as espécies do gênero *Eucalyptus*. As espécies deste gênero apresentam alta variabilidade genética, alta capacidade de hibridação e alta herdabilidade para diversas características, permitindo a seleção de genótipos superiores não somente em crescimento, mas também em qualidade da madeira.

A utilização de clones para a formação de florestas foi um dos avanços que possibilitou maior produção, melhoria da qualidade e homogeneização da matéria-prima utilizada pela indústria. Porém, a adoção de técnicas de implantação e manejo visando a obtenção de povoamentos regulares e produtivos, que satisfaçam economicamente as condições de implantação e colheita, continua indispensável, quando se trata de obter plantios com fins industriais.

A escolha do espaçamento inicial de plantio é uma das decisões mais importantes na implantação de um povoamento florestal. Deve estar associada à finalidade da madeira a ser produzida, uma vez que o espaçamento tem influência marcante na produção, afeta significativamente os custos de implantação (VALE et al., 1982), manutenção e exploração da floresta (MELLO et al., 1976) e a qualidade da madeira produzida (BERGER, 2000).

O espaçamento é uma das variáveis, dentre as que atuam sobre o crescimento de um povoamento, que pode ser controlada eficientemente pelo silvicultor, desempenhando um papel muito importante quando se deseja produzir madeira de boa qualidade.

Como vantagens da adoção de espaçamentos amplos, pode-se citar:

- As árvores apresentam maior desenvolvimento individual, permitindo sua utilização para fins mais nobres;
- maior facilidade de mecanização de várias operações agrícolas após o plantio;
- maior facilidade de mecanização florestal, como tratamentos culturais, melhorando a qualidade das árvores plantadas;
- diminuição da taxa de mortalidade;
- menor proporção de árvores dominadas.
- menor custo de implantação em relação ao número de árvores;
- toras de maior diâmetro nos primeiros desbastes e nas árvores de corte final;
- evita-se a realização de desbastes antieconômicos nos primeiros anos; e,
- as rotações podem ser mais curtas para a produção de toras de tamanhos pré-determinados.

Rezende *apud* SILVA (1990), ressalta que os espaçamentos mais fechados aumentam os custos de produção e de exploração, mais que proporcionalmente à produtividade por área, sendo que o inverso ocorre com os demais grupos de custos.

Já como vantagens de espaçamentos reduzidos, FISHWICK (1976) destaca:

- Alta produção de volume total em menor tempo;
- plantios de reposição desnecessários, devido ao número elevado de plantas;
- rápidos rendimentos financeiros provenientes de desbastes (onde existe mercado);
- galhos menores e menor conicidade de fuste; e,
- rápido fechamento do dossel, reduzindo o surgimento de plantas invasoras.

Nos espaçamentos menores, além da mortalidade natural atribuída a fatores aleatórios, SILVA (1990) constatou que houve mortalidade adicional devido à competição entre as árvores, a partir do momento em

que se verificou plena ocupação da área disponível para o crescimento. Neste mesmo sentido, BALLONI & SIMÕES (1980) e SOUZA (1995), entre outros, também encontraram maiores porcentagens de mortalidade em espaçamentos menores. Já SCHÖNAU (1974), afirma que em seu trabalho a mortalidade foi independente do espaçamento de plantio, considerando densidades de 1196, 1329, 1945 e 1707 árvores por hectare.

JOHNSTON et al. (1967), consideram que as perdas de plantas por mortalidade em espaçamentos reduzidos são menos significativas e não existe grande necessidade de reposição de plantas. Porém, em relação aos custos de reposição, os autores destacam que estes praticamente não variam em função do espaçamento, embora a substituição de plantas seja mais justificada nos espaçamentos mais amplos.

O espaçamento das plantações florestais não deve, portanto, ser rígido. Há necessidade de se considerar a qualidade e o peso/volume de madeira a ser produzida, bem como o local (sítio), hábitos de crescimento, espécie, sobrevivência esperada, objetivos do produto, futuros tratamentos silviculturais e o tipo de equipamento a ser empregado na implantação e colheita do povoamento (COUTO et al., 1977).

Este trabalho teve como objetivos verificar a influência da densidade de plantio no custo e na produção de madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith, aos 8 anos de idade, e comparar os custos de produção de madeira deste clone com plantios de *Eucalyptus saligna* Smith originários de mudas propagadas por sementes.

MATERIAL E MÉTODO

Os dados para este estudo foram coletados de parcelas experimentais de 144 m², em um povoamento clonal de propriedade da empresa Klabin-Riocell S.A., localizado no Horto Florestal Passo da Estância, município de Barra do Ribeiro (RS). Os tratamentos consistiam de três espaçamentos distintos (3x2 m, 3x3 m e 3x4 m), estando o povoamento com 8 anos de idade no momento da avaliação (1996).

O experimento está localizado a aproximadamente, 30° 20' de latitude sul e 51° 26' de longitude oeste, sendo que a região situa-se à uma altitude em torno de 100 metros.

O solo da área em estudo pertence a Unidade de Mapeamento Camaquã, que se caracteriza por ser predominantemente do tipo podzólico vermelho amarelo, de textura argilosa e relevo ondulado a fortemente

ondulado. São solos profundos e bem drenados (LEMOS et al., 1973). O clima da região é do tipo "Cfa", subtropical úmido, segundo a classificação climática de Köppen, caracterizado por apresentar temperatura média anual de 18 a 19,3°C. A precipitação anual é superior a 1.200 mm, podendo ocorrer estiagem de novembro à março (MORENO, 1961).

Das parcelas foram coletados dados de diâmetro à altura do peito (DAP) e altura, além da cubagem de 30 árvores para determinação do volume por árvore. Os dados de DAP, altura e volume comercial sem casca (diâmetro mínimo de 6 cm) foram processados e analisados, sendo ajustada uma equação para estimar o volume comercial sem casca por árvore em função de variáveis dendrométricas de fácil obtenção. O modelo utilizado foi o de Meyer, expresso por:

$$v = b_0 + b_1d + b_2d^2 + b_3dh + b_4d^2h + b_5h$$

Sendo: v = volume comercial sem casca por árvore, em m^3 ; d = diâmetro à altura do peito, em cm; h = altura, em m.

O volume comercial sem casca por hectare foi obtido através do somatório dos volumes comerciais sem casca por árvore em cada parcela, sendo o resultado extrapolado para hectare.

A produção para o povoamento originado de mudas propagadas por semente foi estimada a partir dos resultados obtidos nos melhores sítios florestais da empresa (40 m^3 /ha/ano, no espaçamento 3x2 m).

Para a determinação dos custos de implantação e manutenção foram padronizados os procedimentos operacionais, desde a limpeza do terreno até os tratos culturais. Foram considerados apenas os custos diretos.

Na determinação do custo de madeira em pé considerou-se, além dos custos de implantação e manutenção, uma remuneração do capital terra de US\$ 35,00/ha/ano, equivalente ao custo de arrendamento. O preço das operações e dos materiais é válido para dezembro de 1996 (R\$ 1,00 = US\$ 1,00).

Os custos por espaçamento foram capitalizados nas taxas de 0, 4, 8, 12, 16 e 20% ao ano, sendo fixada a exaustão total dos custos em uma rotação (8 anos de idade).

O valor da madeira em pé, por m^3 , foi obtido através da razão entre o valor futuro do custo e a produção de madeira no final da rotação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO**Custo de implantação e manutenção**

A Tabela 1 mostra um resumo das atividades/insumos e o custo de implantação para os três espaçamentos estudados e para o povoamento originado de sementes.

TABELA 1: Custo de implantação por espaçamento e por tipo de muda.

Atividades/Insumos	Custo (US\$/ha)			
	Clonal			Semente
	3x2 m	3x3 m	3x4 m	3x2 m
A - PREPARO DO TERRENO E PLANTIO				
A1 - Operações mecânicas				
1-Construção/manutenção de estradas e aceiros	46,69	46,69	46,69	46,69
2-Escarificação	179,41	179,41	135,85	179,41
3-Gradagem	35,87	35,87	27,14	35,87
4-Distribuição de mudas e adubo	11,32	9,05	7,92	11,32
Subtotal	273,29	271,02	217,59	273,29
A2 - Operações manuais				
1-Aplicação de herbicida na cepa	23,95	23,95	23,95	23,95
2-Plantio	168,19	122,21	100,79	168,19
3-Replântio	29,04	22,39	20,15	43,56
4-Adubação de arranque	48,40	38,72	33,28	48,40
5-Adubação de cobertura	48,40	38,72	33,28	48,40
6-Construção e manutenção de cercas	18,76	18,76	18,76	18,76
7-Controle de formigas	48,40	48,40	48,40	48,40
Subtotal	385,14	313,15	278,61	399,66
A3 - Materiais				
1-Supertriplo	42,50	28,33	21,24	42,50
2-NK 15-00-30	46,43	30,86	23,16	46,43
3-Mudas	291,83	194,55	146,71	111,17
4-Formicida	61,38	61,38	61,38	61,38
5-Round up	28,00	28,00	28,00	28,00
Subtotal	470,14	343,12	280,49	289,48
A4 - Transporte de materiais				
1-Mudas para plantio	3,43	2,29	1,72	3,43
2-Adubos	2,15	1,43	1,07	2,15
3-Mudas para replântio	0,35	0,23	0,17	0,52
Subtotal	5,93	3,95	2,96	6,10

Continuação....

TABELA 1: Continuação...

Atividades/Insumos	Custo (US\$/ha)			
	Clonal			Semente
	3x2 m	3x3 m	3x4 m	3x2 m
B - TRATOS CULTURAIS				
B1-Operações mecânicas				
1-Capina química na entrelinha	63,00	63,00	63,00	63,00
Subtotal	<i>63,00</i>	<i>63,00</i>	<i>63,00</i>	<i>63,00</i>
B2 - Operações manuais				
1-Capina química na linha (goal)	36,30	36,30	27,83	36,30
2-Capina química na linha (roud up)	54,45	54,45	41,14	54,45
3-Roçada manual na linha (40% da área)	19,36	19,36	14,64	19,36
4-Desbrota total (30% da área)	18,15	18,15	18,15	18,15
Subtotal	<i>128,26</i>	<i>128,26</i>	<i>101,76</i>	<i>128,26</i>
B3 - Materiais				
1-Goal BR	36,75	36,75	36,75	36,75
2-Round up	32,00	32,00	32,00	32,00
Subtotal	<i>68,75</i>	<i>68,75</i>	<i>68,75</i>	<i>68,75</i>
TOTAL	1394,51	1191,25	1013,16	1228,54

Através da Tabela 1 pode-se constatar que o custo de implantação é menor a medida que se diminui a densidade de plantio. No espaçamento 3x2 m, para o clone de *Eucalyptus saligna*, o custo de implantação foi de US\$ 1394,51/ha, superior ao custo obtido para o espaçamento 3x4 m, de cerca de US\$ 1013,16/ha. Este fato é devido a uma redução considerável do número de plantas por hectare, o que diminui os gastos com mudas e adubo, com o transporte destes insumos para o horto florestal e para o interior dos talhões, além da diminuição de custos de plantio e replantio, adubação de arranque e cobertura.

A diminuição dos custos com o aumento do espaçamento também é devida a uma redução de cerca de 25% na distância percorrida para operações realizadas na linha no espaçamento 3x4 m (escarificação, gradagem e capina mecânica).

Quanto aos tipos de muda avaliados, pode-se observar (Tabela 1) que o custo de implantação de um plantio clonal é maior em relação ao plantio convencional (sementes), para o mesmo espaçamento de plantio

(3x2 m). Isto é devido ao fato da muda produzida a partir de estacas enraizadas apresentar um custo quase duas vezes maior que a muda produzida a partir de sementes. A diferença não é maior porque a taxa de replantio para mudas originadas de estacas é menor que para mudas de sementes.

A Tabela 2 mostra o custo das atividades de manutenção da floresta. Pode-se observar, para este caso, que os custos de manutenção independem do espaçamento e da origem da muda.

TABELA 2: Atividades e custos com a manutenção das florestas.

ATIVIDADES	ANO	CUSTO (US\$/ha)
Manutenção de estradas e aceiros	2	53,31
Limpeza de drenos		
Roçada manual		
Cercas		
Vigilância, proteção florestal		
Manutenção de estradas e aceiros	3-4-5-6-7	18,53
Cercas		
Vigilância, proteção florestal		
Manutenção de estradas e aceiros	8	46,06
Controle de formigas		
Cercas		
Vigilância, proteção florestal		

Produção de madeira e custo da madeira em pé

A Tabela 3 mostra a planilha de cálculo e os resultados obtidos para o clone de *Eucalyptus saligna*, plantado em espaçamento 3x3 m, com taxa de juros fixada em 12% ao ano.

Os resultados mostram que os plantios clonais tiveram uma produção superior em relação às florestas originadas de mudas produzidas por sementes. Pode-se observar na Tabela 4, que a produção de madeira (m³/ha) no plantio clonal estabelecido no espaçamento 3x4 m foi cerca de 36% maior que no plantio convencional (sementes). O aumento chega a 57% quando é feita a comparação o plantio clonal estabelecido no mesmo espaçamento (3x2 m).

Os plantios clonais estabelecidos no espaçamento 3x2 m resultaram em maior produção, havendo uma diminuição de cerca de 3,2% em relação ao espaçamento 3x3 m e de cerca de 15,2% em relação ao espaçamento 3x4 m.

TABELA 3: Determinação do valor futuro do custo (VFC) de madeira em pé do clone de *Eucalyptus saligna*, plantado em espaçamento 3x3 m, capitalizado à uma taxa de juros de 12% ao ano.

Ano	Custo (US\$/ha)			VFC (US\$/ha)
	Implantação e Manutenção	Valor da terra	Total	
1	1191,25	35,00	1226,25	2710,85
2	53,31	35,00	88,31	174,31
3	18,53	35,00	53,53	94,34
4	18,53	35,00	53,53	84,23
5	18,53	35,00	53,53	75,21
6	18,53	35,00	53,53	67,15
7	18,53	35,00	53,53	59,95
8	46,06	35,00	81,06	81,06
TOTAL				3347,09

Um resumo dos demais resultados para os diferentes espaçamentos, origem da muda e para as taxas de juros fixadas é apresentado na Tabela 4.

TABELA 4: Valor do metro cúbico de madeira em pé para diferentes espaçamentos e origem da muda, em função da taxa de juros.

Material genético	Produção (m ³ /ha)	Custo em função da taxa de juros (US\$/m ³)					
		0	4	8	12	16	20
Clone 3x2 m	503,28	3,71	4,72	5,98	7,54	9,46	11,81
Clone 3x3 m	487,68	3,41	4,32	5,46	6,86	8,59	10,70
Clone 3x4 m	436,96	3,40	4,29	5,39	6,76	8,43	10,48
Semente 3x2 m	320,00	5,31	6,74	8,52	10,72	13,42	16,72

O plantio clonal em espaçamento 3x2 m apresentou custo de produção de madeira em pé cerca de 30% menor que o custo de plantio convencional no mesmo espaçamento, independente da taxa de juros utilizada. Apesar do maior custo da muda de estacas e do consequente aumento do custo de implantação, a maior produção do plantio clonal em relação ao convencional, estabelecidos em espaçamento 3x2 m, proporcionou uma diminuição considerável no custo de produção de madeira em pé.

Houve influência dos espaçamentos sobre o custo de produção de madeira dos plantios clonais. O espaçamento 3x4 m resultou no menor custo de madeira em pé, seguido pelo espaçamento 3x3 m (0,3 a 2% mais caro) e 3x2 m (9,1 a 12,7% mais caro). A diferença entre os custos, em termos relativos, sofreu pouca influência da taxa de juros.

CONCLUSÕES

Face aos resultados obtidos pode-se concluir que:

a) O investimento na implantação de floresta clonal foi plenamente justificado, tanto técnica como economicamente, quando comparado ao investimento em florestas convencionais (com mudas originadas de sementes). A produtividade compensa o maior custo das mudas.

b) O plantio clonal estabelecido em espaçamento 3x3 m é o que apresentou melhor resultado até o momento, pois o custo de madeira em pé foi semelhante ao tratamento de menor custo e a produção de madeira foi semelhante ao tratamento de maior produção.

c) Os resultados deverão ser analisados por um período de tempo maior, de modo que a avaliação possa ser feita entre as idades de mínimo custo e de máxima produtividade.

d) Sugere-se a inclusão dos custos de colheita. O volume médio por árvore é bastante influenciado pelos espaçamentos e conseqüentemente deverá afetar o custo de colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BALLONI, E.A., SIMÕES, J.W. O espaçamento de plantio e suas implicações silviculturais. **IPEF**, 1980. 16p. (Série Técnica, 3).

- BERGER, R. **Crescimento e qualidade da madeira de um clone de *Eucalyptus saligna* Smith sob o efeito do espaçamento e da fertilização.** Santa Maria: UFSM, 2000. 110 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 2000.
- COUTO, L., BRANDI, R.M., CONDÉ, A.R. et al. **Influência do espaçamento no crescimento do *Eucalyptus urophylla*, de origem híbrida, cultivado na região de Coronel Fabriciano, MG.** *Revista Árvore*, v.1, n.2, p.57-71, 1977.
- FISHWICK, R.W. **Estudos de espaçamentos e desbastes em plantações brasileiras.** *Brasil Florestal*, v.7, n.26, p.13-23, 1976.
- JOHNSTON, D.R., GRAYSON, A.J., BRADLEY, R.T. **Planeamento florestal.** Tradução por Jaime Salazar Sampaio. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1967. 798 p. Tradução de: Forest Planning.
- LEMOS, R.C., AZOLIM, M.A.D., BRANDÃO, P.U. et al. **Levantamento e reconhecimento dos solos de Estado do Rio Grande do Sul.** Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias - Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- MELLO, H.A. et al. **Influência do espaçamento e da idade de corte na produção de madeira de eucalipto em solo de cerrado.** *IPEF*, v.13, p.143-62, 1976.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre, Secretaria da Agricultura-RS, 1961. 41p.
- SCHÖNAU, A.P.G. **The effect of planting espacement and pruning on growth, yield and timber density of *Eucalyptus grandis*.** *South African Forestry Journal*, n.88, p.16-23, 1974.
- SILVA, J.F. **Variabilidade genética em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh e sua interação com espaçamentos.** Viçosa: UFV, 1990. 126p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- SILVEIRA, R.L.V.A., HIGASHI, E.N. **Produzindo mudas de eucaliptos.** *Revista Referência*, n.1, p.34-36, 1999.
- SOUZA, D.R. **Efeito do espaçamento na produtividade volumétrica da madeira em povoamento de *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *hondurensis* até os 16 anos de idade.** Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. 97 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 1995.

VALE, A.B., PAIVA, H.N., FELFILI, J.M. et al. Influência do espaçamento e do sitio na produção florestal. **Boletim Técnico SIF**, n.4, 1982. 20 p.

**ANÁLISE DE INVESTIMENTO EM PROJETOS DE
REFLORESTAMENTO DE *Eucalyptus* spp**

**INVESTMENT ANALYSIS FOR REFORESTATION
PROJECTS OF *Eucalyptus* spp**

Decio Tadeu Dalcin Pigato¹

RESUMO

Mediante o uso da metodologia de análise de investimento pela taxa interna de retorno (TIR) e valor presente líquido (VPL) avaliaram-se os custos de reflorestamento de *Eucalyptus* spp nas regiões norte do Espírito Santo e centro oeste de São Paulo, estudando a viabilidade econômica. Trabalhou-se com um horizonte de planejamento de corte ou rotação finalizando aos sete anos de idade. Utilizaram-se dados médios de custos fornecidos por empresas florestais. Os fatores estudados foram o custo da terra, custo de plantio na fase reforma, custo de plantio na fase manutenção, custo de colheita florestal, produtividade volumétrica, taxa de desconto e preço da madeira em pé. O custo total do plantio no estado de São Paulo ficou em R\$ 1.487,34 /ha e no Espírito Santo em R\$1.351,04 /ha. Os custos totais relativos à fase reforma no Estado de São Paulo foram de R\$ 770,02 /ha e no Espírito Santo de R\$ 885,75 /ha, sendo que o principal componente que contribuiu para este diferencial foram os insumos (ES 7% superior a SP), o que foi atribuído ao custo da muda. Os custos totais relativos à fase manutenção no Estado de São Paulo foram de R\$ 717,32 /ha e no Espírito Santo de R\$ 465,28 /ha. O item que merece destaque para explicar a divergência entre os custos é a fertilização que, isoladamente é superior em 59% no Estado de SP. Os resultados relativos as análises econômicas dos projetos obtidos a partir do valor presente líquido (VPL) mostrou que para sítios de produtividade baixa (120 m³/ha) o VPL encontrado foi de R\$ (672,18) /ha para São Paulo e de R\$ (513,75)/ha para o Espírito Santo, tornando inviáveis os projetos para as condições estabelecidas (taxa de juros de 8% ao ano e rotação de 7 anos). Para produtividade média (240 m³/ha) o VPL foi de R\$ 150,99 /ha para São Paulo e de R\$ 309,42 /ha para o Espírito Santo, viabilizando os projetos; o mesmo foi constatado para

¹ Engenheiro Florestal, Bahia Sul Celulose S.A., Rodovia BR 101 - Km 880. CEP: 45995-000 Teixeira de Freitas, BA.

produtividade alta ($360 \text{ m}^3/\text{ha}$) onde o VPL foi de R\$ 974,16/ha para São Paulo e de R\$ 1.132,60/ha. A análise econômica dos projetos pela taxa interna de retorno (TIR) para sítios de produtividade baixa, no caso de São Paulo não foi possível determiná-la, pois a despesa total foi acima da receita alcançada, rejeitando-se o projeto; para o Espírito Santo obteve-se uma TIR de 0,14%, sendo o projeto viável. Para produtividade média obteve-se TIR de 9,33% para São Paulo e de 11,48% para o Espírito Santo, tornando ambos os projetos viáveis; para produtividade alta, no caso de São Paulo obteve-se TIR de 16,12% e para o Espírito Santo 18,44%, portanto, ambos os projetos são viáveis, sendo que a lucratividade no Espírito Santo foi maior que em São Paulo.

Palavras-chave: análise econômica, investimento florestal, economia, reflorestamento, projeto, *Eucalyptus*

ABSTRACT

Using internal return rate (IRR) and net current value (NCV) investment analysis, a viability study of *Eucalyptus spp* reforestation costs was performed in north Espírito Santo and mid-west São Paulo states. Planned cutting or rotation was performed at the end of year 7 with average cost data being provided by the forestry industry. Land cost, planting cost during land preparation phase, planting cost during maintenance phase, harvesting cost, volumetric productivity, discount rate, and lumber cost were analysed. Total planting cost was R\$ 1.487,00/ ha for São Paulo and R\$ 1,351.00/ ha for Espírito Santo. The land preparation phase total cost was R\$770.02 / ha in São Paulo and R\$ 885.75/ ha in Espírito Santo, with the difference being attributed to seedling cost (Espírito Santo was 7.0% higher than São Paulo). The total maintenance cost was R\$ 717.32 / ha for São Paulo, and R\$ 465.28 / ha for Espírito Santo. Fertilisation is the major factor explaining divergent costs which are 59% higher in São Paulo. The project economical analysis results showed that the NCV for low productivity growers ($120 \text{ m}^3/\text{ha}$) was R\$ (672,18)/ ha for São Paulo, and R\$(513,75) / ha for Espírito Santo making these projects unviable under the established conditions of 8.0% tax per year and a 7 year rotation. For average productivity growers ($240 \text{ m}^3/\text{ha}$) the NCV was R\$ 150,99 / ha for São Paulo, and R\$ 309,42 / ha for Espírito Santo making the projects viable; the same was found for the high productivity growers ($360 \text{ m}^3/\text{ha}$) where the

NCV was R\$ 974.16 / ha for São Paulo, and R\$ 1.132.60/ ha for Espírito Santo. Economical analysis was not possible using IRR for low productivity growers in São Paulo state because total cost was higher than income. Thus the project was rejected. Espírito Santo's IRR of 0.14% made the project viable. A 9.33% IRR was obtained for average productivity growers in São Paulo, and 11.48% in Espírito Santo, and 16.12% for high productivity in São Paulo and 18.44% in Espírito Santo making both projects viable. Profitability was higher in Espírito Santo than in São Paulo.

Key words: Economical analysis, forest investment, economics, reforestation, project, *Eucalyptus*

INTRODUÇÃO

A Bahia Sul Celulose S.A. localiza-se no município de Mucuri, extremo sul da Bahia. A capacidade de produção de celulose é de 570 mil toneladas por ano e a de papel é de 215 mil toneladas ano.

Na concepção do projeto fabril o objetivo foi assegurar os melhores padrões mundiais em abastecimento de madeira, qualidade dos produtos, custos de produção, possibilidade de expansão e impacto ambiental.

A empresa possui 116 mi hectares de terras no extremo sul da Bahia e norte do Espírito Santo. Da área total, 57% é utilizada com plantios, 36% para preservação ambiental e o restante para estradas, infra-estrutura e a fabrica.

A distância média dos plantios à fabrica, de 61 quilômetros, está entre as mais baixas do mercado.

Os principais acionistas controladores são a Companhia Suzano de Papel e Celulose (50% das ações ordinárias e 41% do total) e a Companhia vale do Rio Doce (50% das ordinárias e 32% do total). O BNDESPAR possui 20% do total das ações.

Concebida, desde a origem, dentro do conceito de desenvolvimento sustentável, a empresa tem sido referência ambiental no Brasil e no exterior, tendo sido a primeira empresa no mundo no setor de papel e celulose a obter, em 1996, a certificação na norma ISO 14001.

As florestas de eucaliptos são uma das características marcantes da Austrália. Das quase seiscentas espécies descritas, apenas duas (*Eucalyptus deglupta* e *E. urophylla*) não ocorrem naquele país (Pryor, 1976). Em escala

comercial no Brasil, os plantios de eucaliptos foram iniciados por volta de 1903 por Edmundo Navarro de Andrade, na então Cia Paulista de Estradas de Ferro (ANDRADE, 1961).

As atividades de reflorestamento no Brasil tiveram uma grande impulso no ano de 1966, quando foi promulgada a lei 5.106, que estabeleceu os incentivos fiscais para o setor florestal. Existem hoje no Brasil aproximadamente 4,8 milhões de hectares reflorestados com espécies de rápido crescimento, dos quais 3,0 milhões correspondem a espécies do gênero *Eucalyptus* e 1,8 milhões ao gênero *Pinus* (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 1999).

O eucalipto foi selecionado pela sua rusticidade, adaptabilidade a diferentes gradientes climáticos, solos e altitudes, pelo seu rápido crescimento, por sua resistência a pragas e doenças e por ser uma excelente matéria-prima para utilização industrial (MACHADO, 1980). A sua boa aceitação também está relacionada à alta produtividade dos plantios, boa densidade da madeira, alto poder calorífico, e a alta capacidade de regeneração natural das cepas por brotação (SIMÕES & BRANDI, 1983; PAIVA et al., 1983).

O setor florestal brasileiro desempenha um papel relevante na economia, com consumo anual de 282 milhões de metros cúbicos de madeira, com participação de 4% do PIB nacional e 8% das exportações do País (SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA, 2000).

Os empreendimentos florestais geram retornos de investimentos a médio e longo prazo. A análise econômica dos fatores que afetam esses investimentos permite ao empreendedor estabelecer as metas e os retornos esperados. As principais variáveis que compõem a análise econômica são:

- Custo da terra: a oferta deste fator é fixa e quem dita o seu preço no mercado é a função da demanda (BEATTLE & TAYLOR, 1985). Com a crescente procura por terra e, conseqüentemente, elevações no seu preço, os empresários florestais passaram a adquirir terras distantes dos centros consumidores e de menor investimento e de baixa produtividade (ALFARO, 1985). Estas terras nem sempre são as mais adequadas para o reflorestamento. As terras com baixas produtividades comprometem as produções futuras e oneram os custos de plantio, devido a maior necessidade de correção e fertilização do solo. Além disso, a localização distante das fontes consumidoras dos produtos florestais elevam os custos de transporte e do produto final.

- Custo de formação dos povoamentos florestais: são os custos envolvidos no processo de produção de madeira e podem ser classificados de acordo com o tempo e a frequência de ocorrência (GARLIPP, 1979). Os principais custos são de plantio fase reforma, de plantio fase manutenção e de colheita.

- Taxa de desconto: os projetos florestais apresentam custos e receitas em diferentes pontos no tempo e, para compará-los é necessário capitalizá-los ou descapitalizá-los, para uma mesmo ponto no tempo a uma dada taxa de desconto (CHICHORRO, 1987).

- Produtividade florestal: a produtividade florestal é definida pela capacidade física de uma área para produção de madeira (DAVIS, 1966). Este fator influencia nos resultados econômicos de maneira significativa e as suas variações provocam mudanças nas alternativas de manejo.

- Preço do produto florestal: a determinação do preço deve basear-se na conversão de uma margem de lucro, destinada a proporcionar a taxa de retorno, sobre o custo (LIVESEY, 1978). A viabilidade econômica de projetos florestais é diretamente influenciada pelo preço da madeira e dos custos envolvidos no empreendimento (CHICHORRO, 1987).

- Rotação florestal: a decisão sobre rotação florestal é um conceito de grande utilidade, porque uma vez que se decide sobre a sua duração, fixa-se o padrão da floresta e são estabelecidas as bases para o planejamento em geral (ALVES, 1966).

Diversas são as metodologias empregadas para a avaliação de investimentos, tais como, valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR), entre outras. Tanto o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR) são consideradas como técnicas sofisticada de orçamentação de capital, pois levam em consideração o valor corrigido do dinheiro no tempo.

O valor presente líquido (VPL) é determinado descontando-se os fluxos líquidos de caixa para o início do período de investimento.

A taxa interna de retorno (TIR) é definida como a taxa de juro para a qual o VPL dos recebimentos resultantes do projeto é exatamente igual ao VPL dos desembolsos.

O objetivo geral do estudo foi determinar a partir da comparação de 2 projetos de reflorestamentos, localizados no centro oeste de São Paulo e norte do Espírito Santo, qual é o mais vantajoso em função da análise financeira, utilizando a metodologia da taxa interna de retorno e do valor presente líquido.

Os objetivos específicos foram levantar e analisar os custos de reflorestamento de *Eucalyptus* spp na região centro oeste de São Paulo e norte do Espírito Santo e avaliar a viabilidade econômica destes projetos utilizando a metodologia do valor presente líquido e da taxa interna de retorno.

MATERIAL E MÉTODOS

Coleta dos Dados

Para atender os objetivos propostos no trabalho, utilizaram-se os dados referentes a produção florestal obtidos em empresas distintas que operam no centro oeste do Estado de São Paulo e norte do Espírito Santo, apresentados na Tabela 1.

TABELA 1: Valor da terra, custos de produção florestal e preço da madeira

Descrição	Unidade	São Paulo	Espírito Santo
Valor da terra	R\$/ha	1.200,00	600,00
Reforma	R\$/ha	770,02	885,75
Manutenção - Ano 1	R\$/ha	449,70	316,03
Manutenção - Ano 2	R\$/ha	125,06	24,88
Manutenção - Ano 3	R\$/ha	28,52	24,88
Manutenção - Ano 4	R\$/ha	28,51	24,88
Manutenção - Ano 5	R\$/ha	28,51	24,87
Manutenção - Ano 6	R\$/ha	28,51	24,87
Manutenção - Ano 7	R\$/ha	28,51	24,87
Manutenção - Ano 7	R\$/ha	28,51	24,87
Total plantio	R\$/ha	1.487,34	1.351,03
Preço da madeira em pé	R\$/m ³	12,50	12,50

* Valor do dólar: R\$ 1,92

Trabalhou-se com as médias dos dados praticados pelas empresas, em área de topografia plana e com características semelhantes.

O preço por metro cúbico de madeira refere-se ao preço de mercado, para madeira em pé. Na avaliação econômica do setor privado, a produção de madeira é a única receita que é considerada no plantio.

Produção volumétrica, custo da colheita e custo de uso do solo

A produtividade dos plantios de eucaliptos, em metro cúbico por hectare, dos diferentes índices de sítios, encontram-se no Tabela 2, bem como os custos de colheita praticados.

Horizonte de planejamento

Neste trabalho, considerou-se o horizonte de planejamento de um único corte ou uma rotação, com duração de sete anos.

TABELA 2: Produtividade estimada para os diferentes sítios florestais, custo de colheita e custo de uso do solo.

Características	São Paulo			Espírito Santo		
	Baixa	Média	Alta	Baixa	Média	Alta
Amplitude (m ³ /ha)	<=180	181-300	>=301	<=180	181-300	>=301
Produtividade Média (m ³ /ha)	120	240	360	120	240	360
Preço da colheita (R\$/m ³)	9,19	8,35	7,52	8,35	7,77	7,18
Custo de Uso do Solo (R\$/ha)	30,00	40,00	50,00	20,00	30,00	40,00

Avaliação econômica dos projetos florestais

Valor presente líquido

A característica essencial do método do valor presente líquido é o desconto para o presente do fluxo de caixa esperado como resultado de uma decisão de investimento. Este método é muito conhecido e utilizado na avaliação de investimentos florestais, por exigir que se considere o valor do capital no tempo (CHICHORRO, 1987).

A sua representação algébrica pode ser expressa pela relação:

$$VPL = \sum_{J=0}^n R_j(1+i)^j - \sum_{J=0}^n C_j(1+i)^j$$

Onde:

R_j = Receitas oriundas do projeto no ano j ;

C_j = Custos do projeto no ano j ;

i = taxa de desconto;

j = ano de avaliação;

n = vida útil do projeto.

De acordo com o método do valor presente líquido (VPL), podemos tirar as seguintes conclusões (FARO, 1979):

a) Para VPL positivo - o investimento oferece retorno mais alto que a taxa de desconto utilizada;

b) 0 VPL nulo - representa um investimento cujo retorno é apenas igual a taxa de desconto utilizada;

c) 0 VPL negativo - indica que o investimento não é viável economicamente.

O VPL apresenta a vantagem de ser um critério rigoroso, e a obtenção do valor em termos atuais facilita a relação com o valor monetário no presente (CHICHORRO, 1987). Segundo este autor, o método apresenta como desvantagem a difícil estimativa do fluxo futuro de benefícios e custos.

Taxa interna de retorno (TIR)

A taxa interna de retorno de uma dada proposta de investimento é a taxa de juros para a qual o valor presente dos recebimentos resultantes do projeto é exatamente igual ao valor presente dos desembolsos.

A TIR pode ser expressa pela seguinte relação:

$$\sum_{j=0}^n R_j(1+i)^j = \sum_{j=0}^n C_j(1+i)^j$$

Onde:

i = Taxa interna de retorno

R_j = Receitas oriundas do projeto no ano j ;

C_j = Custos do projeto no ano j ;

j = ano de avaliação;

n = vida útil do projeto.

O critério de decisão, quando da utilização da taxa interna de retorno (TIR) na avaliação de projetos de investimentos é o seguinte:

a) Se a TIR for maior ou igual ao custo de capital - aceita-se o projeto pois está garantido que a empresa obtenha, pelo menos a sua taxa requerida de retorno;

b) Se a TIR for menor que o custo de capital da empresa - rejeita-se o projeto.

O uso deste critério deve ser ponderado pela presença de dois tipos de problemas (BERGER, 1980) :

a) A taxa - i - que solve a equação acima, não necessariamente deve apresentar uma única solução. Desde que a equação é do grau - n -, é possível a existência de - n - soluções, ou seja, - n - taxas internas de retorno para um mesmo projeto;

b) Este critério assume implicitamente uma única taxa de retorno durante a vida do projeto. Suponha-se que uma empresa florestal estabeleça que a taxa mínima de retorno para os seus investimentos é de 8% durante os x primeiros anos do projeto e de 12% para o período remanescente ($n - x$ anos). Se a taxa interna de retorno do projeto for, digamos, de 10%, não há como decidir a respeito do desenvolvimento ou não do projeto.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análise dos custos de plantio

Na área florestal, comumente, se divide os custos de plantio em reforma e manutenção.

Os custos de reforma compreendem as operações desde a entrega da área para a contratada até a operação de replantio. Esta atividade é realizada em média 30 dias após o plantio repondo as mudas mortas ou falhas.

Os custos de manutenção são apropriados após a realização do replantio até a época de colheita da madeira. Normalmente, são apropriados por ano (custo de manutenção do ano 1,2,3,4,5,6 e 7).

Os custos das duas empresas foram alinhados dentro deste conceito, pelo autor, visando facilitar a análise e a interpretação dos dados, conforme descrito nos apêndices 1, 2, 3 e 4.

Ambos os projetos foram implantados utilizando a técnica do cultivo mínimo e utilizando a mão-de-obra terceirizada.

O projeto do centro oeste paulista utiliza o controle dos serviços por atividades (planejamento detalhado), enquanto que o projeto do norte do Espírito Santo utiliza a metodologia do "pacote". No "pacote", é realizada a negociação prévia entre contratante e contratada. A contratada recebe a área a ser trabalhada e as orientações técnicas das operações (espaçamento de plantio, sentido de alinhamento, método de preparo de solo, dosagem de adubações, dosagem de formicida, etc.) e se compromete a entregar a área plantada com 4 meses de idade e com um percentual de falhas estipulado em contrato. Caso o percentual fique acima do estipulado a contratada paga uma multa, cujo valor é descontado no ato do pagamento da entrega de área. A mão de obra, equipamentos e maquinários são do contratada e os insumos (adubos, formicida e mudas) são fornecidos pelo contratante.

O custo total do plantio no estado de São Paulo ficou em R\$ 1.487,34 /ha e no Espírito Santo em R\$1.351,04 /ha. A diferença entre os projetos foi de 10%, sendo detalhadamente discutida nos itens 3.1.1 e 3.1.2.

Análise dos custos de reforma

Os custos totais relativos à fase reforma no norte do Espírito Santo e região centro oeste de São Paulo são apresentados nos Anexos 1 e 3. Pode-se constatar que para o Estado de São Paulo o custo foi de R\$ 770,02 /ha e no Espírito Santo foi de R\$ 885,75 /ha, correspondendo a uma diferença percentual de 15%.

As Figuras 1 e 2 mostram a participação percentual dos diferentes itens que compõem a fase reforma.

Pode-se observar que para a maioria dos custos que compõe a fase reforma, os mesmos são divergentes, exceto outros custos (emergências e/ou eventuais).

Os custos relativos a serviços no projeto do ES foram 3% inferiores (em valores relativos) aos de SP. Essa diferença deve-se a utilização do sistema "pacote" que permite ao empresário conjugar diversas atividades silviculturais, atingindo preços melhores e mais competitivos. Ocorre um ganho de escala em função da garantia da permanência de serviços por um espaço de tempo maior do que a execução de atividades isoladamente, como ocorre no projeto em SP.

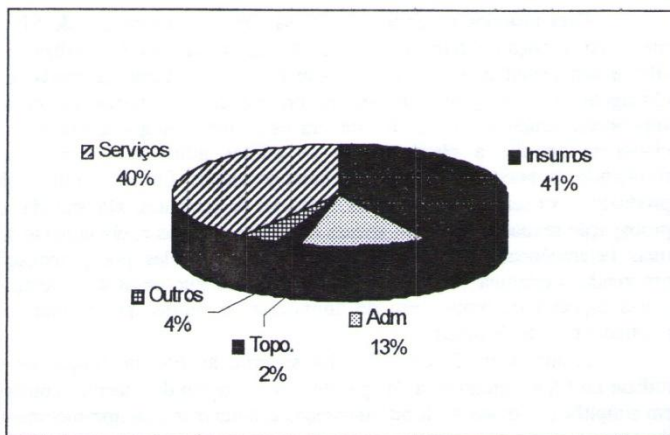


FIGURA 1: Custo de plantio no centro oeste do São Paulo – fase reforma

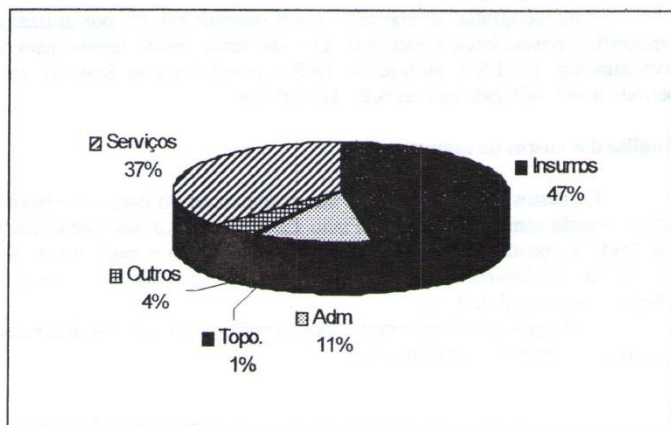


FIGURA 2: Custo de plantio no norte do Espírito Santo – fase reforma

Para insumos os custos do ES são 7% superiores aos de SP. A maior participação diferencial é o custo da muda. No ES utiliza-se a silvicultura clonal intensiva, isto é, o método de produção de mudas é a clonagem. A clonagem consiste na propagação vegetativa de clones superiores, sendo que no ES é feita através da metodologia da estaquia. A clonagem permite a planta herdar os efeitos aditivos e dominantes, resultando em maior produtividade e homogeneidade. Em SP as mudas são produzidas por sementes; as plantas derivadas de sementes, são oriundas de propagação sexuada, carregam apenas os efeitos aditivos e, obviamente são mais heterogêneas. No entanto, a produção de mudas por propagação assexuada, a estaquia, requer estruturas especiais como casas de vegetação, coleta especial de brotos, uso de hormônios e outras que acabam por encarecer o custo da muda.

A administração em SP é 3% superior ao ES, em função de se utilizar no ES a metodologia do “pacote”. A vantagem do “pacote” consiste em simplificar o processo de administração e, aumentar o comprometimento da contratada que fica responsável pelo projeto desde o início de suas atividades até a idade de 4 meses. O custo de administração da contratante, neste período, é menor pois exige menor número de funcionários para acompanhar as operações.

Para topografia SP apresenta custo superior em 1% por utilizar a topografia convencional (teodolito), que demanda maior tempo para o levantamento. No ES é utilizado o GPS (Global Position System), que permite maior agilidade na execução dos serviços.

Análise dos custos de manutenção

Os custos totais relativos à fase manutenção no norte do Espírito Santo e região centro oeste de São Paulo são apresentados nos Apêndices 2 e 4. Pode-se constatar que para o Estado de São Paulo o custo foi de R\$ 717,32 /ha e no Espírito Santo foi de R\$ 465,28 /ha, correspondendo a uma diferença percentual de 54%.

As Figuras 3 e 4 mostram a participação percentual dos diferentes itens que compõem a fase manutenção.

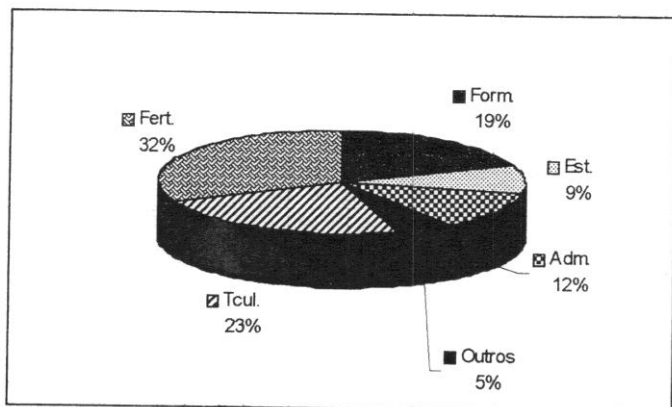


FIGURA 3: Custo de plantio no centro oeste de São Paulo – fase manutenção

Os custos similares referem-se a administração (12%) e outros custos (emergências / eventuais, 5%). Os custos divergentes são fertilização, tratos culturais, controle de formigas e manutenção de estradas e aceiros. O item que merece destaque para explicar a divergência entre os custos é a fertilização; isoladamente é superior em 59% no Estado de SP. No estado de SP são utilizadas duas adubações de cobertura, realizadas no primeiro e segundo ano de idade dos plantios; além da adubação normal de manutenção de 90 dias comum aos dois projetos.

Para combate a formigas, manutenção de estradas e aceiros e tratos culturais, o custo de manutenção no estado do ES é ligeiramente inferior ao do Estado de SP.

Análise econômica dos projetos

Os resultados relativos as análises econômicas dos projetos foram elaboradas a partir de duas metodologias: valor presente líquido (VPL) e taxa interna de retorno (TIR).

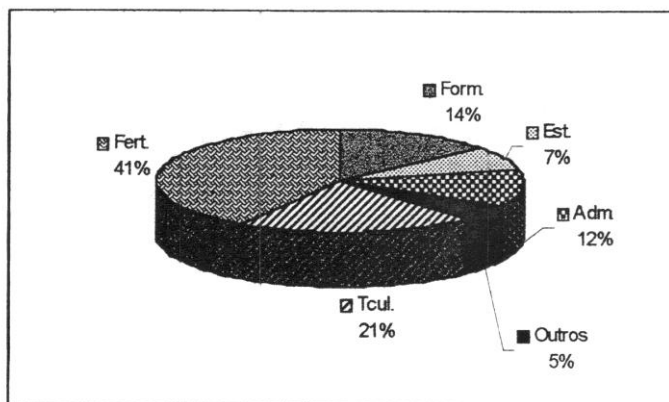


FIGURA 4: Custos de plantio no norte do Estado do Espírito Santo – fase manutenção

O VPL e a TIR foram analisados e comentados nos itens específicos sobre estes assuntos.

Análise econômica dos projetos pelo valor presente líquido (VPL)

Os projetos foram analisados a partir de custos apresentados nos apêndices 1,2,3 e 4, a uma taxa de juro de 8% ao ano e rotação de 7 anos, para três índices de produtividade (baixa, média e alta), conforme descrito no apêndice 5 e demonstrado na Figura 5.

Para sítios de produtividade baixa ($120 \text{ m}^3/\text{ha}$) a um preço da madeira em pé R\$ 12,50 / m^3 temos uma receita de R\$ 1.500,00 /ha contra uma despesa total de R\$ 2.652,00 / ha para São Paulo e de R\$ 2.380,48 /ha para o Espírito Santo. Para estas situações o VPL encontrado foi de R\$ (672,18) /ha para São Paulo e de R\$ (513,75)/ha para o Espírito Santo, tornando inviáveis os projetos para as condições estabelecidas (taxa de juros de 8% ao ano e rotação de 7 anos).

Para sítios de produtividade média ($240 \text{ m}^3/\text{ha}$) a um preço da madeira em pé R\$ 12,50 / m^3 temos uma receita de R\$ 3.000,00 /ha contra

uma despesa total de R\$ 2.741,23 / ha para São Paulo e de R\$ 2.469,70 /ha para o Espírito Santo. Para estas situações o VPL encontrado foi de R\$ 150,99 /ha para São Paulo e de R\$ 309,42 /ha para o Espírito Santo, tornando viáveis os projetos nessa produtividade e para as condições estabelecidas.

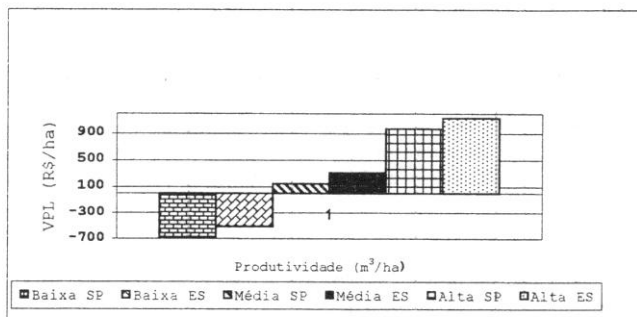


FIGURA 5: VPL para plantios de *Eucalyptus* spp, considerando taxa de juros de 8% a.a. e rotação de 7 anos

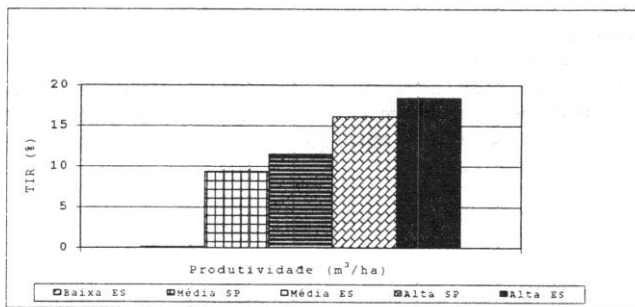


FIGURA 6: TIR para plantios de *Eucalyptus* spp, considerando rotação de 7 anos

Para sítios de produtividade alta (360 m³/ha) a um preço da madeira em pé R\$ 12,50 / m³ temos uma receita de R\$ 4.500,00 /ha contra uma despesa total de R\$ 2.830,46 / ha para São Paulo e de R\$ 2.558,93 /ha para o Espírito Santo. Para estas situações o VPL encontrado foi de R\$ 974,16 /ha para São Paulo e de R\$ 1.132,60 /ha para o Espírito Santo, tornando altamente viáveis os projetos nessa produtividade e para as condições estabelecidas.

Análise econômica dos projetos pela taxa interna de retorno (TIR)

Os projetos foram analisados a partir de custos apresentados nos apêndices 1,2,3 e 4 com rotação de 7 anos, para três índices de produtividade (baixa, média e alta), conforme descrito no apêndice 6 e demonstrado na Figura 6.

Para sítios de produtividade baixa (120 m³/ha) a um preço da madeira em pé R\$ 12,50 / m³ temos uma receita de R\$ 1.500,00 /ha, no caso de São Paulo não foi possível determinar a TIR pois a despesa total foi acima da receita alcançada, rejeitando-se o projeto. Para o Espírito Santo obteve-se uma TIR de 0,14%, sendo o projeto viável porém, com mínima lucratividade.

Para sítios de produtividade médios (240 m³/ha) a um preço da madeira em pé R\$ 12,50 / m³ temos uma receita de R\$ 3.000,00 /ha, no caso de São Paulo obteve-se TIR de 9,33% e para o Espírito Santo 11,48%. Ambos os projetos são viáveis, sendo que a lucratividade no Espírito Santo foi maior que em São Paulo.

Para sítios de produtividade alta (360 m³/ha) a um preço da madeira em pé R\$ 12,50 / m³ temos uma receita de R\$ 4.500,00 /ha, no caso de São Paulo obteve-se TIR de 16,12% e para o Espírito Santo 18,44%. Ambos os projetos são viáveis, sendo que a lucratividade no Espírito Santo foi maior que em São Paulo.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos no presente estudo permitem concluir que:

- a) O custo total do plantio no estado de São Paulo ficou em R\$ 1.487,34 /ha e no Espírito Santo em R\$1.351,04 /ha.
- b) Os custos totais relativos à fase reforma em São Paulo foram de R\$ 770,02 /ha e no Espírito Santo de R\$ 885,75 /ha.

c) Os custos totais relativos à fase manutenção em São Paulo foram de R\$ 717,32 /ha e no Espírito Santo de R\$ 465,28 /ha.

d) Para sítios de produtividade baixa (120 m³/ha) o VPL encontrado foi de R\$ (672,18) /ha para São Paulo e de R\$ (513,75)/ha para o Espírito Santo, tornando inviáveis os projetos para as condições estabelecidas (taxa de juros de 8% ao ano e rotação de 7 anos).

e) Para sítios de produtividade média (240 m³/ha) o VPL encontrado foi de R\$ 150,99 /ha para São Paulo e de R\$ 309,42 /ha para o Espírito Santo, tornando viáveis os projetos nessa produtividade e para as condições estabelecidas (taxa de juros de 8% ao ano e rotação de 7 anos).

f) Para sítios de produtividade alta (360 m³/ha) o VPL encontrado foi de R\$ 974,16 /ha para São Paulo e de R\$ 1.132,60 /ha para o Espírito Santo, tornando altamente viáveis os projetos nessa produtividade e para as condições estabelecidas.

g) Para sítios de produtividade baixa (120 m³/ha), no caso de São Paulo, não foi possível determinar a TIR pois a despesa total foi acima da receita alcançada, rejeitando-se o projeto. Para o Espírito Santo obteve-se uma TIR de 0,14%, sendo o projeto viável porém, com mínima lucratividade.

h) Para sítios de produtividade médios (240 m³/ha, no caso de São Paulo obteve-se TIR de 9,33% e para o Espírito Santo 11,48%. Ambos os projetos são viáveis, sendo que a lucratividade no Espírito Santo foi maior que em São Paulo.

i) Para sítios de produtividade alta (360 m³/ha), no caso de São Paulo obteve-se TIR de 16,12% e para o Espírito Santo 18,44%. Ambos os projetos são viáveis, sendo que a lucratividade no Espírito Santo foi maior que em São Paulo.

j) Este trabalho foi desenvolvido para rotação de 7 anos, sugere-se a aplicação da metodologia em rotações maiores a fim de obter análise econômica de ciclos mais longos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFARO, L.G.G. **Localização econômica dos reflorestamentos com eucaliptos, para a produção de carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1985. 147p. (Tese Mestrado).

- ALVES, A.A.M. **Planejamento da empresa florestal; Teoria da explorabilidade.** 2ª Ed. Lisboa: Soc. Astória Ltda, 1966. 179p.
- ANDRADE, E.N. **O eucalipto.** 1961. 667p.
- BEATTLE, B.R.F.; TAYLOR, C.R. **The economics of production.** Montana State University, John Wiley and Sons, 1985. 258p.
- BERGER, R. **Análise Benefício custo: instrumento de auxílio para tomada de decisões na empresa florestal.** Circular Técnica IPEF n.97, 8p. 1980.
- CHICHORRO, J.F. **Avaliação econômica de experimentos de *Eucalyptus grandis*, no cerrado de Minas Gerais.** Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1987, 125p. (Tese Mestrado).
- DAVIS, K.P. **Forest management: regulation and valuations .** 2ª Ed., New York: Mcgraw-Hill, 1966. 519p.
- FARO, C. **Elementos da engenharia econômica.** 3º ed. São Paulo: Ed. Atlas, 1979. 328p.
- GARLLIP, R.C.D. **Aspectos econômicos da produtividade e da idade de corte em florestas de eucalipto.** Circular Técnica IPEF, n.º 84, 21p. 1979.
- LEITE, N. B. Um plano ambicioso (Editorial). **Revista Silvicultura**, n.81, 2p. 2000
- LIVESEY, F. **Formação de preço.** São Paulo: Editora Saraiva, 1978. 150p.
- MACHADO, M.A. .A. C. Carvão vegetal: energia para a indústria brasileira. **Silvicultura**, n.12, v.15, p.44-48. 1980.
- PAIVA, H.N.P.; PAULA NETO, F.; BRANDI, R.M. et al. Influência das idades de corte, desbrota e do número de brotos sobre o desenvolvimento da brotação de cepas de *Eucalyptus* spp. **Revista Árvore**, n.7, v.1, p.1-10. 1983
- PRYOR, L.D. **The Biology of *Eucalyptus*.** The Institute of Biology, Studies in Biology, n.º 61. 1976. 80p.
- SIMÕES, J.W.; BRANDI, R.M. Análise dos métodos silviculturais adotados em florestas implantadas para a produção de energia. In: FLORESTAS PLANTADAS NOS NEOTRÓPICOS COMO FONTE DE ENERGIA, VIÇOSA, 1983. Anais...1983, p.79-94.
- SOCIEDADE BRASILEIRA DE SILVICULTURA. Tabela de indicadores técnicos, IPEF on Line, 2p.1999.

LISTA DE ABREVIATURAS - SÍMBOLOS

Adm	Custo de Administração
Adub.	Adubadeira
C.A	Carreta agrícola
C.P.	Carreta pipa
Estr.....	Custo de manutenção de estradas e aceiros
Fert	Custo de fertilização
Form	Custo de controle as formigas
Graf.	Gráfico
h	Hora
ha.....	hectare
Insu.	Custo de Insumos
Kg	Quilograma
Km	Quilômetro
L	Litro
m ³	Metro cúbico
M.N.	Motoniveladora
M.O .T. ..	Mão de obra de terceiro
N.P.K.....	Fertilizante a base de nitrogênio, fósforo e potássio
Outr.....	Outros custos (custos eventuais ou emergenciais)
P.L.	Trator pneu leve
Pulv.	Pulverizador
R\$/ha	Reais por hectare
R\$/ m ³	Reais por metro cúbico
Roç.	Roçadeira
S.S.	Subsolador
Serv.	Custo de Serviços
m ³ /ha	Metro cúbico por hectare
T	Tonelada
Tcul	Custo de tratos culturais
TIR	Taxa interna de retorno
Topo	Custo de Topografia
V.P.C. ...	Veículo pesado carroceria (caminhão carroceria)
V.P.T. ...	Veículo pesado tanque (caminhão tanque)
VPL	Valor presente líquido

ANEXO 1: Custo de plantios de *Eucalyptus* spp no centro oeste de São Paulo - fase reforma

OPERAÇÕES	UNID	FATOR PROD.	REND. Un/ha	FREQ	CUSTO (R\$)	
					Un.	/ha
1. Topografia						17,00
2. Serviços						305,90
Combate	h	M.O.T.	4,0	1,10	3,5	15,40
1º Repasse	h	M.O.T.	2,0	1,00	3,5	7,00
2º Repasse	h	M.O.T.	1,0	1,00	3,5	3,50
Calagem	h	PL+Adub	0,7	1,00	30,0	21,00
Gessagem	h	PL+Adub	0,5	1,00	25,0	12,50
Aplicação Herbicida	h	P.L+Pul	1,0	1,00	25,0	22,50
Subsolagem	h	P.P+S.S	1,5	1,00	40,0	60,00
Transporte Mudas	Km	V.P.C.	10,0	1,00	0,7	7,00
Plantio	h	P.L+C.A	0,5	1,00	15,0	7,50
Plantio	h	M.O.T.	13,0	1,00	3,5	45,50
Irrigação	h	V.P.T.	1,0	1,00	24,0	24,00
Irrigação	h	P.L+C.P	2,0	1,00	15,0	30,00
Irrigação	h	M.O.T.	6,0	1,00	3,5	21,00
Replântio	h	M.O.T.	4,0	1,00	3,5	14,00
Replântio	h	P.L+C.A	1,0	1,00	15,0	15,00
3. Insumos						314,80
Fornicida Isca	Kg	Produto	2,0	3,00	3,0	18,00
Herbicida	l	Produto	4,0	1,00	8,00	32,00
Calçareo	T	Produto	0,6	1,00	28,0	16,80
Gesso Agrícola	T	Produto	0,3	1,00	10,0	3,00
N.P.K 06-30-06	T	Produto	0,3	1,00	350,0	105,00
Mudas	Mil	Produto	2,0	1,00	70,0	140,00
4. Outros						31,89
5. Administração						100,44
Custo Total Reforma						770,02

ANEXO 2: Custo de plantios de *Eucalyptus* spp no centro oeste de São Paulo - fase manutenção

Operações	Unid	Fator Prod.	Rend. Un/ha	Freq	Custo (R\$)	
					Un.	/ha
ANO 1						444,82
1.Serviços (replanto até 90 dias)						144,50
Roçada+Desbrota	h	M.O.T.	25,0	1,00	3,5	87,50
Adução de 90 dias	h	M.O.T.	12,0	1,00	3,5	42,00
Adução de 90 dias	h	P.L+C.A	1,0	1,00	15,0	15,00
2.Insumos						121,50
N.P.K 10-00-20	T	Produto	0,3	1,00	160,0	48,00
N.P.K 10-15-20	T	Produto	0,3	1,00	215,0	64,50
Formicida Isca	Kg	Produto	1,0	3,00	3,0	9,00
3.Outras Atividades						116,00
Repasso Anual	h	M.O.T.	1,0	3,00	3,5	10,50
Roçada+Desbrota	h	M.O.T.	18,0	1,00	3,5	63,00
Cobertura-1 ano	h	M.O.T.	10,0	1,00	3,5	35,00
Cobertura-1 ano	h	P.L+C.A	0,5	1,00	15,0	7,50
4.Estradas						4,80
Manutenção Aceiro	h	M.N.	4,0	0,03	40,0	4,80
5.Administração						58,02
ANO 2						120,18
1.Formiga						13,00
Repasso Anual	h	M.O.T.	2	1,00	3,5	7,00
Formicida Isca	kg	Produto	2,0	1,00	3,0	6,00
2.Fertilização						85,50
Cobertura-2ºano	h	M.O.T.	10,0	1,00	3,5	35,00
Cobertura-2ºano	h	P.L+C.A	0,5	1,00	15,0	7,50
N.P.K 10-15-20	T	Produto	0,2	1,00	215,0	43,00
3.Estradas						6,00
Manutenção Aceiro	h	M.N.	5,0	0,03	40,0	6,00
4.Administração						15,68

ANOS 3 a 7						118,16
1. Formigas						65,00
Repasso Anual	h	M.O.T.	2,0	5,00	3,5	35,00
Formicida Isca	h	Produto	2,0	5,00	3,0	30,00
2. Estradas						37,75
Manutenção Aceiro	h	M.N.	5,0	0,08	40,0	16,00
Manutenção Aceiro	h	P.L+Roç	5,0	0,30	14,5	21,75
3. Administração						15,41
Outros (7anos)						34,16
Custo Total Manutenção						717,32
Custo Total Reforma						770,02
Custo Total Manutenção						717,32
Custo Total Plantio						1487,3

**ANEXO 3: Custo de plantios de Eucaliptus spp no norte do Espírito Santo
- fase reforma**

Operações	Unid	Fator Prod.	Rend. Un/ha	Freq	Custo (R\$)	
					Un.	/ha
1. Topografia						4,00
2. Reforma - Pacote						327,58
3. Insumos						421,61
Formicida Isca	kg	Produto	1,5	2,00	2,78	8,34
Calçário	T	Produto	1,0	1,00	37,40	37,40
Fosfato	T	Produto	0,35	1,00	225,0	78,75
N.P.K-6:30:6	T	Produto	0,12	1,00	376,0	45,12
Herbicida	l	Produto	4,0	1,00	8,00	32,00
Mudas	mil	Produto	2,0	1,00	110,0	220,00
4. Outros						37,66
5. Adminis-tração						94,90
Custo Total Reforma						885,75

ANEXO 4: Custo de plantios de *Eucalyptus* spp no norte do Espírito Santo
- fase manutenção

Operações	Unid	Fator Prod.	Rend. Un/ha	Freq	Custo (R\$)	
					Un.	/ha
ANO 1						312,84
1.Reforma-Pacote(replanteio até 90 dias)						109,19
2.Insumos						77,22
Formicida isca	kg	Produto	0,8	1,00	2,78	2,22
N.P.K - 15:07:30	T	Produto	0,12	1,00	325,0	39,00
Herbicida	l	Produto	4,5	1,00	8,00	36,00
3.Outras Atividades						79,66
Combate a formiga						8,75
Capina Quim. Mec.						18,82
Desbrota						27,01
Catagem Mista						25,08
4.Estradas						5,96
Manutenção Aceiro	h	M.N.	4,0	0,01	40,0	1,60
Roçada Mec. Aceiros	h	PL+Roç.	6,0	0,05	14,5	4,36
5.Adminis-tração						40,81
ANOS 2 a 7						130,29
1.Formiga						77,52
Repasso Anual	h	M.°T.	1,0	6,00	8,8	52,50
Formicida Isca	h	Produto	1,5	6,00	2,8	25,02
2.Estradas						35,77
Manutenção Aceiro	h	M.N.	4,0	0,06	40,0	9,60
Roçada Mec. Aceiros	h	P.L+Roç	6,0	0,30	14,5	26,17
3.Adminis-tração						16,99
Outros(7 anos)						22,16
Custo Total Manutenção						465,28
Custo Total Reforma						885,75
Custo Total Manutenção						465,28
Custo Total Plantio						1351,04

ANEXO 5: Valor presente líquido para plantios de *Eucalyptus* spp, nos estados de São Paulo e Espírito Santo, considerando a taxa de juros de 8% ao ano e rotação de 7 anos

Est	Pro	Receita R\$/ha	Despesas R\$/ha					Receita Líquida R\$/ha
			Manutenção	Administ.	Reforma	Solo	Total	
SP	B	1.500,0	931,45	305,33	1.147,5	267,68	2.652,0	(1.152,0)
	M	3.000,0	931,45	305,33	1.147,5	356,91	2.741,2	258,77
	A	4.500,0	931,45	305,33	1.147,5	446,14	2.830,4	1.669,54
ES	B	1.500,0	598,46	248,18	1.355,3	178,46	2.380,4	(880,48)
	M	3.000,0	598,46	248,18	1.355,3	267,68	2.469,7	530,30
	A	4.500,0	598,46	248,18	1.355,3	356,91	2.558,9	1.941,07

Sendo: Est = estado; SP= São Paulo; ES = Espírito Santo; VPL = Valor Presente Líquido; Pro = produtividade; B = baixa; M = média; A = alta.

ANEXO 6: Taxa interna de retorno para plantios de *Eucalyptus* spp, no estado de São Paulo e Espírito Santo, considerando rotação de 7 anos

Est	Pro	Taxa de Juro	Receita R\$/ha	Despesas R\$/ha					R.L. R\$/ha	TIR %
				Manutenção	Administração	Reforma	Solo	Total		
SP	B	0,0	1.500,0	628,21	189,55	669,58	30,00	1517,34	(17,34)	-
		0,3	1.500,0	637,73	193,06	683,77	211,90	1.726,46	(226,46)	
	M	9,0	3.000,0	977,37	323,48	1.224,0	368,02	2.892,89	107,11	9,33
		10,0	3.000,0	1025,30	342,58	1.304,8	379,49	3.052,19	(52,19)	
	A	16,0	4.500,0	1358,91	479,35	1.892,3	570,69	4.301,33	198,67	16,12
		17,0	4.500,0	1422,91	506,27	2.009,5	588,60	4.527,35	(27,35)	
ES	B	0,4	1.500,0	494,46	195,30	1040,70	78,98	1.809,45	(309,45)	0,14
		0,1	1.500,0	427,77	162,49	847,90	18,03	1.456,19	43,81	
	M	12,0	3.000,0	722,13	313,33	1.748,3	302,67	3.086,44	(86,44)	11,48
		11,0	3.000,0	689,21	295,77	1.641,9	293,50	2.920,41	79,59	
	A	19,0	4.500,0	995,00	464,01	2.672,5	500,91	4.632,45	(132,45)	18,44
		18,0	4.500,0	951,10	439,21	2.519,2	485,66	4.395,21	104,79	

Sendo: Est = estado; SP= São Paulo; ES = Espírito Santo; TIR= Taxa Interna de Retorno; Pro = produtividade; B = baixa; M = média; A = alta; R.L. = receita líquida.

**UTILIZAÇÃO DO CONCEITO DE FLORESTA BALANCEADA E
TAXA DE CORTE SUSTENTADA PARA O MANEJO DE
FLORESTAS MISTAS INEQUIÂNEAS: UM ESTUDO DE CASO**

**USE OF THE CONCEPT OF BALANCED FOREST AND
SUSTAINABLE ALLOWABLE CUT FOR THE MANAGEMENT OF
UNEVEN-AGED MIXED FORESTS: A STUDY OF CASE**

Helio Tonini¹; Rute Berger¹; Sandro Vaccaro¹; Frederico Dimas Fleig¹;
Fabio Abel Moscovich¹; Paulo Renato Schneider²;
César Augusto Guimarães Finger²

RESUMO

Foi realizado um estudo utilizando o conceito de Floresta Balanceada e o método de área basal máximo dap-q para a regulação de uma Floresta Estacional Decidual. A área destinada ao manejo foi dividida em 4 módulos de 6,6 há, e uma área de reserva florestal de 5,3 há. A taxa de corte calculada para o módulo I foi de 34,55 m³/há, para o módulo II, de 54,12 m³/há, para o módulo III, de 75,25 m³/há e para o módulo IV, de 43,21 m³/há. Neste estudo, observou-se que a floresta tem a capacidade de repor um volume de 207,13 m³/há num período de 10 anos, o que representa um volume de 20,713 m³/há/ano.

Palavras-chave: plano de manejo florestal, taxa de corte sustentada, floresta mista inequiânea

ABSTRACT

A study was realized using the concept of balanced Forest and the method of area basal maximum dap-q for the regulation of a Decidual

¹ Engenheiros Florestais, M. Sc. Pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

² Eng^o Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

Seasonal Forest. The area destined to the management was divided in 4 Modules of 6.6 há, and na area of forest reservation of 5.3 há. The allowable cut calculated for the module I was 34.55 m³/há, for the module II, 54.12 m³/há, for the module III, 75.25 m³/há and for the module IV, 43.21 m³/há. In this study it was observed that the forest has the capacity to restore a volume of 207.13 m³/há during a period of 10 years, what represents a volume of 20.713 m³/há/year.

Key words: forest management plan, sustainable allowable cut, uneven-aged mixed forest

INTRODUÇÃO

O uso dos recursos naturais em caráter sustentável constitui-se em um dos maiores problemas da sociedade e da ciência florestal na atualidade. Devido a sua complexidade e biodiversidade, é grande a dificuldade de compreender e intervir nas interrelações existentes nos sistemas naturais. Além disto, a maioria dos ecossistemas encontra-se em elevado grau de exaustão, dada a exploração intensiva e desenfreada de seus recursos, o que compromete a conservação e a manutenção da diversidade biológica. As florestas naturais são os principais alvos neste processo, visto que fornecem produtos madeiráveis de alto valor econômico utilizados de modo extrativista.

A crescente demanda de produtos de origem florestal contrasta com a baixa produtividade em quantidade e qualidade dos sistemas naturais heterogêneos. Isto tem levado vários pesquisadores a desenvolver métodos que busquem uma melhor quantificação e qualificação da produção florestal, com o objetivo de evitar que o aumento da produtividade, em decorrência da demanda, não ocorra através do sacrifício dos ecossistemas naturais, mas sim respeitando as suas potencialidades.

Assim sendo, é essencial a organização de todos os requisitos necessários para desenvolver estes métodos, de tal modo que haja um aproveitamento ótimo dos recursos naturais existentes, dentro de um âmbito econômico e ecológico. Com esta finalidade, surgiu a necessidade da elaboração de planos de manejo sustentável que possibilitem o uso contínuo de áreas florestais, mantendo as principais funções ambientais da biodiversidade.

Segundo ZACHOW (1997), no Brasil, os planos de manejo sob regime de rendimento sustentado das florestas naturais somente começaram a entrar no contexto das discussões por volta dos anos 80, quando efetivamente foi institucionalizado o Plano de Manejo sob Regime de Rendimento Sustentado – PMFS.

Uma das alternativas silviculturais para o manejo de florestas nativas é a utilização do método de área basal - máximo dap - q. Segundo LOETSCH et al., (1973), Meyer introduziu o conceito de floresta balanceada, a qual pode ser definida como uma floresta onde o número de árvores por classe de diâmetro decresce em progressão geométrica.

A obtenção de uma floresta balanceada passa pela utilização do conceito de Liocourt, onde existe uma previsão segundo a qual, categorias diamétricas maiores devem ser eliminadas (cortadas) porque seu incremento está abaixo do ritmo em relação às categorias menores. (SCHNEIDER & FINGER, 2000).

Para obter a regulação da floresta torna-se necessário definir:

- Valor da constante de Liocourt;
- Área basal remanescente desejada, que define as possibilidades de corte;

- Diâmetro máximo desejado para as árvores remanescentes.

Segundo SCHNEIDER & FINGER (2000), a escolha adequada da área basal remanescente é de grande importância, quando se visa o aproveitamento total do sítio e a promoção da vegetação após o corte. O diâmetro máximo desejado pode ser definido por critérios como o aproveitamento técnico e a otimização do incremento em valor.

O incremento de um povoamento é a base para o sucesso do manejo sob o método de seleção de uma floresta heterogênea inequiana. Em povoamentos distribuição irregular o corte deve ser exatamente igual ao incremento, e em povoamentos cujas densidades (distribuição de frequência) sejam diferentes da ideal, o corte deve ajustar-se para que, de uma maneira gradual, obtenha-se a densidade ideal.

Este trabalho teve por objetivo utilizar o conceito de floresta balanceada e taxa de corte sustentada através do uso do método de área basal máximo dap-q, para a regulação de uma Floresta Estacional Decidual.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização da área em estudo

A área em estudo localiza-se em Boca do Monte, distrito do Município de Santa Maria – RS, nas coordenadas geográficas: 29° 47' latitude sul e 53° 52' longitude oeste. A propriedade, pertencente ao Campo de Instrução do Exército de Santa Maria – RS (CISM), possui área total de 491,21 há, onde 74,9% (367,9 há) estão cobertos pela formação Floresta Estacional Decidual Baixo-Montana. O restante da área está coberto por pastagens e benfeitorias

Na Floresta Estacional Decidual, a estrutura é representada por dois estratos arbóreos distintos: um, emergente, aberto e decíduo, com uma altura variando entre 25 e 30 m, e outro, dominado e contínuo, de altura não superior a 20 m, formado principalmente por espécies perenifolias, além de um estrato de arvoretas. (BRASIL, 1986).

A área florestal em estudo apresenta 93,5 ha de Reserva Legal e 18,7 ha de Área de Preservação Permanente, sendo que a área de manejo prevista é de 26,4 ha, que foi dividida em 4 módulos de 6,6 ha cada, e uma reserva florestal com 5,3 ha.

O relevo da propriedade não é homogêneo, sendo constituído por coxilhas sedimentares, apresentando partes com topografia plana, suavemente ondulada e ondulada, não influenciando de modo substancial a produção, a exploração da floresta e o transporte de madeira. As altitudes da área variam de 60 m, nas áreas próximas aos riachos, até cerca de 125 m nas partes mais altas, com média em torno de 80 m. Estas cotas altimétricas não são limitantes ao desenvolvimento das espécies florestais características da região.

O solo do local é derivado de arenitos sedimentares. Segundo BRASIL (1973), o tipo de solo da área de estudo é classificado como solo Podzólico Vermelho Amarelo (textura média, relevo ondulado, substrato arenito) e pertence a Unidade de Mapeamento São Pedro. Esta unidade caracteriza-se por apresentar solos profundos, avermelhados, friáveis, bem drenados, com textura superficial arenosa. São solos ácidos, pobres em matéria orgânica e na maioria dos nutrientes. Apresentam seqüências de Horizontes A, B e C bem diferenciadas.

De acordo com MORENO (1961), a região apresenta um clima do tipo Cfa2 de Köppen, caracterizado por apresentar clima temperado, chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperatura média do mês mais quente superior a 22°C. A temperatura média anual oscila entre 17,9 e 19,2°C. A máxima absoluta observada foi de 41,2°C e a mínima absoluta de -2,4°C. A precipitação média anual pode variar de 1400 a 1770 mm. Os ventos

predominantes na região são originados do quadrante sudoeste, com velocidade média de 5,6 Km/h.

Inventário da floresta

O método de amostragem utilizado foi o sistemático em dois estágios, onde as linhas foram orientadas no sentido L - ° As unidades amostrais (em número de 3 por linha, a exceção da última linha, com 2) foram instaladas com as dimensões de 15 x 50 m (750 m²). A intensidade de amostragem foi calculada admitindo-se um erro amostral máximo de 10 % para 80% de probabilidade de confiança. Para isso, foram necessárias 14 unidades amostrais distribuídas sobre a área de manejo, em faixas equidistantes de 130 m e 100 m entre parcelas. Dentro das unidades amostrais foram enumeradas todas as árvores que apresentaram circunferência a altura do peito (CAP) maior ou igual a 30 cm.

Formação dos módulos e distribuição das unidades amostrais

Considerando a necessidade de formação de módulos de manejo, conforme exigido pela Legislação Estadual, a área a ser manejada, de 26,4 há, foi dividida em 4 módulos iguais, de 6,6 há cada.

As unidades amostrais encontram-se distribuídas nos módulos conforme a Tabela 1:

TABELA 1: Distribuição das unidades amostrais nos módulos de manejo.

Módulo	Unidade Amosttal
I	1,2,3
II	4,5,6
III	7,8,9
IV	10,11,12
Reserva Florestal	13,14

Informações coletadas nas unidades amostrais

As informações coletadas nas unidades amostrais seguiram a metodologia padrão do Centro de Pesquisas Florestais/FATEC, apresentada

por SCHNEIDER et al. (1999), que considera o tipo florestal, classe florestal, densidade do sub-bosque, classe de valor de produção, posição sociológica, tendência de valorização, classe de copa, qualidade do fuste, entre outros.

Estrutura do estoque

O volume comercial com casca das árvores foi determinado através da equação definida para as espécies folhosas do Rio Grande do Sul (BRASIL, 1982), como segue:

$$\log v = -3,95275 + 2,04354 \times \log d + 0,61461 \times \log h \quad (1)$$

Sendo: \log = logaritmo decimal; v = volume comercial com casca, em m^3 ; d = diâmetro à altura do peito, em cm; e, h = altura comercial, em m.

A partir disto foi possível obter o volume comercial com casca por hectare, por espécie e classe de diâmetro para cada módulo de manejo.

As frequências foram geradas a partir das informações obtidas por espécie no inventário pré-exploratório.

Ciclo de corte e sua fundamentação

O ciclo de corte foi definido com o cuidado de evitar o risco de ocorrer a degradação da floresta, o que é indesejável para um plano de manejo que visa sustentabilidade. Além disso, é necessário um prazo mínimo para que a floresta reponha o estoque retirado, sendo estabelecido para este plano um período de 10 anos.

Para a regulação da floresta foi utilizado o Método de Área Basal - máximo $dap-q$, cuja base é o conceito de Floresta Balanceada estabelecido por Liocourt, Meyer e outros pesquisadores, onde a floresta é regulada por uma função de densidade (SCHNEIDER & FINGER, 2000).

Para a obtenção da constante 'q' da floresta, determinou-se as frequências estimadas através do ajuste da equação de Meyer, expressa na forma linear por:

$$\ln N = b_0 + b_1 \cdot x_i \quad (2)$$

Sendo: N = frequência na classe de diâmetro; x_i = centro de classe.

Considerando que o gênero *Ficus* é imune ao corte, segundo a Legislação Estadual, os seus respectivos valores de volume e número de árvores/há foram desconsiderados em todos os cálculos de regulação da floresta. Devido a ausência de indivíduos em diversas classes de diâmetro nos módulos, optou-se pela regulação da floresta para o total da área a ser manejada.

Obtidos os coeficientes b_0 e b_1 , procedeu-se o cálculo de 'q', definido por:

$$q = \frac{b_0 \cdot e^{b_1 x_i}}{b_0 \cdot e^{b_1 x_{(i+1)}}} \quad (3)$$

Sendo: q = valor da constante regulativa; b_0 , b_1 = coeficientes da equação de Meyer; x_i , x_{i+1} = diâmetro do centro de classe.

Segundo GLUFKE et al. (1994), o valor da constante 'q' considerado normal para este tipo de floresta é de, aproximadamente, 1,7238. Portanto, este faz o valor considerado na regulação da floresta. Para a estratégia de manejo, em termos de redução de densidade, optou-se por uma área basal de 14,5 m²/há (para o total da floresta), Quociente de Liocourt de 1,72, diâmetro máximo desejado de 40 cm e ciclo de corte de 10 anos, para o total da área a ser manejada. A partir do valor redefinido de 'q', recalculou-se os coeficientes b_1 e b_0 para a função de Meyer:

$$b_1 = \frac{\ln q}{x_i - x_{(i+1)}} \quad (4)$$

O coeficiente b_0 é obtido a partir da área basal remanescente e do diâmetro máximo desejado da seguinte forma:

$$b_0 = \ln \left[\frac{40000 \cdot G}{\pi \cdot (x_1^2 \cdot e^{b_1 x_1} + x_2^2 \cdot e^{b_1 x_2} + \dots + x_n^2 \cdot e^{b_1 x_n})} \right] \quad (5)$$

$$G = \frac{\pi}{40000} \left[x_1^2 \cdot b_0 \cdot e^{b_1 x_1} + x_2^2 \cdot b_0 \cdot e^{b_1 x_2} + \dots + x_n^2 \cdot b_0 \cdot e^{b_1 x_n} \right] \quad (6)$$

Com estes novos coeficientes foram geradas as frequências absolutas da distribuição balanceada que deverá permanecer no povoamento após a execução dos cortes.

Taxa de corte e sua fundamentação

O incremento corrente anual em volume comercial com casca desta floresta, expresso em porcentagem, foi determinado para as espécies em função do diâmetro, a partir da equação (SCHNEIDER & FINGER, 2000):

$$\ln \text{ICA}\% = 5,7142 - 1,3318 \times \ln d \quad (7)$$

Sendo: ICA% = incremento corrente anual em volume comercial com casca expresso em porcentagem; d = diâmetro a altura do peito; ln=logaritmo neperiano.

Com a equação de incremento foi possível determinar a taxa média de incremento corrente anual em volume comercial com casca médio, expresso em porcentagem. Esta taxa foi obtida pela ponderação do incremento estimado para o centro de classe de diâmetro com os volumes observados nas respectivas classes dentro de cada módulo, conforme a expressão:

$$\text{ICA}\% = \frac{\sum V_i \cdot \text{IC}_i}{\sum V_i} \quad (8)$$

Sendo: ICA%= incremento corrente anual médio em volume comercial com casca para o módulo, em porcentagem; V_i = volume comercial com casca por módulo e por centro de classe de diâmetro i ; IC_i = incremento corrente anual em volume comercial com casca por classe de diâmetro i , em porcentagem.

No cálculo do incremento corrente anual médio em volume comercial com casca expresso em porcentagem, foram desconsideradas as classes de diâmetros acima de 40 cm, pois estão acima do diâmetro máximo desejado.

Para a determinação do corte sustentado de madeira, foi utilizado o Método Mexicano, onde a intensidade de corte é obtida pela expressão:

$$\text{IC} = \left(1 - \frac{1}{1 + p^n} \right) \cdot 100 \quad (9)$$

Sendo: IC = intensidade de corte em porcentagem; p = incremento corrente anual percentual em volume comercial com casca; n = ciclo de corte em anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição florística

As espécies arbóreas com CAP maior ou igual a 30 cm, presentes na área a ser manejada e na sua respectiva Reserva Florestal, encontram-se relacionadas na Tabela 2.

TABELA 2: Nome comum, nome botânico e família das espécies lenhosas

Cód.	Nome Comum	Nome Botânico	Família
01	Não identificada	-	-
02	Guabiroba	<i>Campomanesia xanthocarpa</i>	Myrtaceae
03	Angico-vermelho	<i>Parapiptadenia rigida</i>	Leguminosae-M
04	Canela-Preta	<i>Nectandra megapotamica</i>	Lauraceae
05	Cincho	<i>Sorocea bonplandii</i>	Moraceae
06	Camboatá-vermelho	<i>Cupania vernalis</i>	Sapindaceae
07	Canela-guaicá	<i>Ocotea puberula</i>	Lauraceae
08	Urtigão-do-mato	<i>Urera baccifera</i>	Urticaceae
09	Guabiju	<i>Myrcianthes pungens</i>	Myrtaceae
10	Guaçatunga	<i>Banara parviflora</i>	Flacourtiaceae
11	Catiguá-vermelho	<i>Trichilia clausenii</i>	Meliaceae
12	Açoita-cavalo	<i>Luehea divaricata</i>	Tiliaceae
13	Figueira-graúda	<i>Ficus luschnathiana</i>	Moraceae
14	Tajuba	<i>Chlorophora tinctoria</i>	Moraceae
15	Canela-amarela	<i>Nectandra lanceolata</i>	Lauraceae
16	Aguai-da-serra	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	Sapotaceae
17	Louro	<i>Codia trichotoma</i>	Boraginaceae
18	Marmeleiro-do-mato	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	Polygonaceae
19	Camboatá-branco	<i>Matayba elaeagnoides</i>	Sapindaceae
20	Chal-chal	<i>Allophylus edulis</i>	Sapindaceae
21	Cabriúva	<i>Myrocarpus frondosus</i>	Leguminosae-P
22	Cutia	<i>Pilocarpus pennatifolius</i>	Rutaceae
23	Branquilho	<i>Sebastiania commersoniana</i>	Euphorbiaceae
24	Chá-de-bugre	<i>Casearia silvestris</i>	Flacourtiaceae
25	Gerivá	<i>Syagrus romanzoffiana</i>	Palmae
26	Murta	<i>Blepharocalix tweediei</i>	Myrtaceae
27	Canela-de-veado	<i>Helietta longifoliata</i>	Rutaceae

TABELA 2: Continuação...

Cód.	Nome Comum	Nome Botânico	Família
28	Catiguá	<i>Trichilia catigua</i>	Meliaceae
29	Cerejeira	<i>Eugenia involucrata</i>	Myrtaceae
30	Morta	-	-
31	Catiguá-de-ervilha	<i>Trichilia elegans</i>	Meliaceae
32	Guajuvira	<i>Patagonula americana</i>	Boraginaceae
33	Laranjeira-do-mato	<i>Actionostemon concolor</i>	Euphorbiaceae
34	Canela-anhaiba	<i>Aiouea saligna</i>	Lauraceae
35	Canela-do-brejo	<i>Machaerium stipitatum</i>	Leguminosae-P
36	Maria-preta	<i>Maba inconstans</i>	Ebenaceae
37	Capororoca	<i>Rapanea sp.</i>	Myrsinaceae
39	Vacum	<i>Allophylus guaraniticus</i>	Sapindaceae
40	Araticum	<i>Rollinia silvatica</i>	Annonaceae
41	Timbaúva	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Leguminosae-M
42	Cedro	<i>Cedrela fissilis</i>	Meliaceae
43	Tarumã-branco	<i>Cytharexylum myrianthum</i>	Verbenaceae
44	Curvinga	<i>Solanum sp.</i>	Solanaceae
45	Urtigão-manso	<i>Bohemeria caudata</i>	Urticaceae
46	Ipê-roxo	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	Bignoniaceae
47	Batinga	<i>Eugenia rostrifolia</i>	Myrtaceae
48	Congonha-verdadeira	<i>Citronella paniculata</i>	Icacinaceae
49	Pessegueiro-do-mato	<i>Prunus subcoriacea</i>	Rosaceae
50	Canjerana	<i>Cabrlea canjerana</i>	Meliaceae
51	Branquilha-leiteiro	<i>Sebastiania brasiliensis</i>	Euphorbiaceae
52	Angico-branco	<i>Albizia niopoides</i>	Leguminosae-M
53	Umbu	<i>Phytolacca dioica</i>	Phytolaccaceae
54	Caixeta	<i>Schefflera morototoni</i>	Araliaceae

Foram encontradas 51 espécies vegetais distribuídas em 45 gêneros e 26 famílias, perfazendo um total de 421 árvores por hectare. A maioria dos gêneros estão representados por uma única espécie, exceto os pertencentes as famílias Myrtaceae, Lauraceae, Meliaceae e Euphorbiaceae (Tabela 3). As famílias Sapindaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Lauraceae e Flacourtiaceae são as mais importantes na composição florística da área

inventariada, estando representadas por 15 gêneros e 20 espécies lenhosas, perfazendo, respectivamente, 33% e 40%. As demais 21 famílias contribuem com 67% do número total de gêneros e 60% de espécies.

TABELA 3: Família, número de gêneros, número de espécies e número de indivíduos por unidade de área das espécies lenhosas.

Família	Nº de gêneros	Nº de espécies	Nº de indivíduos/ha
Myrtaceae	4	5	45,7
Leguminosae-M	3	3	14,3
Leguminosae-P	2	2	1,9
Lauraceae	3	4	32,4
Moraceae	3	3	11,4
Sapindaceae	3	4	98,1
Urticaceae	2	2	1,9
Flacourtiaceae	2	2	31,4
Meliaceae	3	5	42,8
Tiliaceae	1	1	14,3
Sapotaceae	1	1	15,2
Boraginaceae	2	2	22,9
Polygonaceae	1	1	12,4
Rutaceae	2	2	7,6
Euphorbiaceae	2	3	14,3
Palmae	1	1	9,5
Myrsinaceae	1	1	0,9
Annonaceae	1	1	3,8
Verbenaceae	1	1	0,9
Solanaceae	1	1	1,9
Bignoniaceae	1	1	0,9
Icacinaceae	1	1	2,9
Rosaceae	1	1	1,9
Phytolaccaceae	1	1	4,8
Araliaceae	1	1	4,8
Ebenaceae	1	1	0,9
Não Identificadas			20,9
TOTAL	45	51	420,9

Estimativa do estoque da floresta

A análise estatística dos dados obtidos no inventário florestal proporcionou as seguintes estimativas para o total da floresta:

- Volume comercial com casca médio: $10,93 \text{ m}^3/0,075 \text{ ha}$
- Variância da média: $0,7223 (\text{m}^3/0,075 \text{ ha})^2$
- Desvio padrão da média: $0,8499 \text{ m}^3/0,075 \text{ ha}$
- Erro de amostragem: absoluto $\pm 1,14 \text{ m}^3/0,075 \text{ ha}$; relativo $\pm 10,0\%$
- Intervalo de confiança para a média:
 $IC=[9,79 \text{ m}^3/0,075 \text{ ha} \leq \mu \leq 12,07 \text{ m}^3/0,075]=80\%$
- Total estimado: $3.846,4 \text{ m}^3$
- Intervalo de confiança para o total:
 $IC=[3.445,2 \text{ m}^3 \leq \mu \leq 4.247,6 \text{ m}^3]=80\%$

Determinação da distribuição de frequência balanceada

Os coeficientes obtidos pelo ajuste da equação de Meyer (2) foram: $b_0 = 6,12421$; $b_1 = -0,060958$; $R^2 = 0,98$; Erro padrão = $0,22$.

O valor encontrado para a constante regulativa 'q', obtida através da expressão (3), é de $1,84$.

Considerando uma estratégia de manejo em que se deseja uma área basal remanescente de $14,5 \text{ m}^2/\text{ha}$, diâmetro máximo desejado de 40 cm e um coeficiente de Liocourt de $1,72$, os novos coeficientes da equação de Meyer passaram a ser: $b_0 = 6,207174$; $b_1 = -0,054232$.

A partir destes coeficientes foram geradas as frequências absolutas da distribuição balanceada que deverá permanecer no povoamento após a execução dos cortes (Tabela 4).

Determinação da taxa de corte sustentada

A taxa de corte sustentada a ser explorada por módulo de manejo e para o total da floresta, determinada a partir do cálculo da intensidade de corte é apresentada na Tabela 5.

TABELA 4: Determinação das frequências ideais para obtenção do modelo de floresta balanceada. Centro de classe (CC), frequência observada (FO), área basal (G), frequência ajustada (FA) e frequência ideal (FI).

CC	FO	G	$X^2 \cdot e^{b1 \cdot X}$	log N	FA	FI
15	200	3,52	90,1730	5,293556	183	220
25	123	6,04	136,1560	4,812184	100	128
35	51	4,91	145,0627	3,931826	54	74
45	31			3,402863	29	
55	13			2,489065	16	
65	9			2,085672	9	
75	0				5	
85	3			0,717840	3	
95	0				1	
105	2			0,048790	1	
Total	432	14,46	371,3920	2,847720		

TABELA 5: Taxa de corte e volume total e anual a ser explorado por módulo.

Módulo	CC (anos)	IC (%)	V_M (m^3/ha)	TC (m^3/ha)	$V_C/6,6$ ha (m^3)
I	10	38,67	89,34	34,55	228,03
II	10	36,40	151,45	54,12	357,17
III	10	35,66	211,05	75,25	496,68
IV	10	35,66	123,53	43,21	285,18
Total				207,13	1367,06

Sendo: CC = ciclo de corte; IC = intensidade de corte; V_M = volume comercial no módulo; TC = taxa de corte; $V_C/6,6$ ha = volume de corte no módulo.

Conforme a Tabela 5, a floresta tem capacidade de repor em um período de 10 anos, um volume de 207,13 m^3/ha , quando poderá ser realizada uma nova intervenção.

Programação dos cortes

As atividades de corte foram planejadas para cada módulo e são apresentadas nas Tabelas 6 até 9.

Módulo I:

No módulo I (Tabela 6), as classes de diâmetro < 30 cm, destinadas ao corte, totalizam 14 árvores e 3,01 m³/ha, o que representa 3,45% do número total de árvores/ha. Nestas, somente serão cortadas as árvores que durante a execução dos cortes tenham sido danificadas ou estiverem mortas. Sobre isto, estudos realizados em florestas tropicais (MARTINS et al., 1997) mostram que cerca de 23% do número total médio de árvores são danificados durante as atividades de exploração.

TABELA 6: Estoque balanceado por classe de diâmetro para o módulo I.

DAP (cm)	Povoamento Real/ha			Povoamento Remanescente/ha			Corte/ha		
	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)
10-20	204	3,60	15,60	204	3,60	15,60			
20-30	142	6,97	30,09	128	6,27	27,08	14	0,70	3,01
30-40	27	2,60	10,54	27	2,60	10,54			
40-50	22	3,50	16,09				22	3,50	16,09
50-60									
60-70	9	2,99	17,04	2	0,66	3,79	7	2,32	13,25
70-80									
80-90									
90-100									
>100									
Total	405	19,66	89,36	424	17,97	57,01	43	6,52	32,36

Na classe de diâmetro 40-50 cm serão retiradas todas as árvores, o que abrange 5 indivíduos/ha de *Nectandra megapotamica*, 9 indivíduos/ha de *Trichilia clausenii*, 4 indivíduos/ha de *Luehea divaricata* e 4 indivíduos/ha de *Cordia trichotoma*, totalizando um volume comercial de 16,09 m³/ha.

Na classe de diâmetro 60-70 cm serão removidos 7 indivíduos/ha de *Nectandra megapotamica*, totalizando 13,25 m³/ha, sendo que os dois melhores exemplares/ha desta espécie serão destinados a árvores porta-sementes.

Pela análise fitossociológica, observou-se que, das 7 árvores/ha a serem removidas nesta classe de diâmetro, poderão ser retiradas 4

árvores/ha com tendência de valorização classificada como categoria 2 (árvores de crescimento médio com mudança lenta na posição sociológica) e 3 árvores/ha de categoria 1 (crescimento promissor), visto que não existem árvores nas outras categorias. Em relação a classe de copa, 3 árvores/ha a serem retiradas foram classificadas como categoria 3 e, 4 árvores/ha como categoria 2, caracterizadas por apresentarem copas médias com comprimento entre 1/4 e 1/2 da altura total da árvore.

Também destas árvores, serão retirados 4 indivíduos/ha de categoria de sanidade 6, caracterizadas por apresentarem danos complexos e 3 árvores/ha saudáveis, uma vez que nesta classe de diâmetro não existem árvores em outras categorias. Em relação a qualidade do fuste, 4 árvores/ha apresentam tortuosidade acentuada e 3 árvores/ha apresentam o fuste levemente tortuoso.

A diferença entre a taxa de corte calculada (34,55 m³/ha) e o volume a ser explorado no módulo I (32,36 m³/ha) deve-se a necessidade de manter árvores porta-sementes para assegurar a preservação das espécies.

Módulo II:

No módulo II (Tabela 7), as classes de diâmetro < 30 cm totalizam 26 árvores/ha e um volume de 5,48 m³/ha, sendo retiradas somente as árvores danificadas durante a exploração.

TABELA 7: Estoque balanceado por classe de diâmetro para o módulo II

DAP (cm)	Povoamento Real/ha			Povoamento Remanescente/ha			Corte/ha		
	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)
10-20	223	3,94	17,27	220	3,88	17,02	3	0,06	0,25
20-30	151	7,41	34,02	128	6,27	28,79	23	1,14	5,23
30-40	40	3,85	23,57	40	3,85	23,57			
40-50	35	5,57	34,04	10	1,59	9,73	25	3,98	24,31
50-60	9	2,14	9,16	3	0,71	3,05	6	1,43	6,10
60-70	13	4,31	14,73	4	1,33	4,53	9	2,99	10,20
70-80									
80-90	4	2,27	15,87	2	1,13	7,93	2	1,13	7,94
90-100									
>100									
Total	475	29,49	148,6	407	18,77	94,62	68	10,72	54,03

Pela análise fitossociológica, observou-se que destas 26 árvores/ha, todas pertencem a categoria 3 de tendência de valorização (crescimento insignificante e tendência a permanecer na mesma posição sociológica) e classe de copa (copas curtas, menores que 1/4 da altura total da árvore). Todas as árvores apresentaram danos complexos (categoria 6), 4 árvores/ha apresentaram fuste inaproveitável (categoria 4) e o restante fuste excessivamente tortuoso (categoria 3).

Na classe de diâmetro 40-50 cm serão removidos por hectare, 3 indivíduos não-identificados, 3 indivíduos de *Parapiptadenia rigida*, 11 de *Nectandra megapotamica*, 3 de *Myrcianthes pungens*, 2 de *Luehea divaricata* e 2 de *Helietta longifoliata*, totalizando um volume de 24,31/ha e 25 árvores.

Destas 25 árvores/ha, 22 apresentam tendência de valorização categoria 3 e 3 árvores foram classificadas como pertencentes à categoria 2, caracterizadas por apresentarem crescimento médio com mudança lenta na posição sociológica. Em relação ao estado sanitário 18 árvores apresentam danos complexos (categoria 6) e 7 são saudáveis (categoria 1).

Em relação a qualidade do fuste, 4 árvores/ha apresentam o fuste inaproveitável, 13 fuste acentuadamente tortuoso e 2 fuste levemente tortuoso.

Na classe de diâmetro 50-60 cm, serão removidas as árvores mortas (4 indivíduos/ha) e 2 indivíduos/ha de *Trichilia clausenii*, totalizando 6,10 m³/ha. Na classe de diâmetro 60-70 cm, serão removidas somente as árvores mortas, visto que totalizam o volume máximo de corte na classe (10,20 m³/ha).

As 2 árvores/ha de *Trichilia clausenii*, removidas na classe de diâmetro 50-60 cm, apresentam tendência de valorização e de classe de copa categoria 3, apresentando danos complexos e fuste inaproveitável.

Na classe de diâmetro 80-90 cm serão removidos 2 indivíduos/ha de *Patagonula americana*, totalizando um volume de 7,94 m³/ha. As árvores removidas nesta classe de diâmetro foram classificadas como de tendência de valorização categoria 2, classe de copa categoria 3, condição de sanidade categoria 1 (saudáveis) e fuste acentuadamente tortuoso (categoria 3).

Módulo III:

No módulo III (Tabela 8), nas classes de diâmetro < 30 cm, cerca de 12,6% do número total de árvores podem ser removidas; no entanto,

serão retiradas prioritariamente as árvores danificadas durante a atividade de exploração.

Na classe de diâmetro 30-40 cm, a regulação permitiria a retirada de apenas 6 árvores/ha. Nesta classe, o número de árvores mortas é bastante superior (13 indivíduos/ha), o que implica em uma retirada de volume maior (4,43 m³/ha) do que o calculado para a classe (2,68 m³/ha), visando a melhoria da qualidade da floresta. A diferença será compensada pela redução do volume retirado na classe de diâmetro 40-50 cm (de 28,56 m³/ha para 26,71 m³/ha). Nesta classe serão removidos por hectare, 2 indivíduos de *Nectandra megapotamica*, 10 de *Cordia trichotoma*, 4 indivíduos mortos, 2 de *Patagonula americana*, 9 de *Enterolobium contortisiliquum* e 2 de *Cabralea canjerana*.

TABELA 8: Estoque balanceado por classe de diâmetro para o módulo III.

DAP (cm)	Povoamento Real/ha			Povoamento Remanescente/ha			Corte/ha		
	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)
10-20	267	4,72	21,66	220	3,88	17,83	47	0,83	3,83
20-30	155	7,61	33,22	128	6,27	27,39	27	1,34	5,83
30-40	80	7,70	37,53	67	6,45	31,43	13(6)	1,25	4,43*
40-50	44	7,00	40,54	15	2,39	13,82	29(31)	4,61	26,72
50-60	35	8,32	45,80	21	4,99	27,48	14	3,33	18,32
60-70	4	1,33	7,20	2	0,66	3,60	2	0,66	3,60
70-80									
80-90									
90-100									
>100	4	3,46	25,09	2	1,73	12,55	2	1,73	12,55
Total	589	40,13	211,0	455	26,37	134,1	134	13,75	75,20

Sendo: * Volume real de árvores mortas; () Valores obtidos pela função de Meyer

Destas 29 árvores/ha, todas as árvores a serem removidas pertencem a categoria 3 de tendência de valorização, que se caracteriza por apresentar crescimento insignificante com tendência a permanecer na mesma posição sociológica. Em relação à classe de copa, todas as árvores a

serem retiradas foram classificadas na categoria 3, com copas curtas inferiores a 1/4 da altura total da árvore.

Quanto à condição de sanidade, além dos indivíduos mortos, 4 indivíduos/ha a serem removidos apresentam danos complexos (categoria 6), nove apresentam danos abióticos e 12 apresentam-se saudáveis. A classificação quanto à qualidade do fuste indicou que das 29 árvores/ha a serem removidas nesta classe, 18 árvores/ha apresentam fuste com tortuosidade acentuada e 11 árvores/ha apresentam fuste reto a levemente tortuoso (categoria 2).

Na classe de diâmetro 50-60 cm serão retiradas 4 árvores/ha de *Nectandra megapotamica* e 10 árvores/ha de *Enterolobium contortisiliquum*, totalizando um volume de 18,32 m³/ha a ser retirado na classe.

Destas 14 árvores, todas apresentam crescimento insignificante sem perspectiva de mudança de posição sociológica e copas curtas inferiores a 1/4 da altura total. Em relação à condição de sanidade, 9 árvores/ha apresentam danos complexos (bióticos e abióticos) e 5 árvores/ha apresentam danos por ataque de insetos. Quanto à qualidade do fuste, 9 árvores/ha apresentam fuste excessivamente tortuoso e 5 árvores/ha fuste levemente tortuoso.

Na classe de diâmetro 60-70 cm, 2 indivíduos/ha de *Nectandra megapotamica* serão retirados, totalizando 3,60 m³/ha. Nas classes de diâmetro > 100 cm, serão retiradas 2 árvores/ha de *Patagonula americana*, totalizando 12,55 m³/ha.

As 2 árvores a serem removidas na classe 60-70 cm apresentam tendência de valorização e classe de copa categoria 3, condição de sanidade categoria 2 e qualidade do fuste categoria 3.

As 2 árvores/ha a serem removidas na classe >100 cm apresentam tendência de valorização categoria 3, classe copa categoria 2, condição de sanidade categoria 6 e qualidade do fuste categoria 3.

Módulo IV:

No módulo IV (Tabela 9), nas classes de diâmetro menores que 40 cm, a regulação não permite corte de árvores. Na classe de diâmetro 40-50 cm serão removidos por hectare 2 indivíduos/ha de *Trichilia clausenii*, 2 árvores/ha de *Luehea divaricata*, 2 árvores/ha de *Cordia trichotoma* e 3 árvores/ha de *Myrcarpus frondosus*, totalizando 11,35 m³/ha e 9 indivíduos por hectare.

Das 9 árvores/ha removidas, todas apresentam tendência de valorização categoria 3, que se caracteriza por apresentar crescimento insignificante com tendência a permanecer na mesma posição sociológica. Em relação a classe de copa, 4 árvores/ha pertencem a categoria 4 (copa danificada e quebrada) e 5 árvores/ha pertencem a categoria 3 (copas curtas, inferiores a 1/4 da altura total da árvore).

TABELA 9: Estoque balanceado por classe de diâmetro para o módulo IV.

DAP (cm)	Povoamento Real/ha			Povoamento Remanescente/ha			Corte/ha		
	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)	N (árv.)	G (m ²)	V (m ³)
10-20	155	2,74	12,90	155	2,74	12,90			
20-30	80	3,93	16,46	80	3,93	16,46			
30-40	58	5,58	26,26	58	5,58	26,26			
40-50	18	2,86	22,71	9	1,43	11,35	9	1,43	11,35
50-60	9	2,14	12,78	2	0,48	2,84	7	1,66	9,94
60-70	9	2,99	19,40	2	0,66	4,31	7	2,32	15,09
70-80									
80-90	4	2,27	13,02	2	1,13	6,51	2	1,13	6,51
90-100									
>100									
Total	333	22,50	123,5	308	15,95	80,63	25	6,55	42,89

Quanto a condição de sanidade, 4 árvores/ha apresentam danos complexos (categoria 6) e 5 árvores/ha são saudáveis. Em relação a qualidade do fuste, 4 árvores/ha apresentam o fuste inaproveitável e 5 árvores/ha apresentam o fuste tortuoso.

Na classe de diâmetro 50-60 cm serão removidas 3 árvores/ha de *Matayba elaeagnoides* e 4 árvores/ha de *Patagonula americana*, totalizando 9,94 m³/ha.

Nesta classe, todas as árvores a serem removidas pertencem a categoria 3 de tendência de valorização e classe de copa. Quanto a condição de sanidade, 4 árvores/ha apresentam danos complexos (categoria 6) e 3 árvores/ha são saudáveis. Em relação a qualidade do fuste, 4 árvores/ha apresentam fuste excessivamente tortuoso e 3 árvores/ha apresentam fuste levemente tortuoso.

Na classe 60-70 cm, serão retiradas 4 árvores mortas/ha e 3 árvores/ha *Patagonula americana* por hectare, totalizando 15,09 m³/ha. Destas 7 árvores/ha a serem removidas, 4 possuem tendência de valorização categoria 3 e 3 pertencem a categoria 2, apresentando crescimento médio com mudança lenta na posição sociológica. Quanto a classe de copa, 4 árvores/ha pertencem a categoria 2 (copas médias entre 1/4 e 1/2 da altura total da árvore) e 3 árvores/ha são classificadas como de copas longas (maiores que 1/2 da altura total da árvore). Em relação à condição e sanidade, além das árvores mortas, 3 árvores/ha a serem removidas apresentam danos complexos com a qualidade do fuste classificada com categoria 3 e 2 para 4 e 3 árvores/ha respectivamente.

Na classe de diâmetro 80-90 cm, serão removidos 2 indivíduos/ha de *Phytolacca dioica*, totalizando 6,51 m³/ha. Nas demais classes a regulação não permite cortes.

CONCLUSÕES

Após a realização deste estudo pode-se concluir que:

a) A análise fitossociológica da floresta mostrou que a maioria dos gêneros está representada por uma única espécie, sendo as famílias Sapindaceae, Myrtaceae, Meliaceae, Lauraceae e Flacourtiaceae as mais importantes na composição florística da floresta.

b) O ajuste da função de Meyer foi satisfatório, sendo que o valor da constante regulativa 'q' foi de 1,84.

c) A análise das frequências observada e ideal indicaram haver tanto excesso quanto déficit no número de árvores em todos os módulos de manejo estudados.

d) A floresta tem a capacidade de repor em um período de 10 anos um volume de 207,13 m³/ha, quando poderá ser realizada uma nova intervenção. Segundo o método área basal máximo dap-q, no módulo I é possível a retirada de 34,55 m³/ha; no módulo II 54,12 m³/ha; no módulo III 75,25 m³/ha, e no módulo IV 43,21 m³/ha.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GLUFKE, C, MAINARDI, G. L, SCHNEIDER, P. R. et al. Produção de uma floresta natural em Santa Maria, RS. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v.1, n.1, p. 60-76, nov. 1994.

- BRASIL. **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura - Departamento de Pesquisas Agropecuárias - Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431p. (Boletim Técnico)
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. **Plano de ordenamento para a Floresta Nacional de Passo Fundo – RS**. Santa Maria: UFSM, 1982. 309 p.
- BRASIL. As regiões fitoecológicas, sua natureza e seus recursos econômicos: estudo fitogeográfico. In.: IBGE. **Levantamento de recursos naturais**. Rio de Janeiro: IBGE, v.33, 1986. 796p.
- LOETSCH, F., ZOHRER, F., HALLER, K.E. **Forest inventory**. v. 2. München: BLV Verlagsgesellschaft mbH, 1973. 469p.
- MARTINS, E. P., OLIVEIRA, A. D., SCOLFORO, J. R. S Avaliação dos danos causados pela exploração florestal à vegetação remanescente, em florestas naturais. **Revista Cerne**, Lavras, v.3, n. 1, p. 14-24, 1997.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura-RS, 1961. 41p.
- SCHNEIDER, P.R., BENA, D.R. & FINGER, C.A.G. **Manual para coleta de informações dendrométricas**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1999. 33p. (Série Técnica, 4)
- SCHNEIDER, P.R. & FINGER, C.A.G. **Manejo sustentado de florestas ineqüiâneas heterogêneas**. Santa Maria: DCFL/ CEPEF, 2000. 162p.
- ZACHOW, R. Os planos de manejo das florestas naturais do Brasil. In: Tópicos de manejo florestal sustentável. Colombo: 1997, **Anais...**, Curitiba, 1997.

**MODELO MATRICIAL DE TRANSIÇÃO APLICADO À
DINÂMICA DE UMA FLORESTA NATURAL COM RAUCÁRIA**

**A TRANSITION MATRIX MODEL APPLIED TO THE DYNAMICS
OF A NATURAL ARAUCARIA FOREST**

Rozane de Loyola Eisfeldl¹; Carlos Roberto Sanquetta²

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo apresentar um modelo matricial de transição para simulação da dinâmica da Floresta com Araucária. O estudo foi realizado numa área de 32 ha, situada no município de São João do Triunfo, cerca de 125 km de Curitiba. A vegetação caracteriza-se como um fragmento de Floresta Ombrófila Mista em estágio avançado de sucessão. Dentro da área foi eleita uma área de 3,5 ha, constituída de 3 parcelas de 1 ha e 1 de 0,5 ha, para avaliação do crescimento, das taxas de recrutamento e mortalidade. Todas as árvores acima de 10 cm de diâmetro foram medidas ao longo de 5 anos, de 1995 até 1999. A partir desses dados foram criadas matrizes de transição que projetam as frequências em classes diamétricas no futuro. Foram feitas projeções para os anos de 2003, 2007, 2011 e 2015. A partir das frequências projetadas, foram prognosticados os volumes nos respectivos anos. Na construção de matrizes, as espécies foram enquadradas em dois grupos: araucária e folhosas. Para as folhosas projetou-se um decréscimo no volume no futuro, devido principalmente à alta taxa de mortalidade nas maiores classes diamétricas. Para a araucária projetou-se um crescimento volumétrico nos próximos anos, em virtude da alta frequência de árvores de grandes diâmetros. Conclui-se que o método é aplicável à Floresta com Araucária, uma vez que é simples e eficiente nas predições futuras. Além disso, o modelo não requer informação de idade para efeito de simular a

¹ Acadêmica de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, Bolsista PIBIC/CNPq.

² Ph.D., Departamento de Ciências Florestais. UFPR Campus III – Jardim Botânico. Rua Lothário Meissner, 3400. Curitiba - PR, CEP 80.210-170, Brasil.

produção futura, o que é fundamental em florestas naturais. Melhorias estão sendo implementadas no modelo para torná-lo mais eficiente e preciso.

Palavras-chave: *Araucaria angustifolia*, matriz de transição, dinâmica.

ABSTRACT

This study aimed to present a transition matrix model for simulation of the dynamics of the *Araucaria* Forest. The study was accomplished in an area of 32 ha located in the municipality of São João do Triunfo, about 125 km of Curitiba, Brazil. The vegetation is characterized as a fragment of Mixed *Araucaria* Hardwoods Forest in late stage of succession. Inside the area, three permanent sample plots (3 of 1.0 ha and 1 of 0.5 ha) were established to analyze the dynamics of the forest, with special reference to growth, recruitment and mortality rates. All the trees above 10 cm dbh were measured along 5 years, from 1995 up to 1999. Transition matrices were constructed for 5-year data in order to simulate dbh frequencies in the future. Simulations were done for 2003, 2007, 2011 and 2015. Volume simulations were also carried out taking into account the predicted frequencies. For construction of the matrices, the species occurring in the area were separated in two groups: *Araucaria* and broad-leaved. For the broad-leaved species, the model predicted a decrease in volume for the next years, as result of high mortality in the largest diameter classes. On the contrary, for *Araucaria*, the model predicted an increase in the volume stock, due to the great number of large dbh trees. It was concluded that the matrix model is useful method to forecast the structure of natural forests, as the *Araucaria* Forest in Brazil, because it is simple and efficient in the predictions. Beyond that, the model does not require age data to simulate growth and yield of the forest, what is fundamental in natural stands. Improvements are being implemented in the model to make it more efficient and precise.

Key words: *Araucaria angustifolia*, transition matrix, dynamics.

INTRODUÇÃO

A floresta de araucária, 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 de São Paulo (3%), internando-se até o sul de Minas Gerais e Rio de Janeiro (1%) (CARVALHO, 1994). Ao longo do processo histórico de ocupação do Paraná, assistiu-se a uma rápida eliminação de sua cobertura florestal (SONDA, 1996). De acordo com a última informação oficial, a área de Floresta com Araucária no Paraná reduzida-se, em 1980, para 2.696 km² (IBDF, 1984). Embora não existam dados oficiais recentes, acredita-se que na última década a situação deve ter se agravado ainda mais.

Conservar os remanescentes da Floresta com Araucária é um grande desafio para o Paraná e todo o sul do Brasil. A preservação integral dos fragmentos florestais por força da lei e da fiscalização não é por si só capaz de manter em quantidade e qualidade o que resta. Destruturização e perda da diversidade das florestas remanescentes em toda a região Centro-Sul do Paraná são indicadores incontestáveis da ineficácia da política de licenciamento ambiental que hoje se impõe. Para conservar os remanescentes da Floresta com Araucária, é preciso estimular o seu manejo em bases sustentáveis, com a valorização de todos os produtos e serviços por ela oferecidos, através de conhecimento científico e tecnologia.

Caracterizar os processos dinâmicos é indispensável para o manejo sustentável das florestas naturais. Apesar de sua importância, a Floresta Ombrófila Mista ainda é pouco estudada, no que tange à dinâmica de populações, especialmente sobre as taxas de regeneração natural, crescimento e mortalidade.

A evolução dinâmica temporal de florestas pode ser resumida e prognosticada eficientemente por matrizes de transição. O modelo matricial de transição é um instrumento de prognose de eventos que caracterizam estados definidos de desenvolvimento que passam, a partir de um estado inicial, por uma seqüência de estados, onde a transição entre os estados ocorre segundo uma certa probabilidade. Este artigo tem a finalidade apresentar um modelo de simulação da dinâmica para a Floresta com Araucária, utilizando matrizes de transição.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A matriz de transição é um processo estocástico utilizado para estudar fenômenos que passam, a partir de um estado inicial, por uma seqüência de dados, onde a transição de um determinado estado ocorre segundo uma certa probabilidade. Os pontos mais importantes na montagem

da chamada cadeia de Markov são a definição de estados do sistema e a construção da matriz de transição probabilística (HOYOS, 1980). De acordo com ENRIGHT e OGDEN (1979), o único requisito para a utilização do modelo matricial é que a população possa ser dividida em estados ou compartimentos, e que haja a probabilidade de movimento de um estado para outro no tempo.

De acordo com SANQUETTA (1996), nas matrizes de transição utiliza-se o critério de separar árvores de uma certa classe diamétrica que crescem para uma, duas ou mais classes consecutivas daquelas que permanecem na mesma classe ou morrem durante um intervalo de tempo. Essa dinâmica nas classes determina as probabilidades que constituem os elementos da matriz de transição.

LOWELL e MITCHELL (1987) apresentam três importantes limitações da cadeia de Markov: 1) uma única qualidade de sítio é assumida, embora na prática a dinâmica da população varia com o sítio; 2) qualquer árvore é tratada da mesma maneira independentemente das características particulares da floresta; 3) a estrutura da floresta é ignorada no sentido da dinâmica da população ser considerada a mesma, quer seja esta com idade uniforme ou com múltiplas idades, que seja formada de uma única espécie ou de várias.

MATERIAL E MÉTODOS

O dados utilizados foram obtidos na Estação Experimental de São João do Triunfo, de propriedade da Universidade Federal do Paraná, a qual situa-se a cerca de 125 km de Curitiba. A área da Estação totaliza 32 ha, sua altitude é de 780 m e suas coordenadas geográficas são as seguintes: 25°34'18" latitude Sul e 50°05'56" longitude Oeste de Greenwich. O clima da região é classificado como Cfb e o solo predominante é o podzólico vermelho-amarelo distrófico, com pequena porção de cambissolo distrófico álico (LONGHI, 1980). A vegetação caracteriza-se como um fragmento de Floresta Ombrófila Mista ou Floresta com Araucária, tendo como predominantes o pinheiro-brasileiro (*Araucaria angustifolia*) e diversas espécies folhosas, como a imbuia (*Ocotea porosa*), erva-mate (*Ilex paraguariensis*), canelas (Lauraceae), membros da família Myrtaceae, entre outras. A floresta sofreu intervenções antrópicas no passado, porém ainda mantém estrutura e composição florística típicas de florestas pouco alteradas.

Os dados empregados no desenvolvimento da matriz advêm de três unidades de um 1 ha cada (100 x 100 m) e outra de forma irregular com 0,5 ha, devidamente georreferenciadas. Nas parcelas, toda árvore com DAP>10 cm foi pintada, etiquetada, posicionada em escala em um croqui, medida em CAP e identificada botanicamente. As parcelas têm sido remeidas anualmente desde a sua instalação em 1995, considerando todas as árvores com DAP>10 cm. Dados de cinco medições foram empregadas para o desenvolvimento do modelo apresentado nesta pesquisa, de 1995 a 1999.

Para a construção da matriz de transição, inicialmente, dividiu-se todas as árvores em sete classes diamétricas: 1) 0-14,9cm 2) 15-19,9cm 3) 20-24,9cm 4) 25-29,9cm 5) 30-39,9cm 6) 40-59,9cm e 7) >50cm. As análises foram executadas separado-se a araucária (*Araucaria angustifolia*) das espécies folhosas. No total foram utilizados dados de 2643 árvores, sendo 2063 folhosas e 580 araucárias.

A matriz de transição é formada, em seu interior, por probabilidades de transição entre classes diamétricas (Tabela 1), calculadas com base na percentagem de árvores que permanecem na mesma classe, avançam uma ou mais classes ou morrem no período considerado (1995 a 1999). Depois de pronta, essa matriz deve ser multiplicada por um vetor constituído pela frequência de árvores em cada classe diamétrica no momento inicial (1995). O resultado dessa multiplicação é, então, somado ao recrutamento, obtendo-se a frequência diamétrica no ano momento seguinte (1999). Se o processo for repetido por diversas ocasiões, simulações futuras (de 4 em 4 anos) permitirão obter as frequências estimadas e demais informações estruturais da floresta. No presente trabalho foram efetuadas simulações até o ano de 2015.

Para simular outras variáveis estruturais da floresta, como o volume de madeira, pode-se utilizar equações aplicadas a cada centro de classe, com respectiva frequência projetada pela simulação obtida com a matriz de transição. No presente trabalho, foi feito um exercício, de prognose de volume total de fuste, adotando-se o seguinte procedimento:

área transversal: obtida a partir do diâmetro central da classe de DAP; altura: obtida através de equações ajustadas por PIZATTO (1999), em separado para folhosas e araucária, utilizando dados coletados na própria área; fator de forma: 0,55 para as folhosas e 0,65 para a araucária (BERNARDON e SANQUETTA, 1998).

TABELA 1: Composição teórica da matriz de transição

Classes de DAP	Estágio inicial						
	1	2	3	4	5	6	7
Estágio final							
1	A ₁₁	-	-	-	-	-	-
2	A ₁₂	A ₂₂	-	-	-	-	-
3	A ₁₃	A ₂₃	A ₃₃	-	-	-	-
4	-	A ₂₄	A ₃₄	A ₄₄	-	-	-
5	-	-	A ₃₅	A ₄₅	A ₅₅	-	-
6	-	-	-	A ₄₅	A ₅₆	A ₆₆	-
7	-	-	-	-	A ₅₇	A ₆₇	A ₇₇

Onde: A₁₁, A₂₂, A_{nn}: probabilidade de uma árvore que está na classe n, continuar nesta mesma classe; A₁₂, A₂₃, A_{nn+1}: probabilidade de uma árvore que está na classe n mudar para uma classe acima n+1; A₁₃, A₂₄, A_{nn+2}: probabilidade de uma árvore que está na classe n mudar para duas classes acima n+2;

Os volumes de cada classe foram obtidos pela multiplicação da área transversal pela altura correspondente, pelo fator de forma e pela frequência simulada pelo modelo matricial de transição.

Para permitir que houvesse crescimento das árvores da última classe diamétrica, foram criadas artificialmente mais três classes diamétricas. A classe 7 compreendeu as árvores com 50-59,9 cm de DAP, a classe 8 com 60-69,9cm, a classe 9 com 70-79,9cm e a classe 10 com árvores acima de 80 cm de DAP.

Para suavizar irregularidades nas taxas de mortalidade, empregou-se a seguinte função:

$$M = 3,255186 + 468,3975 (1/DAP)$$

Onde: M = número de árvores mortas por classe de DAP.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados das medições realizadas em 1995 e 1999, construiu-se as matrizes apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

TABELA 2: Matriz de transição para araucária

Classes DAP (cm)	0 - 14	15 - 19,9	20 - 24,9	25 - 29,9	30 - 39,9	40 - 49,9	50 - 59,9	60-69,9	70-79,9	> 80
0 - 14	0,842	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15-19,9	0,119	0,842	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20-24,9	0,000	0,145	0,806	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25-29,9	0,000	0,013	0,194	0,618	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30-39,9	0,000	0,000	0,000	0,382	0,887	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40-49,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,113	0,854	0,000	0,000	0,000	0,000
50-59,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,146	0,854	0,000	0,000	0,000
60-69,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,146	0,854	0,000	0,000
70-79,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,146	0,854	0,000
> 80	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,146	1,000

TABELA 3: Matriz de transição para folhosas

Classes DAP (cm)	0 - 14	15 - 19,9	20 - 24,9	25 - 29,9	30 - 39,9	40 - 49,9	50 - 59,9	60-69,9	70-79,9	> 80
0 - 14	0,829	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
15 - 19,9	0,101	0,769	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
20 - 24,9	0,003	0,133	0,773	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
25 - 29,9	0,000	0,011	0,104	0,731	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
30 - 39,9	0,000	0,000	0,006	0,118	0,708	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
40 - 49,9	0,000	0,000	0,000	0,008	0,067	0,660	0,000	0,000	0,000	0,000
50 - 59,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,140	0,660	0,000	0,000	0,000
60 - 69,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,140	0,660	0,000	0,000
70 - 79,9	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,140	0,660	0,000
> 80	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,140	0,791

Os vetores iniciais de frequência da araucária e das folhosas, bem como os respectivos recrutamentos foram os apresentados na Tabela 4.

TABELA 4: Vetores iniciais de frequência e recrutamento

Classes de DAP (cm)	Frequência em 1995		Recrutamento 1995 a 1999	
	araucária	folhosas	araucária	folhosas
0 - 14	101	989	7	203
15 - 19,9	76	376	0	0
20 - 24,9	62	163	0	0
25 - 29,9	55	119	0	0
30 - 39,9	97	120	0	0
40 - 49,9	96	50	0	0
> 50	86	43	0	0

A partir das matrizes de transição e dos vetores de frequência inicial e recrutamento, foram simuladas as frequências para os anos de 2003, 2007, 2011 e 2015, conforme mostram as Tabelas 5 e 6.

Na Tabela 5, percebe-se a progressiva diminuição do número de árvores nas menores classes de DAP, de acordo com a simulação pelo modelo matricial. Por outro lado, verifica-se um aumento expressivo no número de árvores na maior classe diamétrica. A redução no número de árvores nas menores classes é atribuída ao baixo recrutamento da espécie. Este baixo recrutamento corresponde à realidade de florestas bem desenvolvidas do ponto de vista sucessional, como a de São João do Triunfo, onde se observe baixa regeneração natural da araucária.

TABELA 5: Frequências simuladas para os anos de 2003 a 2015 para araucária

Classes de DAP (cm)	2003	2007	2011	2015
0 - 14	84,4	78,1	72,7	68,2
15 - 19,9	74,9	73,1	70,9	68,3
20 - 24,9	60,2	59,4	58,5	57,4
25 - 29,9	41,9	38,5	36,3	34,7
30 - 39,9	112,8	116,0	117,6	118,1
40 - 49,9	91,6	91,0	90,9	91,0
> 50	113,6	126,9	140,2	153,4

Na Tabela 6, ao contrário da previamente apresentada, percebe-se um progressivo aumento do número de árvores nas menores classes de DAP, como simulado pelo modelo matricial, o que ocorre devido ao recrutamento elevado destas espécies. De modo contrário à araucária, evidenciou-se uma redução no número de árvores nas maiores classes diamétricas, o que é atribuído à alta mortalidade natural nestas classes.

TABELA 6: Freqüências simuladas para os anos de 2003 a 2015 para folhosas

Classes de DAP (cm)	2003	2007	2011	2015
0 - 14	1051,2	1074,6	1093,9	1110,0
15 - 19,9	402,4	415,6	428,1	439,6
20 - 24,9	193,2	206,0	217,8	228,6
25 - 29,9	101,8	98,8	98,2	99,0
30 - 39,9	84,6	73,1	64,7	58,7
40 - 49,9	35,3	29,8	25,4	21,9
> 50	38,3	35,2	32,0	28,9

Em consequência das prognoses de freqüência, obteve-se as estimativas futuras de volume total de madeira de fuste com casca por hectare, conforme exibem as Figuras 1 e 2, para araucária e folhosas, respectivamente.



FIGURA 1: Prognose volumétrica para araucária

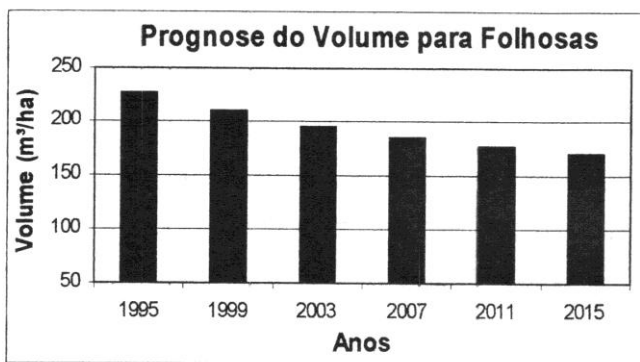


FIGURA 2: Prognose volumétrica para folhosas

Conforme observado nas figuras acima, houve um acréscimo expressivo do volume de madeira de araucária em 20 anos, passando de cerca de 240 m³/ha em 1995 a cerca de 350 m³/ha em 2015. Já no caso das espécies folhosas, o modelo estimou um decréscimo volumétrico de cerca de 230 m³/ha em 1995 para cerca de 170 m³/ha. No cômputo de ambos, a floresta apresentou um crescimento volumétrico, exatamente pelo aumento das dimensões das grandes araucárias existentes na área em apreço. Esse resultado parece coincidir com a realidade de florestas mistas de araucária e folhosas, onde a araucária, à medida que é abundante, passa a aumentar gradativamente sua dominância, pelo porte avantajado que alcança no dossel da floresta.

CONCLUSÕES

A matriz de transição é perfeitamente aplicável a florestas naturais, como a Floresta com Araucária, devido à não dependência da utilização da variável idade para efetuar prognoses e por ser um método simples e com resultados satisfatórios.

No presente estudo de caso, as folhosas apresentaram um declínio no crescimento volumétrico devido principalmente à alta taxa de mortalidade principalmente nas maiores classes diamétricas. Por outro lado,

a araucária apresentou progressivo crescimento volumétrico devido à baixa taxa de mortalidade e ao maior número de indivíduos nas maiores classes de DAP.

O presente estudo está em curso e prevê melhorias no modelo de transição ora apresentado, seja na ampliação da base de dados e na sofisticação biométrica empregada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERNARDON, S. S.; SANQUETTA, C. R. Avaliação da eficiência e precisão de métodos amostrais utilizados em inventário florestal de uma floresta natural com *Araucaria angustifolia*. In: VI EVENTO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA - EVINCL/98, Curitiba, Anais. Curitiba, p. 221, 1998.
- CARVALHO, P. E. R. **Espécies florestais brasileiras: recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira**. Colombo: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisas Florestais. EMBRAPA-CNPQ, Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 640p.
- ENRIGHT, N. e OGDEN, J. Applications of transition matrix models in forest dynamics: *Araucaria* in Papua New Guinea and *Nothofagus* in New Zealand. **Australian Journal of Ecology**, n. 4, p. 3-23. 1979.
- HOYOS, A., 1980. Processos estocásticos e previsão. In: 4º Simpósio Nacional de Probabilidade e Estatística. **Anais...** Rio de Janeiro, 1980.
- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Inventário Nacional. Florestas Nativas – Paraná e Santa Catarina**. Brasília, 1984. 345p.
- LOWELL, K. E.; MITCHELL, R. J. Modeling growth and mortality probabilistically using logistic regression. USDA Forest Service NC GTR, St. Paul, p. 708-715. 1987.
- PIZATTO, W. **Avaliação biométrica da estrutura e da dinâmica de uma Floresta Ombrófila Mista em São João do Triunfo-PR: 1995 a 1998**. Dissertação. Mestrado em Ciências Florestais. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. 1999, 170p.
- SANQUETTA, C.R. **Fundamentos biométricos dos modelos de simulação florestal**. FUFPEF – Série Didática Nº 8. Curitiba, 1996. 49p.
- SONDA, C. **A floresta no Estado do Paraná: condicionantes naturais, econômicos e sociais**. Dissertação de Mestrado. Universidade Técnica de Lisboa. Lisboa, 1996. 190p.

DIAGNÓSTICO DA BASE FLORESTAL COM PINUS NO ESTADO DO PARANÁ E NORTE DE SANTA CATARINA

QUANTIFYING PINE PLANTATIONS RESOURCES IN PARANÁ STATE AND NORTHERN SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

Carlos Roberto Sanquetta¹; Christel Lingnau²; Teddy Antonio Rayzel da Cruz³ Anabel Aparecida de Mello⁴

RESUMO

Este artigo reporta os resultados do diagnóstico da base floresta com *Pinus* no Estado do Paraná e no norte de Santa Catarina, realizado com o propósito de apresentar informações atuais e fidedignas sobre a realidade do setor florestal e do mercado de madeira na região. O trabalho foi fundamentado na delimitação das plantações em imagens de satélite Landsat TM tomadas no ano de 1999 e na aplicação de um questionário em mais de 300 empresas, responsáveis pela maior parte da produção, do consumo e da comercialização de madeira na região. Os resultados indicaram a existência de mais de 570.000 hectares plantados com *Pinus* na área de interesse. A produção de madeira roliça na área atualmente supera os 15,8 milhões de estéreos/ano, enquanto o consumo ultrapassa os 13,8 milhões de estéreos/ano. A região de maior produção é a Centro-Nordeste, com mais de 5,3 milhões de estéreos/ano, sendo também a de maior consumo, isto é, 4,7 milhões de estéreos/ano. Nos últimos três anos foram plantados cerca de 77.000 hectares com *Pinus* na área, com uma expectativa para os próximos três anos estimada em cerca de 121.000 hectares. Dez empresas florestais detêm mais de 55% da área plantada na área de interesse. Os resultados indicam que não haverá falta de madeira fina para polpa e papel e chapas de fibras e partículas nos próximos 15 anos. Já no

¹ Ph.D., Departamento de Ciências Florestais. UFPR Campus III – Jardim Botânico. Rua Lothário Meissner, 3400. Curitiba - PR, CEP 80.210-170, Brasil.

² Dra., Departamento de Ciências Florestais. UFPR Campus III – Jardim Botânico. Rua Lothário Meissner, 3400. Curitiba - PR, CEP 80.210-170, Brasil.

³ Engenheiro Florestal - FUPEF.

⁴ M.Sc. - FUPEF.

tocante à madeira de qualidade de grandes bitolas, estima-se um déficit já a partir de 2003 a 2004. Concluiu-se que incentivo, os programas de fomento e desenvolvidos não região, não irão reverter o quadro de déficit no curto prazo e que o setor e o Estado precisam se organizar, com vistas a desenvolver um programa de manejo estratégico dos povoamentos de *Pinus* na região.

Palavras-chave: *Pinus*, diagnóstico florestal.

ABSTRACT

This paper shows the results of a study entitled quantifying pine plantations resources in Paraná State and northern Santa Catarina State, Brazil, which was carried out to provide up-to-date and reliable information on the forest sector in the region. The work was based on identifying the plantations in Landsat TM satellite images taken in 1999 and in the application of a questionnaire in more than 300 companies, responsible for most of the production, of the consumption and of the wood commercialization in the area. The results indicated the existence of more than 570,000 hectares of pine plantations in the study area. The production of roundwood in the area now nowadays overcomes the 15.8 million st/year, while the consumption surpasses the 13.8 million st/year. The largest production area is the Center-northeast, with more than 5.3 million st/year, which is also one the largest in consumption, i.e., 4.7 million st/year. Plantations established in the last three years totaled about 77,000 hectares, with an expectation for next three years estimated in about 121,000 hectares. Ten forest companies represent more than 55% of total planted area. The results indicate that there will not be lack of pulplogs and logs for fiberboards and particleboard usage in the next 15 years. On the contrary, there is a strong evidence of lack of raw material for timber for sawmill and veneer production, starting approximately in 2003 and 2004. It was concluded that forest programs carried out by the government as well as by the private sector have not been enough to revert the deficit of raw material in short term. Furthermore, it was identified the need of the forest sector to develop a strategic management plan in order to avoid more serious implications to the wood industry of the region.

Key words: *Pinus*, quantifying.

INTRODUÇÃO

O Brasil é um país com potencial para se tornar um dos maiores produtores de bens e serviços com origem na floresta. Esta potencialidade é especialmente notável quando se pondera a grande produtividade das plantações florestais estabelecidas nas regiões Sul e Sudeste. No Sul do Brasil, e especialmente no Estado do Paraná, as espécies subtropicais do gênero *Pinus* têm sido tradicionalmente as preferidas pelas empresas que processam madeira mecanicamente e também por aquelas do ramo de processamento de fibras e partículas.

A orientação de investimentos empresariais e a formulação de políticas públicas do setor florestal passam necessariamente pela disponibilidade de informações fidedignas acerca da realidade da região objeto. A extensa área do pólo florestal do Estado do Paraná e do Norte Catarinense possui marcante vocação para a silvicultura de *Pinus*, representando atualmente mais de 95% da produção florestal, em um raio superior a 200 km, partindo-se do seu centro. Desafortunadamente, informações atualizadas e confiáveis sobre as características dos maciços existentes e das empresas que atuam nessa região não estão disponíveis.

Com o intuito de contribuir com a geração de informação acerca da real situação da base florestal com *Pinus* na região alvo, o Curso de Engenharia Florestal, através do Laboratório de Inventário Florestal e Biometria, com apoio da Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - FUFPEF, realizou um diagnóstico da base florestal com *Pinus* no Estado do Paraná e no Norte Catarinense. Este artigo apresenta os principais resultados alcançados pelo diagnóstico.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

De acordo com informações da Sociedade Brasileira de Silvicultura, conforme citado por BRANDÃO (1997), atualmente a área plantada com espécies do gênero *Pinus* no Brasil é estimada em 1.690.160 hectares. Deste montante, o Paraná detém 605.130 hectares, o que corresponderia, em termos percentuais, a 35,80% da área total plantada. Outros Estados que possuem extensas áreas plantadas com *Pinus* são os seguintes: Santa Catarina (348.960 hectares), São Paulo (202.012 hectares), Minas Gerais (143.407 hectares), Rio Grande do Sul (136.800 hectares) e Bahia (86.349 hectares).

Já de acordo com IAP (2000), a base florestal paranaense totaliza atualmente 405.000 hectares, o que significa um valor muito inferior ao reportado pela SBS, conforme previamente citado. As estatísticas do IAP estão fundamentadas no sistema estatal de reposição florestal do Paraná (SERFLOR), o qual detém uma extensa base cadastral de empresas que processam madeira de *Pinus* e, por consequência, dependem do respaldo oficial para obtenção das autorizações de corte. As informações do IAP são confiáveis e atualizadas, mas deixam de considerar os povoamentos que não têm sido manejados regularmente e, por conseguinte, não deram entrada no SERFLOR.

O Estado do Paraná, um dos mais tradicionais no setor florestal, infelizmente não possui um sistema de inventário florestal, nos moldes daquele conduzido no Rio Grande do Sul. Por isso, muitas informações publicadas sobre a base florestal do Estado advêm de levantamentos indiretos e, por vezes, não fidedignos. O último inventário, dos reflorestamentos nos Estados do Sul, data do início da década de oitenta (IBDF, 1984). Seguramente, regiões que têm sua economia calcada na produção florestal, como o Paraná, se ressentem muito da falta de informação oficial atualizada e confiável sobre a atual realidade do setor florestal produtivo. Esta falta de informações confiáveis e atuais sobre o setor florestal tem provocado inúmeros prejuízos, como a fuga de novos potenciais investidores, incertezas na ampliação industrial instalada, desorganização fundiária e infra-estrutural, desperdícios, menor nível de emprego, entre outros.

MATERIAL E MÉTODO

O presente estudo foi realizado na área indicada na Figura 1. Esta área encerra praticamente todo o eixo de plantações florestais do Estado do Paraná e parte considerável da porção norte do estado de Santa Catarina.

O estudo consistiu primeiramente em obter imagens de satélite Landsat TM recentes da área de estudo e imprimir-las realçando os povoamentos de *Pinus* via computador. As imagens realçadas foram então preparadas em quadriculas, visando apoiar os trabalhos em campo.

Os trabalhos de campo consistiram em aplicar um questionário nas principais empresas florestais da região objeto do levantamento. O questionário contemplou basicamente as seguintes informações:

- Nome da empresa;
- Nome da pessoa de contato;

- Cargo da pessoa de contato;
- Endereço;
- E-mail;
- Telefone;
- Fax;
- Município;
- Acesso principal;
- Data da entrevista;
- Receptividade à entrevista.

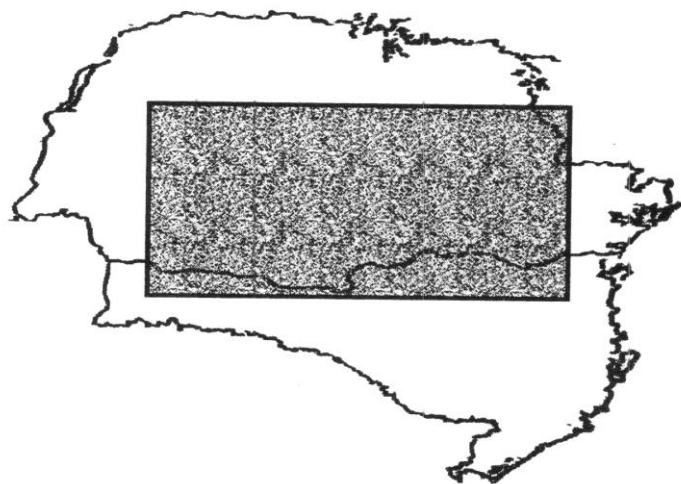


FIGURA 1: Área do diagnóstico

Campos adicionais foram preparados para tomada são seguintes variáveis:

- Volume de madeira roliça produzida por ano, em estéreo (st);
- Volume de madeira roliça consumida por ano (st);

- Volume de madeira roliça comercializada por ano (st);
- Grau de verticalização da empresa (reflorestamento, comércio e indústria);
- Área plantada com recursos próprios, com idades inferiores a 10 anos, entre 10 e 20 anos, entre 20 e 30 anos e com idades superiores a 30 anos;
 - Área plantada através das facilidades advindas da política de incentivos fiscais, com idades inferiores a 10 anos, entre 10 e 20 anos, entre 20 e 30 anos e com idades superiores a 30 anos;
 - Área total plantada pela empresa, com idades inferiores a 10 anos, entre 10 e 20 anos, entre 20 e 30 anos e com idades superiores a 30 anos;
 - Área plantada nos últimos 3 anos;
 - Perspectiva de área a ser plantada nos próximos 3 anos;
 - Objetivo principal da madeira na empresa (processamento de fibras e partículas, madeira sólida de maior valor agregado com nós e sem nós e *mix*);
 - Densidade inicial de plantio mais adotada pela empresa;
 - Densidade final mais adotada pela empresa antes do corte final;
 - Número e tipo de desbaste praticados, se algum;
 - Número e tipo de poda praticados, se alguma;
 - Incremento médio anual;
 - Localização da empresa na imagem de satélite;
 - Outras observações julgadas pertinentes de anotação.

Os dados coletados foram então transferidos para um cadastro, vinculado à informação patrimonial obtida em apontamentos feitos na imagem de satélite impressa em papel. Como produtos finais do trabalho foram gerados os seguintes materiais:

- Arquivo computacional com o cadastro das principais empresas florestais da área de estudo;
- Relatório da síntese analítica das áreas plantadas por regiões geo-econômicas (própria, incentivada e total; separadas em classes etárias de 10 em 10 anos);
- Relatório da síntese analítica dos dados de produção, consumo e comercialização de madeira roliça;

- Relatório de avaliação das principais características silviculturais das plantações (manejo, desbastes, podas, incrementos, etc.)
- Relatório de avaliação das principais características de verticalização das empresas do setor;
- Carta-imagem não corrigida, com localização dos povoamentos de *Pinus* e seus detentores.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os principais resultados alcançados pelo diagnóstico e analisados no presente trabalho são os seguintes:

Como primeiro resultado do estudo, obteve-se que a área total coberta com maciços de *Pinus* existente na região de interesse totaliza 570.000 hectares, cujos povoamentos estão localizados principalmente, por ordem de importância, nas seguintes regiões:

- Centro-Nordeste (Ponta Grossa e pólo papelero de Telêmaco Borba, Arapoti e Jaguariáiva), totalizando 188.989 hectares;
- Canoinhas (região do Contestado), com 89.765 hectares;
- Curitiba (município de Curitiba, Região Metropolitana e Vale do Ribeira), com 133.845 hectares;
- Guarapuava (Centro-Oeste), com 60.606 hectares;
- União das Vitórias (região sul do Estado), com 38.827 hectares;
- Sudoeste (região de Palmas, Pato Branco, Clevelândia, Chopinzinho até Quedas do Iguaçu);
- Irati (região Centro-Sul, Prudentópolis, Imbituva, Ivaí, Ipiranga, Palmeira, Mallet), com 28.766 hectares.

As empresas florestais calcadas na madeira de *Pinus*, atuam em maior número no processamento mecânico da madeira, e em menor número mas em grande expressão em termos de produção e consumo, no mercado de polpa e papel. Entre as empresas com maior área plantada, destacaram-se as seguintes:

- Klabin Paraná Papéis S.A.: 83.099 hectares;
- Pisa Florestal S.A.: 56.830 hectares;
- Mobasa - Modo Battistella Reflorestadora S.A.: 31.108 hectares;
- Inpapel - Indústria de Papel Arapoti S.A.: 22.600 hectares

- Placas do Paraná S.A. – Agroflora: 22.544 hectares;
- Comfloresta – Companhia Catarinense de Empreendimentos Florestais: 21.200 hectares;
- Manasa - Madeireira Nacional S.A.: 19.500 hectares;
- Banestado S.A. Reflorestadora: 18.934 hectares;
- Berneck Aglomerados S.A.: 18.900 hectares;
- Empreendimentos Florestais Paraná Ltda. (Cocelpa): 15.767 hectares.

Outra importante informação diz respeito à expectativa de plantio para os próximos três anos. Nesse sentido, o diagnóstico revelou que a existe uma expectativa natural de se plantar mais de 121.000 hectares na área alvo de interesse nos próximos anos, seja em substituição a áreas de corte raso ou para expansão da área plantada. Esse é o montante com o atual cenário, o qual deverá sofrer modificações caso o Governo do Paraná desencadeie um novo e arrojado programa de incentivos à atividade florestal nos próximos anos. Entretanto, com o atual quadro, estima-se que a área hoje plantada está muito aquém da necessária para atender a crescente demanda pela madeira de *Pinus*. Os programas governamentais de reposição florestal devem promover um incremento na área a ser plantada nos próximos anos, revertendo a situação de déficit no médio prazo. Todavia, no curto prazo, não devem surtir efeito sobre a tendência de falta de madeira nos próximos 5 anos, principalmente no tocante à madeira de grandes dimensões e de alta qualidade.

Segundo os resultados do diagnóstico, o perfil silvicultural dos maciços florestais pode ser definido em função de suas classes etárias e da região onde se encontram: os plantios mais velhos, estabelecidos na época dos incentivos e que foram desbastados apropriadamente são aqueles atualmente responsáveis pela produção de madeira de qualidade. Como a maioria dos plantios antigos não sofreu desbastes dentro de uma cronologia adequada, nem tampouco podas, a oferta de madeira de alta qualidade se constitui a grande preocupação do mercado. A madeira de qualidade hoje está mais disponível na região Centro-Nordeste. Ainda, pode-se afirmar que os plantios mais jovens foram estabelecidos com melhor material genético e dentro de técnicas de manejo mais apropriadas. À medida que estes povoamentos passem a produzir madeira de grandes dimensões, o que ainda não é o caso, haverá perspectivas de oferta mais equilibrada de madeira para processamento mecânico, sobretudo para laminados.

O diagnóstico mostrou que o mercado de madeira na região está aquecido e é provável que permaneça assim por um razoável período de tempo. Entretanto, como esse setor é altamente dependente do mercado externo e da situação macroeconômica nacional e internacional, incertezas podem se verificar, modificando o quadro que hoje se configura. Todavia, como o mercado sinaliza para déficit de matéria-prima, pode-se afirmar que a expectativa do comércio de madeira roliça seja altamente alvissareira nos próximos anos para que detém povoamentos manejados adequadamente para o fornecimento de madeira de qualidade.

Os resultados dos levantamentos sugerem que os preços de madeira estão variando atualmente em: cerca de R\$ 10,00/m³ (madeira para energia), R\$ 20,00 (madeira para celulose), R\$ 40,00 (madeira para serraria) e R\$ 60,00 (madeira para lâminas), considerando preços da madeira carregada na floresta, sem levar em conta custos com frete, o que significa uma reação muito favorável ao setor em termos de preços, em comparação aos valores praticados nos anos anteriores.

O trabalho ainda revelou que a produção das empresas entrevistadas é de 15.800.000 estéreos/ano, contra um consumo de 13.700.000 estéreos (base 1999), havendo, portanto, um superávit de matéria-prima da ordem de 2.100.000 st/ano. Entretanto, há uma forte tendência de falta de madeira de qualidade. Algumas regiões, como a Sudoeste e de Irati, já apresentam déficit de matéria-prima.

Outra informação gerada diz respeito ao estoque de madeira existente. Nesse sentido, o levantamento indicou que o estoque em pé existente com diâmetros acima de 18 cm em toda a região trabalhada deve superar os 117 milhões de metros cúbicos, o que seria suficiente para abastecer o mercado de processamento mecânico por cerca de 12 anos, desconsiderando o mercado de madeira para celulose e chapas, bem como outros segmentos que utilizam somente madeira fina.

Simulações feitas com um modelo matemático alimentado com os dados coletados nas empresas florestais indicam que a falta de madeira de qualidade venha realmente a se confirmar nos próximos 5 anos, porque a iniciativa de reflorestamento não foi tomada no momento certo. Somente agora, num momento favorável do mercado, é que as empresas, principalmente as de porte médio, passaram a se preocupar em preparar novas áreas para o plantio. Em decorrência dessa situação, muitas empresas têm recentemente investido em programas de expansão de sua base florestal. A maioria destas empresas pretende ampliar sua área plantada,

devido ao aumento do consumo e da falta de matéria-prima, que já vem se configurando no mercado, sobretudo no que concerne à madeira de alta qualidade para processamento mecânico.

Vê-se na Figura 2, elaborada a partir do cenário atual configurado a partir das informações das próprias empresas do setor, que no que concerne à madeira fina (abaixo de 18 cm com casca na ponta fina), usada principalmente para fins de processamento de fibras e partículas (polpa e pape e chapas), não deverá haver déficit nos próximos 15 anos. As curvas de produção (oferta) versus demanda (consumo) mostram uma inclinação mais forte para a segunda, indicando uma elevação relevante no consumo e, em menor escala, na produção. Contudo, evidencia-se que não haverá falta de madeira fina no mercado.

Já no que concerne à madeira de maiores dimensões, usada principalmente para serrados e laminados, a situação é preocupante. O cruzamento das curvas, previsto para 2003 a 2004, alerta que, se não houver uma alteração importante no quadro atual, certamente haverá falta de madeira no mercado regional, devendo os consumidores se preocuparem em fonte alternativas de suprimento. A Figura 2 mostra claramente a situação de déficit prevista para daqui há três ou quatro anos, o que coincide aproximadamente com as previsões feitas por RAMOS (1993).

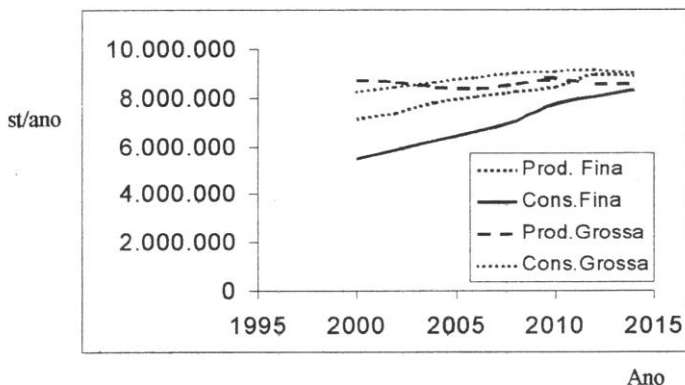


FIGURA 2: Tendência na oferta e consumo de madeira roliça de *Pinus* até 2015 na área de estudo

CONCLUSÕES

As conclusões do presente trabalho foram as seguintes:

A área com plantações de *Pinus* na região é inferior à divulgada e aceita amplamente pelo setor, atingindo cerca de 570.000 hectares.

Atualmente há um superávit de madeira roliça, principalmente de madeira de pequenas dimensões;

Existe forte tendência de falta de madeira de grandes dimensões e de qualidade nos próximos quatro anos, o que não é o caso de madeira fina.

Os programas de fomento e incentivo ao plantio de árvores, desenvolvidos tanto pelos órgãos de governo como os de iniciativa privada, não reverterão a tendência de déficit de madeira para processamento mecânico no curto prazo.

Ações governamentais ou de entidades representativas do setor florestal devem ser tomadas visando estabelecer um programa de regulação e de manejo estratégico para as plantações de *Pinus* na região do trabalho, sem o qual muitas pequenas e médias empresas passarão por sérias dificuldades.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRANDÃO, L.G. Desafio florestal brasileiro. **Revista Silvicultura**, São Paulo-SP, v. 18, n. 33, p. 23-29, 1997.
- IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ. **Política estadual de desenvolvimento florestal**. Curitiba-PR, 2000. 14p.
- IBDF - INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL. **Inventário Nacional**. Reflorestamentos – Paraná e Santa Catarina. Brasília-DF, 1984. 283p.
- RAMOS, A.A. Perspectivas qualitativas e econômicas da produção florestal em sucessivas rotações. In: I Congresso Florestal Panamericano e VII Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba-PR, *Anais*. p. 177-189, 1993.

CRESCIMENTO EM ALTURA DE *Pinus elliottii* ENGELM, EM TRÊS UNIDADES DE MAPEAMENTO DE SOLO, NAS REGIÕES DA SERRA DO SUDESTE E LITORAL, NO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, BRASIL

HEIGHT GROWTH OF *Pinus elliottii* IN TREE TAXONOMY UNITS SOIL IN SERRA DO SUDESTE AND COASTAL PLAIN AT RIO GRANDE DO SUL STATE-BRAZIL.

Helio Tonini¹; Cesar Augusto Guimarães Finger²;
Paulo Renato Schneider²; Peter Spathelf⁴

RESUMO

Realizou-se um estudo do crescimento em altura dominante de *Pinus elliottii* em povoamentos com idades entre 18 e 21 anos, localizados em três Unidades de Mapeamento de solo, em quatro municípios, nas unidades de relevo Serra do Sudeste e Planície Gaúcha, no Estado do Rio Grande do Sul. Foram locadas 42 amostras, com o uso do relascópio de Bitterlich, nas quais coletou-se 42 árvores dominantes, definidas pelo conceito de Pollanschütz, em diferentes posições de relevo e classes de produtividade. Os pares de dados altura e idade, oriundos de análise de tronco, foram ajustados pelo modelo de Richards (1959) com três coeficientes, através do qual pode se verificar que o relevo não foi um bom indicador de sítio, uma vez que árvores que cresciam na mesma posição topográfica apresentaram diferentes tendências de crescimento. A construção de curvas de índice de sítio para cada local, indicou que a tendência de crescimento entre os locais estudados foi semelhante, o que permitiu o agrupamento dos mesmos e a geração de um único conjunto de 9

¹ Engenheiro Florestal, M.Sc. pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS

² Engenheiro Florestal, Dr., Professor do Departamento de Ciências Florestais Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS

³ Engenheiro Florestal, Dr., Professor visitante no Programa CAPES/DAAD., Centro de Ciências Rurais, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, CEP 97105-900, Santa Maria, RS.

curvas monomórficas para os índices de sítio de 6 a 30 metros, tendo como idade de referência 18 anos. Apesar de apresentarem a mesma tendência de crescimento, observou-se uma superioridade no crescimento em altura para os povoamentos localizados na Serra do sudeste em comparação aos localizados no litoral, onde foram encontrados os piores sítios. A comparação da presente classificação com as de outra regiões, como as feitas por SCOLFORO & MACHADO (1988), para os Estados de Santa Catarina e Paraná; BRASIL (1989), para as Florestas Nacionais de Passo Fundo e São Francisco de Paula RS, BRASIL (1989), e SELLE (1993 no Rio Grande do Sul, indicaram que as curvas de crescimento altura/idade não apresentaram a mesma forma. No entanto o comportamento em relação as curvas de índice de sítio feitas por BRASIL (1989), para a região de São Francisco de Paula mostrou-se semelhante, havendo somente diferença de nível entre as mesmas.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, sítio, crescimento, altura dominante.

ABSTRACT

It was carried out a growth study in dominant height of *Pinus elliottii*'s Stands with ages between 18 to 21 years, situated in three taxonomi soil units at four municipals district in Serra do Sudeste and coastal plain in Rio Grande do sul State. Forty Two sample units were located with Bitterlich's relascope and were cut down forty two top height trees following the Pollanschütz concept, at different slopes and productivity categories. The Height/age data from stem analysis were fitted with three factors Richard's model (1959), Where had noticed that the trees wich are growing in the same slope gradient hadn't the same growing curves pattern. The site index curves built to each locality in this study showed that the growth pattern among the localities studied was similar and allowed the gruping in only nine index curves, respectively for the site index from 6 to 30, with a index age at 18 years. Although the same growth pattern, it was noticed a superiority on height growth on stands situated at Serra do Sudeste while in the coastal plain it was noticed the worst sites. The accuracy comparasion of this site classification with the ones obtained in others regions by SCOLFORO & MACHADO (1988), in Santa Catarina and Parana States; MARCOLIN (1990) on the second upland Paranaense; BRASIL (1989) to the National Forest of Passo Fundo and São Francisco de Paula (RS) and SELLE (1993) to Cambara do Sul in Rio Grande do Sul

State, showed that the growth curves height/age didn't show the same pattern. A same growth curves pattern was noticed in São Francisco de Paula in site index curves done by BRASIL (1989) where there were only level differences among ones.

Key words: *Pinus elliottii*, site, growth, height

INTRODUÇÃO

Segundo a Associação Gaúcha de Empresas Florestais AGEFLOR (1991), a área total de florestas implantadas no estado é de 480.000 hectares, desta, o gênero *Pinus* cobre uma área de cerca de 180.000 hectares e distribuí-se principalmente nas regiões da Serra do Nordeste, Litoral e Serra do Sudeste, onde contribui com cerca de 701.400 metros cúbicos serrados por ano, sendo que a Serra do Sudeste e o Litoral contribuem com cerca de 43% deste volume (301.200 m³).

As regiões fisiográficas denominadas de Serra do Sudeste, Depressão Central e grande parte do Litoral localizam-se na chamada metade sul do Estado, que consiste em uma linha imaginária, traçada no decorrer deste século, que divide o Rio Grande do Sul em municípios ricos e pobres.

Com uma área de 124.877 Km², que corresponde a 46,34% do território do Estado do Rio Grande do Sul, a metade sul não alterou significativamente o seu perfil econômico nos últimos noventa anos. Os municípios desta região diminuíram seus principais indicadores sócio econômicos, sendo que entre 1982 e 1996, a participação da metade sul no conjunto de riquezas produzidas pelo estado (PIB), caiu cerca de 0,5% ao ano.

A competição decorrente da integração do Mercado Comum do Sul (Mercosul) expôs de forma mais acentuada a vulnerabilidade da produção primária, que é a atividade econômica dominante na região. Tal fato levou os governos federal e estadual a destinarem recursos a serem investidos em obras de infra-estrutura e fomento a produção, sendo que uma das estratégias para reverter este quadro de estagnação deve prever não somente as atividades tradicionais, mas buscar a diversificação. Neste quadro o reflorestamento certamente é uma alternativa viável para a região.

A necessidade de diversificação, possibilidade de abertura de novos mercados, necessidade de novos investimentos aliados a uma indústria de base florestal já estabelecida, justificam estudos sobre o

crescimento em função do sítio para a Serra do Sudeste e o Litoral, uma vez que tratam-se de regiões com grandes áreas aptas ao reflorestamento.

Segundo CARMEAN (1970), o índice mais utilizado para determinar a produtividade de uma área florestal é o índice de sítio, que é uma expressão da qualidade do sítio baseada na altura das árvores dominantes e codominantes em uma determinada idade índice.

Para CLUTTER et al., (1983) os dados para o desenvolvimento de equações de índice de sítio são obtidos basicamente de três fontes : medições de alturas em parcelas temporárias; medições de alturas em parcelas permanentes; reconstrução da relação altura/idade para árvores individuais através de técnicas de análise de tronco. No primeiro caso, parcelas temporárias são locadas na população de interesse, e a altura de árvores apropriadas em uma determinada idade são medidas em cada parcela. As parcelas temporárias são consideradas o método mais barato de obtenção de dados para a confecção de curvas de índice de sítio, porém o uso destes dados envolvem o pressuposto que todos os índices de sítio estão representados em todas as classes de idade, o que geralmente é falso e faz com que a predição possa apresentar sérias imprecisões, pois sítios bons produzem volume mais rapidamente do que sítios ruins, portanto atingem um determinado volume mais cedo, o que implica em uma rotação mais curta. Como resultado os piores sítios estão super representados nas maiores classes de idade.

As remediações de parcelas permanentes oferecem os melhores dados para o desenvolvimento de curvas de índice de sítio, no entanto a obtenção dos dados desta forma é bastante dispendiosa, sendo que os mesmos ficam disponíveis somente após um determinado período de tempo a partir da instalação das parcelas. A análise de tronco proporciona dados com praticamente a mesma qualidade dos obtidos por parcelas permanentes. Os custos também são considerados altos, no entanto os dados podem ser utilizados imediatamente (CLUTTER et al. 1983).

Para GIRARDIN & BROQUEN (1995), os povoamentos que devem ser eleitos, a fim de que se possa utilizar a altura dominante como indicadora das condições de sítio devem atender aos seguintes pré requisitos: A população a ser amostrada não deve se encontrar no estado juvenil de crescimento, pois neste estágio o crescimento é muito variável e pode ser afetado por outros fatores que não a qualidade do sítio. Nesta fase não tem sentido a utilização do volume como variável de importância; as densidades não devem ser extremas, entre 900 e 2500 árvores por hectare,

de forma que garanta que não afetem a altura dominante; práticas silviculturais que tenham removido árvores dominantes não devem ter sido realizadas; o estado sanitário deve ser bom, e as árvores dominantes não podem ter sofrido danos severos.

Segundo MARIO (1997), as curvas de índice de sítio podem ser monomórficas ou polimórficas. As curvas monomórficas caracterizam-se por apresentar a mesma forma e guardar a mesma proporção para as diferentes classes de índice de sítio. Já as curvas polimórficas apresentam diferentes formas para cada classe de sítio e não guardam proporção nestas classes, sendo que estas podem tomar a forma de curvas polimórficas articuladas e não articuladas.

Para o autor em uma família de curvas articuladas a relação de proporcionalidade não se mantém e estas não chegam a cruzar-se dentro da amplitude da idade de interesse. Já nas curvas polimórficas não articuladas ao menos duas curvas cruzam-se dentro da amplitude dos dados de interesse.

DAVIS (1966), CARMEAN (1970), SPURR & BARNES (1973) entre outros, afirmaram que assumir que a forma de crescimento em altura é a mesma para todas as classes de sítio, nem sempre é verdadeiro, e pode levar a erros de estimação, pois as árvores podem ter curvas altura/idade bastante diferentes e mesmo assim atingir a mesma altura (e índice de sítio) na idade índice.

Para BARROS et al. (1986), o poder de previsão de produtividade do índice de sítio é bastante baixo, devido a ser um método desenvolvido e aplicado inicialmente em regiões onde os sítios apresentavam maior potencial para a manutenção da produtividade; onde o manejo florestal não é tão intensivo quanto no Brasil; onde os solos são de baixa fertilidade natural e onde uma porção considerável dos nutrientes está imobilizada na biomassa.

Avery e Burkhart apud SCOLFORO & MACHADO (1988b), afirmaram que o índice de sítio não é uma constante, mudando periodicamente devido a variações ambientais e climáticas, sendo que o seu valor para uma determinada espécie, não pode ser utilizado como índice para diferentes espécies no mesmo sítio.

Os autores também citam como limitações do índice de sítio, a dificuldade em se determinar a idade exata do povoamento, onde pequenos erros podem causar grandes mudanças no valor do índice de sítio; o fato de o conceito de índice de sítio não ser apropriado a florestas naturais; os

efeitos da densidade no povoamento não serem considerados, exceto pela seleção de árvores em povoamentos bem estocados, que não tenham sido afetados pela supressão passada; e outras variáveis associadas com o volume do povoamento (dap, forma do tronco), não serem levadas em consideração.

No entanto, mesmo com algumas limitações, o índice de sítio é o método, mais universalmente utilizado para definir a potencialidade dos sítios florestais; e assim o será, até que métodos que conjuguem a soma de fatores ambientais possam ser traduzidos de forma numérica acessível aos usuários do setor (NETO et al., 1996).

Este trabalho teve como objetivos:

Descrever o crescimento em altura em função da idade nas três unidades de mapeamento.

Comparar o crescimento em altura nas três unidades de mapeamento e verificar a possibilidade de seu agrupamento.

Comparar as curvas de índice de sítio obtidas neste estudo com curvas feitas para outras regiões do Estado e para outros Estados da federação.

MATERIAL E MÉTODO

Caracterização da área em estudo.

As áreas selecionadas para a realização deste estudo, situam-se nos municípios de Encruzilhada do Sul, Piratini, Palmares e Mostardas no Rio Grande do Sul. Os municípios de Encruzilhada do Sul e Piratini localizam-se sob a unidade de relevo Planalto Sul Rio Grandense, que segundo HERRMANN & ROSA (1990), apresenta uma estrutura geológica formada por rochas pré-cambianas, apresentando relevos intensamente dissecados e fracamente dissecados.

Os municípios de Palmares do Sul e Mostardas localizam-se na Planície Gaúcha, mais especificamente na Planície Marinha, onde segundo HERRMANN & ROSA (1990) as ações marinha e eólica são mais evidentes, com a presença de dunas, terraços marinhos, planícies arenosas e cordões de restinga.

A área em estudo no município de Encruzilhada do Sul, segundo BRASIL (1973), pertence a Unidade de Mapeamento Ibaré. Esta unidade de mapeamento de solo caracteriza-se por apresentar solos litólicos eutróficos

com mais de 15 cm de espessura, bem drenados, com textura média e desenvolvidos a partir de xisto.

A área em estudo no município de Piratini, é classificada por BRASIL (1973), como unidade de mapeamento Pinheiro Machado. Esta unidade de mapeamento é constituída predominantemente por solos litólicos distróficos, bem drenados, de coloração escura, apresentando textura média, com porcentagens elevadas das frações mais grosseiras (areia grossa e cascalhos), sendo derivado de granito.

Nos municípios de Palmares do Sul e Mostardas, as áreas foram classificadas por BRASIL (1973), como pertencentes a Unidade de Mapeamento Curumim. Os solos nesta unidade são formados por areias quartzosas hidromórficas distróficas, profundos, mal a imperfeitamente drenados, derivados de sedimentos arenosos costeiros. São considerados fortemente ácidos, com soma e saturação de bases baixa e com teores altos de alumínio trocável.

O clima predominante nas áreas em estudo, segundo NIMER (1990) é do tipo Köpen Cfa (mesotérmico subtropical com verões quentes e sem estação seca)

Processo de amostragem e obtenção dos dados

Os dados utilizados neste estudo, foram obtidos em povoadamentos implantados com *Pinus elliottii*, distribuídos sobre idades que variaram de 18 a 21 anos, localizados na Serra do Sudeste e litoral, no Rio Grande do Sul. Foram coletadas 42 árvores dominantes, totalizando 730 pares de dados altura e idade.

Nos municípios de Encruzilhada do Sul e Piratini as árvores dominantes selecionadas foram coletadas seguindo um gradiente de declividade: árvores de platô, árvores de encosta superior e intermediária e árvores de baixada. No litoral as árvores foram coletadas seguindo um critério de produtividade, sobre áreas consideradas de boa, média e baixa produtividade.

As unidades amostrais temporárias (amostras de contagem angular) foram feitas com o auxílio do relascópio de Bitterlich de banda estreita, e as árvores dominantes foram definidas segundo o conceito de Pollanschütz, descrito por Finger (1992), como a altura média de Lorey das maiores árvores, correspondentes a 12 m² de área basal por hectare, tomados a partir das maiores árvores.

Os pares de dados altura e idade foram obtidos por análise de tronco, onde as árvores amostras após sua derrubada e desgalhe tiverem sua altura total medida com trena. As posições de retirada das fatias foram marcadas com giz e seguiram o seguinte procedimento: a primeira fatia foi retirada a 0.10 m de altura, seguida de 0.50 m e 1.30 m (dap), após estas, as fatias foram retiradas com mais ou menos 1.5 m de distância entre as mesmas procurando-se evitar os nós e os erros causados pelas deformações por eles provocados.

Efetuada a retirada, identificação e acondicionamento das fatias, as mesmas foram secas em estufa por aproximadamente 36 horas, em baixa temperatura (40°C), posteriormente procedeu-se o lixamento na face superior e medições dos anéis. Os pares de dados altura/ idade foram obtidos com a utilização do software ANATRO, desenvolvido por SCHNEIDER (1984).

Procedimento utilizado para a construção das curvas de índice de sítio para as localidades em estudo.

O modelo utilizado para ajustar os dados de altura e idade para cada árvore dominante amostrada foi o de RICHARDS (1959) com três coeficientes, onde obteve-se 42 regressões. Este modelo é expresso por :

$$h_{dom} = A \times \left(1 - e^{(-k \times t)}\right)^{1/(1-M)}$$

Onde: h_{dom} = altura dominante; t = idade; A, K, M = coeficientes do modelo.

O ajuste deste modelo foi feito com o uso do Software SPSS (1996). A análise da precisão do modelo para cada árvore foi feita analisando-se a significância dos coeficientes, o coeficiente de determinação, o erro padrão de estimativa e análise dos resíduos.

Após o ajuste da função de Richards para cada árvore, com o uso do pacote estatístico SAS (1993), utilizou-se a análise de covariância para detectar diferenças em inclinação e níveis entre as curvas das árvores localizadas na mesma região e unidade de mapeamento. Na análise de covariância padrão primeiramente testa-se a hipótese da não diferença de

inclinação. Se não existir evidência de diferença de inclinação a hipótese da não diferença de níveis é testada.

Para a construção das curvas de índice de sítio utilizou-se os coeficientes médios K e M para cada local e estimou-se o coeficiente A. Este é obtido pela transformação do modelo matemático para uma altura desejada na idade índice, conforme apresentado por FINGER (1991):

$$A = \frac{IS}{\left(1 - e^{(-K \times t)}\right)^{1/(1-M)}}$$

Onde: A=Assintota calculada; IS=Índice de sítio; K,M=Coefficientes; t=Idade índice (18 anos); e = base do logaritmo natural.

Para a delimitação das curvas de índice de sítio, foram utilizados dados de 318 parcelas temporárias, oriundas de inventários florestais realizados nestas regiões. A comparação das tendências de crescimento entre os locais estudados foi feita com a utilização da análise de covariância e análise gráfica entre as curvas de índice de sítio construídas para cada local estudado.

Para se testar a confiabilidade e a estabilidade na construção das curvas, comparou-se graficamente as alturas reais com as curvas de índice de sítio para todas as árvores amostradas individualmente.

As comparações entre as curvas de índice de sítio feitas para as áreas em estudo, com outros estados e regiões foram feitas através de análise gráfica com base nos trabalhos de SCOLFORO & MACHADO (1988), BRASIL (1989 a e b), MARCOLIM (1990) e SELLE (1993). Para se fazer as comparações, as curvas obtidas pelos autores acima descritos foram recalculadas para uma idade índice de 18 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ajuste do modelo matemático

O ajuste do modelo de Richards com três coeficientes para as 42 árvores dominantes utilizadas como amostra nos locais de estudo mostram que o modelo apresentou altos coeficientes de determinação explicando 99% da variação total pela regressão. A análise do erro padrão de estimativa

em porcentagem indicou que a dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão foi pequena, ficando entre 0,98 e 10,56.

A análise gráfica dos valores observados e estimados, indicou que o ajuste do modelo ao longo de toda a amplitude dos dados observados não foi tendencioso, o que é de grande importância para a confiabilidade das estimativas.

Estudo das tendências de crescimento

A técnica de análise de covariância utilizada para verificar se haviam diferenças de inclinação entre árvores localizadas dentro de um mesmo local ou unidade de mapeamento de solo, mostrou conforme as Tabelas 1, 2 e 3 haver diferenças tanto em nível (árvore), como em inclinação (idade* árvore), para todos os locais estudados, uma vez que a hipótese de igualdade de inclinação das curvas de crescimento é rejeitada em nível de 5% de erro.

Na tentativa de formar grupos de árvores com mesma tendência de crescimento, que poderiam indicar a necessidade de se fazer curvas separadas para determinadas posições de relevo (Encruzilhada do sul e Piratini) e áreas de mesma classe de produtividade (Palmares do Sul e Mostardas), utilizou-se o teste de Tukey. No entanto o agrupamento formado não foi consistente pois além de incluir árvores em mais de um grupo, a análise gráfica indicou cruzamentos das tendências de crescimento entre árvores não significativas, que deveriam ser paralelas.

TABELA 1: Análise de covariância para as árvores dominantes localizadas em Encruzilhada do Sul.

FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Árvore	15	325.2943	21.6863	64.36	0.0001
Idade*árvore	16	69.2433	4.3277	12.84	0.0001
Modelo	34	13441.2281	395.3302	1173.4	0.0001
Erro	259	87.2713	0.3369		
Total	293	13528.4995			

Sendo: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio; F: Valor de F calculado, Pr>F: Probabilidade de significância do valor de F.

TABELA 2: Análise de covariância para as árvores dominantes localizadas em Piratini.

F.V.	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Árvore	12	321.3398	23.7783	87.69	0.0001
Idade*árvore	13	31.6148	2.4319	7.96	0.0001
Modelo	28	8238.5150	294.2327	963.48	0.0001
Erro	181	55.2746	0.3054		
Total	209	8293.7895			

Sendo: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio F: Valor de F calculado, Pr>F: Probabilidade de significância do valor de F.

TABELA 3: Análise de covariância para as árvores localizadas no litoral.

V.F.	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Árvore	12	330.5216	27.5436	136.07	0.0001
Idade*árvore	13	16.0601	1.2354	6.10	0.0001
Modelo	28	7072.2813	252.5814	1247.76	0.0001
Erro	197	39.8783	0.2024		
Total	225	7112.1596			

Sendo: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio F: Valor de F calculado, Pr>F: Probabilidade de significância do valor de F.

A análise das tendências de crescimento por posição do relevo em Encruzilhada do Sul e Piratini, indicou que as árvores localizadas na mesma posição do relevo não apresentaram um padrão semelhante de desenvolvimento em altura, havendo cruzamentos entre as mesmas. Desta forma tornou-se necessário fazer grupos com árvores de mesma tendência de crescimento, sendo estas árvores selecionadas de acordo com o paralelismo das curvas de crescimento. (Figuras 1 e 2).

Para a região do litoral houveram cruzamentos entre as árvores coletadas em áreas classificadas como de boa, média e baixa produtividade. Estes cruzamentos indicaram que as árvores amostradas dentro de uma mesma classe de produtividade estavam provavelmente em sítios diferentes, pois seria esperado que dentro de um mesmo sítio existisse somente diferenças em nível, sendo as curvas de crescimento paralelas.

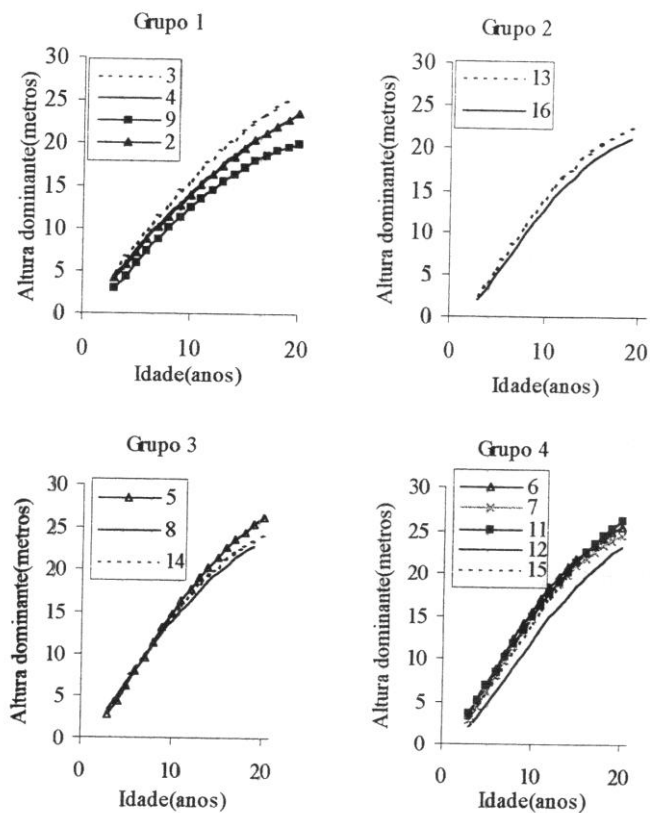


FIGURA 01: Grupos de árvores com mesma tendência de crescimento observadas em Encruzilhada do Sul

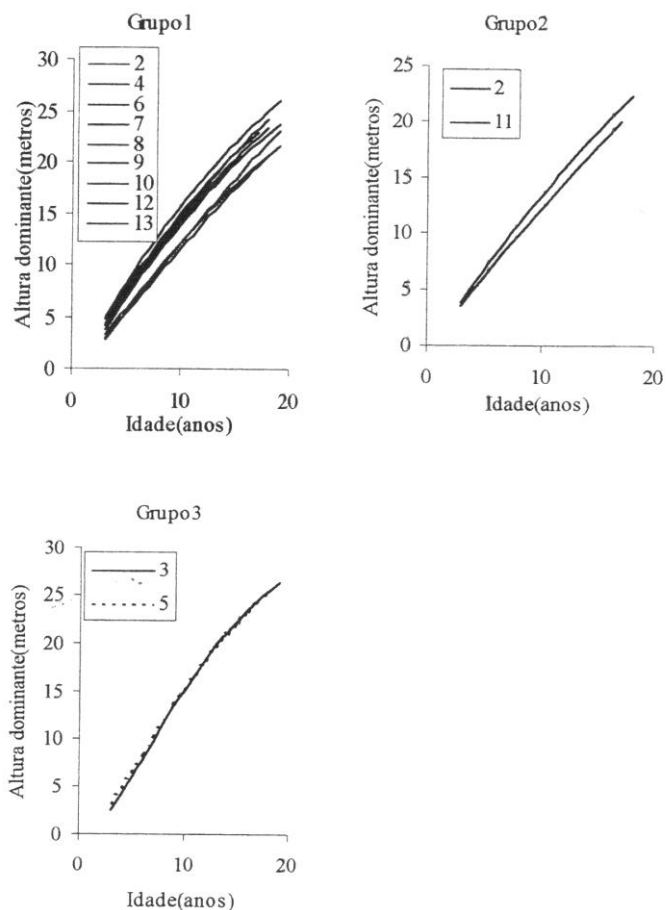


FIGURA 02: Grupos de árvores com mesma tendência de crescimento observadas em Piratini.

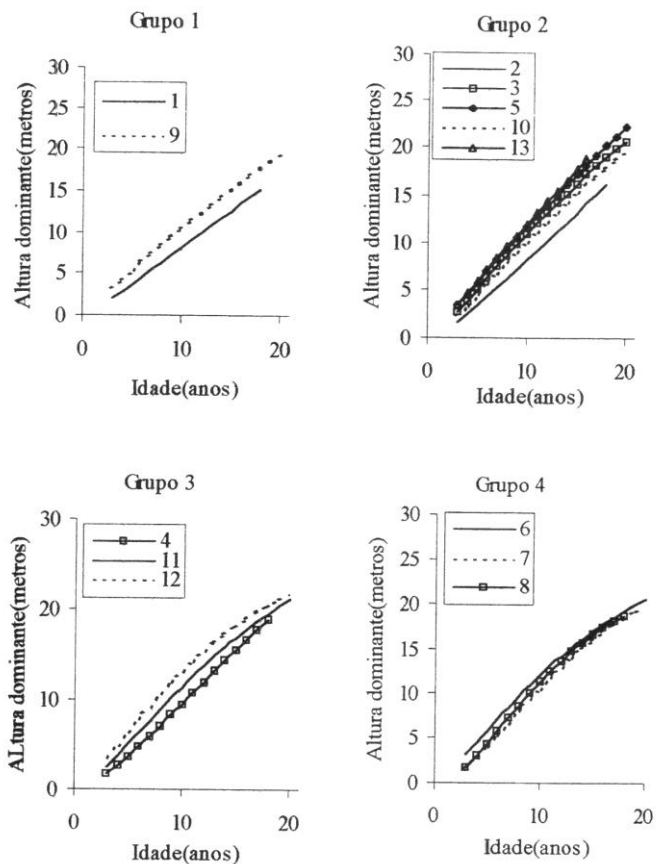


FIGURA 03: Grupos de árvores com mesma tendência de crescimento observadas em Palmares do Sul e Mostardas.

Desta maneira, tornou-se necessário fazer grupos separando as árvores com tendências de crescimento comum, de acordo com o paralelismo das curvas de crescimento (Figura 3). Após a definição dos grupos fez-se, com o uso dos coeficientes médios A, K e M, uma curva média para cada grupo com o objetivo de visualizar melhor as tendências de crescimento entre os grupos. Através deste procedimento pode-se verificar que para a região de Encruzilhada do Sul a diferença de inclinação detectada pela análise de covariância somente foi verificada graficamente para as árvores do grupo 4, sendo que entre os grupos 1, 2 e 3 não existiu diferença gráfica de inclinação. Para a região de Piratini pode-se observar cruzamentos entre os grupos 1 e 2 e, para a região do litoral foi observado um paralelismo entre os grupos 1, 2 e 3, porém com nítida diferença de tendência em relação ao grupo 4.

Procedimento para a construção das curvas de índice de sítio.

Para a construção das curvas de índice de sítio, buscou-se determinar funções auxiliares obtidas por regressão para os coeficientes A, K e M através do método stepwise, conforme apresentado por STERBA & OBERKLOFLER (1988), CLUTTER et al (1983) e SELLE (1993). Com o auxílio deste método procurou-se correlacionar os coeficientes com o índice de sítio, ou seja a altura da árvore aos 18 anos, e esta altura em sua forma quadrática, cúbica e inversa. Também para o coeficiente M, foi feita uma tentativa em função do coeficiente K, em sua forma quadrática e inversa.

Como a correlação entre as variáveis testadas não foi significativa, para os coeficientes K e M, foram feitas curvas do tipo monomórficas partindo-se da análise das tendências de crescimento observadas entre os grupos formados para cada local. Estas curvas foram construídas com a utilização dos coeficientes médios (K e M) para as árvores dentro de cada grupo, sendo o coeficiente A calculado em função do índice de sítio e a idade índice (18 anos).

O Teste de confiabilidade e estabilidade das curvas de índice de sítio foram feitos plotando-se as alturas reais sobre as curvas de índice de sítio, e permitiram avaliar graficamente o comportamento das árvores quanto a uma eventual mudança de índice ao longo do tempo, e avaliar a confiabilidade de se efetuar classificações em idades mais jovens.

O número de curvas utilizadas neste teste foi determinado em função dos valores reais de altura atingidos pelas árvores amostras aos 18

anos. Esta análise indicou que para todos os grupos houve uma instabilidade das árvores até a idade dos 8 anos, provavelmente ocasionada pela adaptação da planta ao local de crescimento nas idades mais jovens.

Este resultado vem de encontro aos resultados obtidos por SCOLFORO & MACHADO (1988), MARCOLIN (1990), e SELLE (1993). No entanto, para estes autores a estabilização no padrão de desenvolvimento em altura ocorreu um pouco mais cedo, por volta dos cinco anos. Isto, provavelmente, é resultado das melhores condições de crescimento encontradas naquelas áreas de estudo, onde devido a uma taxa de crescimento inicial mais acelerada, a definição e estabilização no crescimento em altura ocorreu mais cedo.

Portanto, deve-se observar que o uso destas curvas, se os povoamentos forem muito jovens, pode trazer alguma imprecisão na classificação de sítio, porém para idades acima de 8 anos, verifica-se uma boa estabilidade, o que é desejável nos estudos de crescimento e produção.

A partir da realização do teste de confiabilidade e estabilidade, a comparação entre as curvas monomórficas construídas para cada grupo por local de coleta dos dados fez-se necessária. Desta forma, pode-se conhecer a magnitude dos erros de prognose em altura cometidos ao se adotar um sistema único de curvas, uma vez que por razões práticas não teria sentido adotar mais de um sistema para um mesmo local, pois não houve uma relação nítida entre o relevo e a tendência de crescimento. Esta comparação foi feita utilizando-se um mesmo índice de sítio por grupo de tendência de crescimento que podem ser visualizadas na Figura 4.

A análise da Figura 4, que mostra o desenvolvimento da curva de índice de sítio média para os grupos com mesma tendência de crescimento formados para as regiões de Encruzilhada do Sul, Piratini e o Litoral, indica que para a região de Encruzilhada do Sul, o erro máximo em altura cometido ao se adotar um sistema único de curvas será de 0,85 m, sendo que esta diferença tende a diminuir com o aumento da idade chegando a valores insignificantes para idades superiores a 16 anos.

Para a região de Piratini, a adoção de um sistema único poderia ser perfeitamente viável para os grupos 2 e 3, uma vez que não existem diferenças gráficas significativas de prognose entre estes dois grupos. Entre os grupos 1 e 3 o erro máximo de prognose em altura seria de 1,1 metros, tendendo a diminuir com a idade chegando a valores nulos próximo aos 17 anos.

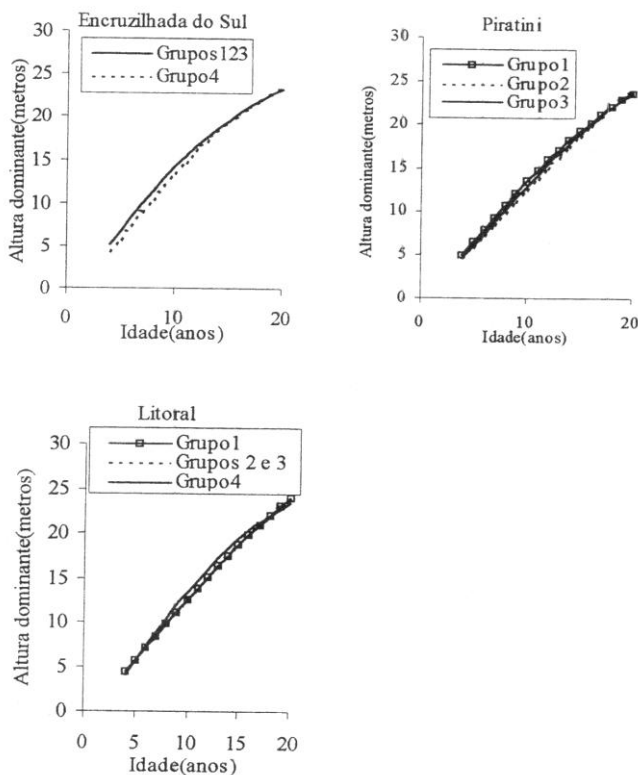


FIGURA 04: Comparação entre curvas de índice de sítio construídas para grupos de mesma tendência de crescimento em Encruzilhada do Sul, Piratini e Litoral.

Para a região do Litoral a adoção de um sistema único de curvas monomórficas também seria viável. A comparação entre as curvas de índice de sítio para os grupos 1, 2 e 3 mostra que na comparação com o grupo 4, o erro máximo cometido será 1 metro.

Como as tendências de crescimento entre as curvas não diferiram graficamente de forma significativa e, uma vez que nas medições de altura feitas à campo, são esperados erros de até 0,60 metros em condições ideais de trabalho, o erro cometido ao se adotar um sistema único de curvas para cada local torna-se aceitável. Assim, optou-se por um único sistema de curvas do tipo monomórfico para descrever o crescimento em cada um dos três locais estudados

Comparação do crescimento entre locais

A comparação das curvas de crescimento em altura quanto ao paralelismo nos três locais em estudo foi realizada pela análise de covariância com a utilização de todas as árvores amostras. O resultado da análise de covariância mostrou que a hipótese de igualdade de inclinação das curvas de crescimento é rejeitada em nível de 5% de erro (idade*arvore), nos diferentes locais, indicando a não ocorrência de paralelismo entre as curvas de crescimento em altura das árvores (Tabela 04).

TABELA 04: Análise de covariância para os três locais em estudo, para testar o paralelismo das curvas de crescimento da altura dominante em função da idade.

F.V	Gl	SQ	QM	F	Prob>F
Idade	1	27312,4512	27312,4512	12469,72	0,0001
Local	2	1631,0575	815,5287	372,34	0,0001
Idade*Local	2	185,7916	92,8958	42,41	0,0001
Erro	725	1587,9688	2,1903		
Total	730	30717,2691			

Sendo: FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; SQ: Soma de quadrados; QM: Quadrado médio F: Valor de F calculado, Pr>F: Probabilidade de significância do valor de F.

Os resultados obtidos com o teste de Tukey, ao se comparar médias entre os diferentes locais para 95% de probabilidade, indicaram que não poderia ser feito um sistema de curvas único, existindo diferenças significativas entre os três locais estudados. No entanto, embora a análise estatística tenha mostrado significância, indicando diferenças entre a inclinação das curvas, esta diferença é pequena, resultando em curvas muito próximas, conforme verifica-se ao se analisar as tendências de crescimento em altura obtidas através das curvas de índice de sítio construídas separadamente para os três locais. (Figura 06).

A análise desta figura, mostra que a tendência de crescimento entre os três locais foi semelhante, sendo que para um mesmo índice de sítio, existe uma leve superioridade no crescimento em altura para as árvores de Encruzilhada do Sul. No entanto, a diferença máxima encontrada entre estas curvas foi de 0,64 m, estando dentro dos erros cometidos ao se medir as alturas no campo, justificando o emprego de um único conjunto de curvas monomórficas para os três locais estudados. Desta forma, a nova classificação constituiu-se de curvas construídas utilizando a média dos coeficientes K e M para todas as árvores amostradas.

Os pares de dados altura dominante e idade, obtidos de medições de parcelas temporárias foram plotados sobre as curvas de índice de sítio e indicaram a necessidade de construir um sistema com 9 curvas com intervalo de 3 metros, abrangendo índices de sítio de 6 a 30 metros (Tabela 05 e Figura 06).

Pela análise da Figura 06, observa-se uma grande variação de sítios nas regiões em estudo, sendo que os piores sítios foram observados no litoral, onde aparecem exclusivamente os índices de sítio 6 e 9. Estes sítios são comuns em planossolos, onde o relevo permite o excesso de água, fazendo com que a má drenagem seja um fator limitante para a produção nestas áreas; a presença de sítios médios (IS 21 e 24) no litoral, é um indicativo de que solos arenosos com baixa profundidade do lençol freático podem ser produtivos para a espécie estudada.

Na Serra do Sudeste, (representada pelos municípios de Encruzilhada do Sul e Piratini), mesmo com a predominância de solos litólicos com baixa profundidade de perfil e presença de afloramentos rochosos, percebe-se a presença de sítios melhores na comparação com o litoral, uma vez que os índices de sítio 27 e 30 ocorrem exclusivamente nesta região.

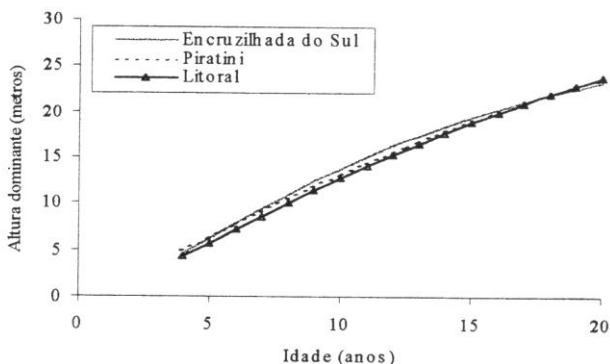
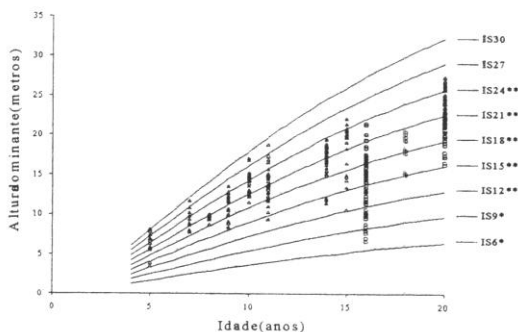


FIGURA 05: Comparação entre as curvas de índice de sítio (IS 21) construídas individualmente para cada local em estudo.

TABELA 05: Valores das curvas de índice de sítio entre as idades de 4 a 20anos.

Idade	Índice de sítio (metros)								
	6	9	12	15	18	21	24	27	30
4	1,20	1,81	2,41	3,01	3,62	4,23	4,82	5,42	6,02
5	1,61	2,41	3,21	4,02	4,83	5,63	6,43	7,24	8,04
6	2,01	3,02	4,03	5,04	6,05	7,06	8,06	9,07	10,09
7	2,42	3,63	4,84	6,06	7,27	8,48	9,69	10,91	12,12
8	2,82	4,23	5,64	7,06	8,47	9,87	11,29	12,70	14,11
9	3,21	4,81	6,42	8,03	9,63	11,24	12,84	14,45	16,05
10	3,58	5,38	7,16	8,96	10,80	12,55	14,34	16,13	17,92
11	3,94	5,91	7,88	9,86	11,80	13,81	15,78	17,75	19,72
12	4,28	6,43	8,57	10,72	12,90	15,01	17,15	19,29	21,44
13	4,61	6,92	9,22	11,54	13,80	16,15	18,46	20,77	23,07
14	4,92	7,38	9,84	12,31	14,80	17,24	19,70	22,16	24,62
15	5,21	7,82	10,43	13,04	15,70	18,26	20,87	23,48	26,09
16	5,49	8,24	10,98	13,74	16,50	19,23	21,98	24,72	27,47
17	5,75	8,63	11,51	14,39	17,30	20,14	23,02	25,90	28,78
18	6,00	9,00	12,00	15,00	18,00	21,00	24,00	27,00	30,00
19	6,23	9,34	12,46	15,57	18,70	21,80	24,00	28,03	31,15
20	6,44	9,66	12,89	16,11	19,30	22,56	25,78	29,00	32,23



* - IS encontrado apenas no litoral ** - IS encontrado no Litoral e Serra do Sudeste 0 - altura dominante observada no litoral Δ- altura dominante observada na Serra do Sudeste.

FIGURA 06 : Curvas de índice de sítio para a Serra do Sudeste e o Litoral.

Comparação com curvas de índice de sítio de outros estados e regiões.

A comparação entre as curvas construídas para a região em estudo com as curvas construídas para os Estados do Paraná e Santa Catarina, Passo Fundo (RS), Segundo Planalto Paranaense e Cambará do Sul (RS) demonstraram que as mesmas não apresentaram mesmo desenvolvimento em altura dominante, pois houveram cruzamentos entre as curvas de índice de sítio, ocasionadas por um crescimento inicial inferior na região estudada e por um menor achatamento das curvas construídas para esta região nas maiores idades.

A comparação entre o sistema de curvas construído para a Serra do Sudeste e o Litoral, com o sistema de curvas construído por BRASIL (1989 a) para São Francisco de Paula (Figura 07), mostra que os mesmos apresentam, de forma geral, mesmo desenvolvimento, existindo apenas uma diferença quanto ao nível de crescimento nas menores idades. Este resultado indica que pode-se utilizar as tabelas de produção feitas para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula como base para prognosticar a produção na Serra do Sudeste e o Litoral, com a restrição de que estas

tabelas não abrangem todos os índices de sítio encontrados nestes locais, principalmente os piores sítios.

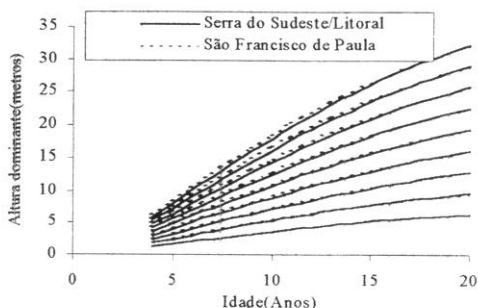


FIGURA 07: Curvas de índice de sítio para *Pinus elliottii*, elaboradas por BRASIL (1989 a), para a região de São Francisco de Paula, recalculadas para a idade índice de 18 anos, sobrepostas às curvas construídas para a região da Serra do Sudeste e o Litoral.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos no presente estudo pode-se concluir que:

A função de Richards com 3 coeficientes, descreveu com precisão o crescimento em altura dominante em função da idade para todas as árvores analisadas, dentro da amplitude dos dados observados, embora o valor da assíntota estimado para algumas árvores tenha sido elevado.

A posição do relevo, de uma forma geral, não foi um bom indicador de sítio, uma vez que houveram cruzamentos entre árvores localizadas na mesma posição topográfica.

O agrupamento gráfico visual, mostrou ser eficiente na formação de grupos com semelhantes tendências de crescimento.

Os coeficientes K e M, não apresentaram correlação significativa com o índice de sítio, de forma que foram utilizados os coeficientes médios como estimadores na construção das curvas de índice de sítio.

Apesar da análise de covariância indicar a existência de diferenças de inclinação entre árvores coletadas em um mesmo local e unidade de mapeamento, não foram encontradas evidências que justificassem a elaboração de um conjunto de curvas polimórficas.

A tendência do crescimento em altura dominante mostrou-se semelhante para as três unidades de mapeamento estudadas, o que justificou a construção de um único sistema de curvas monomórficas.

Os piores sítios foram encontrados na Unidade de Mapeamento Curumim, localizada no Litoral, e os melhores na Unidade de Mapeamento Ibaré em Encruzilhada do Sul.

Para descrever a variação da altura dominante em função da idade, foram necessárias 9 curvas de índice de sítio monomórficas de 6 a 30 metros, na idade índice de 18 anos e com um intervalo de 3 metros entre as curvas.

A comparação do sistema de curvas de índice de sítio elaboradas neste trabalho, com outras 5 regiões, indicou que as curvas feitas por BRASIL (1988) para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula, apresentaram desenvolvimento em altura dominante muito semelhantes ao encontrado neste estudo, o mesmo não acontecendo com os demais sistemas analisados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSOCIAÇÃO GAÚCHA DE EMPRESAS FLORESTAIS-AGEFLOR.
Florestas plantadas privadas. In: Seminário sobre a situação florestal do Rio Grande do Sul. 1º, Santa Maria: UFSM, 1991. 179 p. p16-20.
- BARROS, N. F, NOVAIS, R. F, CARMO, D. N. et al. Classificação nutricional de sítios florestais- Descrição de uma metodologia. *Revista Árvore*, Viçosa, v.10, n.1, p.112-120, 1986.
- BRASIL **Levantamento de reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife, 1973. 431p.
- BRASIL. **Plano de Manejo para a Floresta Nacional de Passo Fundo-RS**. Santa Maria, 1989 a.
- _____. **Plano de Manejo para a Floresta Nacional de São Francisco de Paula**. Santa Maria, 1989 b.
- CARMEAN, W. H. Tree-Growth patterns in relation to soil and site. In: *Tree growth and forest soils*. Oregon State University, USA, 1970. 527p.

- CLUTTER, J. L., FORTSON, J. C., PIENAAR, L. V. **Timber Management: A quantitative Approach.** USA: John Wiley & Sons. Inc, 329.p, 1983.
- DAVIS, K. P. **Forest management, regulation and valuation.** USA: Mc Graw Hill, 1966. 519 p.
- FINGER, C. A. G. **Ein Beitrag zur ertragskunde von *Eucalyptus grandis* und *Eucalyptus saligna* in südbrasilien.** Wien, Austria: Universität für Bodenkultur, 1991. 136p. Tese (Doutorado) – Universität für Bodenkultur, 1991.
- GIRARDIN, J. L., BROQUEN, P. El crecimiento de *Pinus ponderosa* Dougl. Y *Pseudotsuga menziessii* Mirb. En diferentes condiciones de sitio. **Bosque**, v. 16, n. 2, p.57-67. 1995.
- HERMANN, M.L.P, ROSA,R. Relevo. In: IBGE: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. P59-83.
- MARCOLIN, M. **Polimorfismo e tamanho da amostra para construção de curvas de índice de sitio para *Pinus taeda* L., no Segundo Planalto Paranaense.** Curitiba: UFPR, 1990. 57 p. Dissertação (mestrado em Engenharia Florestal)-Universidade Federal do Paraná, 1990.
- MARIO, A. R. Estudio del crecimiento de *Pinus douglasiana* Martines Y *Pinus lawsonii* Roehl em la región central de Michoacán. **Revista Ciência Florestal en México**, v. 22, n. 81, p.42-70,1997.
- NETO, F. R. C, SCOLFORO, J. R. S, OLIVEIRA, A. D. et al. Uso da diferença algébrica para construção de curva de índice de sitio para *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla*, na região de Luiz Antonio-SP, **Cerne**, Lavras , v.2, n.2, p.119-141,1996.
- NIMER, E. Clima In: IBGE: Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. P59-83.
- RICHARDS, F.J. A flexible growth function for empirical use. **J. Agr. Pres**, v.46, n.7 p.62-638, 1959.
- SCHNEIDER, P.R. ANATRO: Programa de computador, ambiente MS-DOS. Santa Maria, 1984.
- SCOLFORO, J. R. S, MACHADO, S. A. Curvas de índice de sitio para plantações de *Pinus elliottii* nos Estados do Paraná e Santa Catarina. **Revista Floresta**, Curitiba, v.17, p.140-158, 1988 a.

- SELLE, G. L. **Influência dos fatores ambientais na classificação de sítio para *Pinus taeda* L, na região de Cambará do Sul, RS, Brasil.** Santa Maria: UFSM, 1993. 85 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal de Santa Maria, 1993.
- STERBA, H, OBERKOFER, H. **Das Wachstum der Fichte im Pustertal Forstliche Ertragslehre.** Der Universität für Bodenkultur. Wien, n.2, 1988. 55p.

**PADRÕES DE DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DE ESPÉCIES
FLORESTAIS EM FRAGMENTO DE FLORESTA ESTACIONAL
DECIDUAL, SANTA MARIA – RS, BRASIL**

**PATTERNS OF SPATIAL DISTRIBUTION OF FORESTS SPECIES
IN FRAGMENT OF DECIDUAL SEASONAL FOREST, SANTA
MARIA-RS, BRAZIL**

Maristela Machado Araujo¹; Solon Jonas Longhi²; Mônica Brucker Kelling³; Geedre Adriano Borsoi¹; Juarez Martins Hoppe²; Ivanor Müller⁴

RESUMO

Foi realizado estudo da vegetação em fragmento de Floresta Estacional Decidual em processo de sucessão, em área da Associação Tabor (29°43'S; 53°47'W), no Município de Santa Maria- RS, Brasil. Utilizaram-se 16 unidades amostrais de 10 x 20 m distribuídas de forma sistemática, para avaliação (identificação) dos indivíduos com Circunferência à Altura do Peito (CAP) igual ou maior de 30 cm. Observou-se a ocorrência de 40 espécies arbóreas de 36 gêneros e 22 famílias. A maior proporção de espécies apresentou distribuição gregária ou com tendência à agregação o que indica agrupamento de indivíduos de uma espécie em diferentes pontos da floresta.

Palavras-chave: Fitossociologia, distribuição espacial, espécies florestais, Floresta Estacional Decidual

¹ Eng. Florestal, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, e-mail: a9970028@alunop.ufsm.br, a9860090@alunop.ufsm.br

² Eng. Florestal, Prof. do Dep. de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria- RS, e-mail: longhiso@ccr.ufsm.br; hoppe@ccr.ufsm.br

³ Eng. Florestal, M.Sc., Prof.^a do Colégio Agrícola de Santa Maria, Santa Maria-RS, e-mail: monica@casm.ufsm.br

⁴ Eng. Florestal, Prof. do Dep. de Estatística, Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria-RS, e-mail: a9970026@alunop.ufsm.br

ABSTRACT

This work aimed at studying the vegetation in a fragment of Deciduous Seasonal Forest under successional process, in an area of the Tabor Association (29°43' S; 53°47' W), municipal district of Santa Maria-RS, Brazil. Sixteen sample units (10x20m) were systematically located in the area to allow the recording (indentification) of individual plants with a Circumference at Breast Height equal to larger than 30cm. The occurrence of 40 species of trees and shrubs comprising 36 genera and 22 botanical families was observed. The major part were aggregated species or with a tendency to aggregation, this is indicative of grouping of individuals from a specie in place distincts inside of forest.

Key words: Phytossociology, spatial distribution, forest species, Deciduous Seasonal Forest.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o manejo das florestas nativas parece ser o maior desafio para os Engenheiro Florestais, pois apesar de não parecer difícil explorar os recursos existentes na floresta, quando planejado com responsabilidade torna-se uma prática bastante complexa.

O conhecimento requerido para tal não está associado especificamente às ciências exatas, biológicas ou sociais, mas a sua interrelação. As ciências exatas permitem o conhecimento quantitativo do potencial florestal, através da amostragem. As ciências biológicas fornecem informações qualitativas dos componentes bióticos, sua distribuição, assim como, sua relação com os componentes abióticos; e finalmente, as ciências sociais, às vezes esquecida, avalia as comunidades inseridas na floresta e sua dependência por esta.

Contudo, o manejo florestal para ser sustentado, parte de conhecimentos básicos que, conjuntamente utilizados, são subsídios fundamentais no gerenciamento da floresta.

As ciências biológicas e exatas são utilizadas em muitas avaliações fitossociológicas, para caracterizar aspectos florísticos e estruturais da floresta. Entre os conhecimentos básicos necessários para o bom manejo florestal o da distribuição espacial de espécies, é o que permitirá predeterminar a possibilidade de exploração de uma espécie e/ou o número

de indivíduos desta, a serem mantidos na área explorada, de forma que a reprodução seja garantida.

Estudos sobre a estrutura fitossociológica da floresta estacional decidual da região de Santa Maria - RS, já foram realizados por SILVA & LONGHI (1989), MACHADO & LONGHI (1992), BEARZI *et al.* (1992), DIAS *et al.* (1996) e LONGHI *et al.* (1999), mas pouco é conhecido sobre o padrão de distribuição de espécies florestais.

O estudo objetivou avaliar a distribuição de espécies florestais em um fragmento de Floresta Estacional Decidual no município de Santa Maria-RS, Brasil, que atualmente se encontra em regime de preservação permanente.

REVISÃO DE LITERATURA

Hoje, o paradigma florestal é o chamado manejo florestal sustentável, o qual consiste no gerenciamento da floresta para que esta forneça benefícios de ordem econômica e social, mantendo as características do ecossistema. Por outro lado, a atividade madeireira no Brasil mantém-se exclusivamente extrativista, levando espécies florestais à exaustão dos estoques aproveitáveis (SILVA, 1997).

O setor florestal detém muitas informações sobre características da floresta, pois estudos já são realizados a mais de um século. No entanto, conforme CARVALHO (1997) o ecossistema de floresta tropical é muito heterogêneo, o que torna o uso dos recursos destas florestas muito complexo, devido as diferentes características das espécies. O mesmo autor relata que o conhecimento da fitossociologia e dinâmica das florestas tropicais é importante nas tomadas de decisões.

A fitossociologia, estuda o agrupamento das plantas, sua interrelação e dependência aos fatores bióticos e abióticos em determinado ambiente, ou seja, como cada indivíduo que habita determinado local atua sobre os demais ou se comporta em relação ao meio (BRAUN-BLANQUET, 1979).

Estudos fitossociológicos podem ser realizados através da análise da estrutura horizontal da floresta, obtida por parâmetros como densidade, frequência e dominância das espécies (CAIN & CASTRO, 1959) e estrutura vertical (FINOL, 1971), associação de espécies (BARROS, 1986) e dispersão de espécies (BARROS & MACHADO, 1984; NASCIMENTO, 2000). Esses parâmetros são formas utilizadas para caracterizar a estrutura da floresta.

Conforme BARROS & MACHADO (1984) informações como a de distribuição da população, ou seja, padrões de distribuição espacial de espécies, é importante considerando que o grau de agregação pode ser um fator limitante para a exploração de uma espécie na área.

JANKAUSKIS (1990) relata que o padrão de distribuição das espécies está relacionado a densidade e frequência de indivíduos, de cada espécie, nas amostras de vegetação estudadas.

Os padrões de distribuição podem ser: uniforme, quando indivíduos de uma espécie seguem uma mesma tendência de distribuição; aleatório, quando distribuem-se ao acaso; e agregado, quando os indivíduos ocorrem agrupados (BARROS & MACHADO, 1984).

A distribuição casual não é tão comum, ocorrendo mais em ambientes homogêneos; a distribuição uniforme ocorre onde a competição individual ou antagonismo positivo é severo; e a agregação, em diferentes graus, é o padrão que mais ocorre (ODUM, 1988).

JANZEN (1970) descreveu que a forma de distribuição dos indivíduos em uma população é o primeiro aspecto avaliado quando deseja-se conhecer uma população, considerando que a distribuição depende de dois fatores: intrínsecos (auto ecologia da espécie) e extrínsecos (fatores ambientais), ou ambos.

Entre as medidas de dispersão de fácil utilização existem o Índice de Morisita e a Razão variância/média (CARVALHO, 1983; BARROS, 1986; NASCIMENTO, 2000). Ambas as medidas, assumem valor 1, quando os indivíduos estão distribuídos aleatoriamente, zero se indivíduos ocorrerem de forma completamente uniforme e será tanto maior de 1 o quanto estiverem agregados. Após a obtenção destes valores é calculado o χ^2 (Qui-quadrado) e os resultados são comparados ao χ^2 tabelar que permite, dentro de um nível de significância, verificar a veracidade dos resultados.

MATERIAL E MÉTODOS

Descrição da Área

A área de estudo é um fragmento de floresta, resultado da regeneração natural, após muito anos de exploração, encontrando-se atualmente, em fase adiantada de sucessão e em regime de preservação permanente. Situa-se no Município de Santa Maria-RS, nas coordenadas 29°43' de latitude sul e 53°47' de longitude oeste. A vegetação é caracterizada por Floresta Estacional Decidual.

A região pertence a Bacia do Paraná, com Cobertura Sedimentar Gonduânica, pertencente a Formação Botucatu e constituída por arenito de granulação fina a média (KAUL, 1990). A unidade de relevo pertence a Depressão Periférica da Bacia do Paraná, que entrepõe-se entre rochas efusivas e cristalinas constituídas pelas formações sedimentares Gonduânicas e modeladas pelos processos erosivos, não apresentando continuidade espacial e sendo caracterizada por relevo suave ondulado a ondulado (HERRMANN & ROSA, 1990).

Segundo SARTORI (1979), a região de Santa Maria está situada praticamente na zona da Depressão Central na escarpa arenito-basáltica do Planalto Meridional Brasileiro. A leste, sudeste e nordeste da cidade, em meio a área sedimentar, destacam-se vários morros testemunhas da Serra Geral, capeados por rochas basálticas e granófiros que atuaram como camadas mantenedoras da topografia, como o Cerro Mariano da Rocha, onde se localiza a área estudada. Esse morro situa-se a cerca de 1500 m da escarpa da Serra Geral. Os morros testemunhas são constituídos geologicamente por arenitos da Formação Botucatu (eólicos e fluviáteis) na base, seguindo-se um derrame de basalto e arenito intercalar da Formação Serra Geral, rumo ao topo. Nesses morros, a declividade situa-se entre 16,6% a 21%.

De acordo com as características do local, o solo pertence a Unidade de Mapeamento Charrua, solos litólicos eutróficos, textura média, relevo montanhoso e substrato basalto, sendo solos pouco desenvolvidos, rasos e moderadamente drenados. Nessa unidade taxonômica observam-se, em geral, afloramentos de rochas (BRASIL, 1973).

O clima da região, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cfa, subtropical de clima temperado chuvoso, cuja temperatura média do mês mais quente é 24,8°C em janeiro e a temperatura média do mês mais frio, em julho, é 14°C. A precipitação média anual é de 1769 mm/ano (MORENO, 1961).

Metodologia

Foram levantadas 16 unidades amostrais de 10 x 20 m (200 m²), distribuídas de forma sistemática e mantendo uma distância de 30 m entre amostras, que seguiam orientação em função da declividade. Consideraram-se em cada unidade amostral todas as espécies arbóreas e arbustivas com CAP (Circunferência a Altura do Peito) maior ou igual a 30 cm. A identificação das espécies foi realizada a campo, sendo que os indivíduos

não identificados no local, tiveram material botânico coletado para posterior identificação no Herbário do Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria.

As medidas de dispersão (Razão e Índice de Morisita) das espécies foram obtidas através da elaboração da Tabela 1 para cada espécie.

TABELA 1: Tabela modelo para cálculo de dispersão das espécies.

x	f(x)	f(x) * x	f(x) * x ²
0			
1			
2			
:			
:			
n			
Somatório			

Sendo: X = número de indivíduos de 1 à n (número máximo de indivíduos que ocorre numa parcela); f(x) = frequência observada (número de parcelas em que ocorre n indivíduos da espécie).

Sendo a Razão calculada por:

$$R = S^2 / \bar{X}$$

considerando que: R = variância/ média; S² = variância; \bar{X} = média; e

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^n f(x) * x^2 - \left(\sum_{i=1}^n f(x) * x \right)^2 / \sum_{i=1}^n f(x)}{\sum_{i=1}^n f(x) - 1}$$

$$\bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^n f(x) * x}{\sum_{i=1}^n f(x)}$$

O Índice de Morisita foi calculado por:

$$I = p * \frac{\sum_{i=1}^n f(x) * x^2 - \sum_{i=1}^n f(x)}{\sum_{i=1}^n f(x) \left(\sum_{i=1}^n f(x) - 1 \right)}$$

considerando que: I = Índice de Morisita; p = número total de parcelas.

Otimizou-se a intensidade amostral através da curva espécie/área, utilizando-se o número médio acumulado de espécie por parcela. Este sistema, conforme RODAL *et al.* (1992) indica a possível suficiência de amostragem florística em determinada área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Composição Florística

Verificou-se que as parcelas amostrais levantadas foram suficientes para representar a composição florística da área estudada, onde foi possível observar tendência à estabilização no final da curva espécie-área (Figura 1). Esta manteve variação final dentro dos limites (5%), com valores variando 2,5% acima e abaixo da última média acumulada, para quatro unidades amostrais, onde a suficiência florística já seria comprovada se a estabilização ocorresse nas 2 últimas amostras (10% das unidades mostrais) (RODAL *et al.*, 1992).

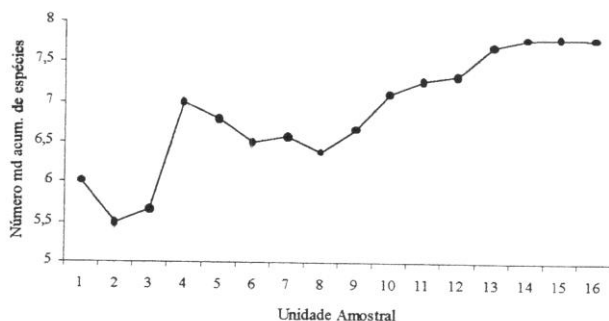


FIGURA 1: Curva espécie-área de uma Floresta Estacional Decidual estudada em Santa Maria-RS, Brasil.

Foi possível observar a ocorrência de 40 espécies pertencentes a 36 gêneros de 22 famílias (Tabela 2), considerando que são apenas os indivíduos com CAP igual ou maior de 30 cm, estes valores estão dentro dos limites encontrados na região.

TABELA 2: Família, espécie e nome comum de árvores e arbustos amostrados em um fragmento florestal na Depressão Central, Santa Maria/RS.

FAMÍLIA	ESPECIE	NOME COMUM
Annonaceae	<i>Rollinia rugulosa</i> Schlechtendal	Araticum
Bignoniaceae	<i>Tabebuia impetiginosa</i> (Mart.) Sandw.	Ipê-roxo
Bombacaceae	<i>Chorisia speciosa</i> St. Hil.	Paineira
Boraginaceae	<i>Patagonula americana</i> L.	Guajuvira
Euphorbiaceae	<i>Actinostemon concolor</i> (Spreng.) Müll. Arg.	Laranjeira-do-mato
Euphorbiaceae	<i>Sebastiania commersoniana</i> (Baill.) Smith & Downs	Branquilho-leiteiro
Fabaceae	<i>Apuleia leiocarpa</i> (Vog.) Macbr.	Grápia
Fabaceae	<i>Machaerium stipitatum</i> Vogel	Canela-do-brejo
Fabaceae	<i>Myrocarpus frondosus</i> Allem.	Cabriúva
Flacourtiaceae	<i>Banara tomentosa</i> Clos	Guaçatunga-branca

Continuação...

TABELA 2: Continuação...

FAMÍLIA	ESPÉCIE	NOME COMUM
Flacourtiaceae	<i>Casearia sylvestris</i> Sw.	Chá-de-bugre
Lauraceae	<i>Aiouea saligna</i> Meissner	Canela-vermelha
Lauraceae	<i>Nectandra lanceolata</i> Nees et Mart. ex Nees	Canela-amarela
Lauraceae	<i>Nectandra megapotamica</i> (Spreng.) Mez	Canela-preta
Lauraceae	<i>Ocotea puberula</i> Nees	Canela-guaicá
Meliaceae	<i>Cabrera canjerana</i> (Vell.) Mart.	Canjerana
Meliaceae	<i>Trichilia clausenii</i> C. DC.	Catiguá-vermelho
Meliaceae	<i>Trichillia elegans</i> A. Juss.	Pau-de-ervilha
Mimosaceae	<i>Enterolobium contortisiliquum</i> (Vell.) Morong.	Timbaúva
Mimosaceae	<i>Parapiptadenia rigida</i> (Benth.) Brenan	Angico-vermelho
Moraceae	<i>Ficus luschnathiana</i> Miq.	Figueira-do-mato
Moraceae	<i>Maclura tinctoria</i> (L.) D. Don ex Steud.	Tajuba
Moraceae	<i>Sorocea bonplandii</i> (Baill.) Burger, Lanjow & Boer	Cincho
Myrsinaceae	<i>Myrsine lorentziana</i> Mez	Capororoca
Myrsinaceae	<i>Myrsine umbellata</i> Mart.	Capororocão
Myrtaceae	<i>Eugenia rostrifolia</i> Legr.	Batinga
Myrtaceae	<i>Myrcianthes pungens</i> (Berg) Legr.	Guabijú
Phytolaccaceae	<i>Phytolacca dioica</i> L.	Umbú
Polygonaceae	<i>Ruprechtia laxiflora</i> Meiss.	Marmeleiro-do-mato
Rosaceae	<i>Prunus sellowii</i> Koehne	Pessegueiro-do-mato
Rutaceae	<i>Helietta apiculata</i> Benth.	Canela-de-veado
Rutaceae	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i> L.	Mamica-de-cadela
Sapindaceae	<i>Allophylus edulis</i> (St. Hil.) Radlk.	Chal-chal
Sapindaceae	<i>Cupania vernalis</i> Camb.	Camboatá-vermelho
Sapotaceae	<i>Sideroxylon obtusifolia</i> (Roem. & Schult.) Penning	Sombra-de-touro
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i> (Mart. & Eich.) Engl.	Aguaí-da-serra
Sapotaceae	<i>Chrysophyllum marginatum</i> (Hook. et Arn.) Radlk.	Aguaí-leiteiro
Solanaceae	<i>Solanum pseudoquina</i> St. Hil.	Peloteiro
Styracaceae	<i>Styrax leprosum</i> Hook. et Arn.	Carne-de-vaca
Tiliaceae	<i>Luehea divaricata</i> Mart.	Açoita-cavalo

Padrão de Dispersão de Espécies

De acordo com a Tabela 3, foi observada a ocorrência de 17 espécies (56,6%) com padrão de dispersão gregário ou agrupado, 4 com tendência ao agrupamento (13,33%) e 8 com padrão aleatório (23,33%). Além destas, ocorreram mais 11 aleatórias, mas conforme já salientado por NASCIMENTO (2000), foram definidas como raras, por apresentarem apenas 1 indivíduo amostrado, assim, não participando da análise conjunta.

TABELA 3: Padrão de dispersão das espécies amostradas, com CAP \geq 30 cm em um fragmento florestal na Depressão Central, Santa Maria/RS.

CS	Espécie	N	VI*	Ind. M	Razão	Padrão de Dispersão
1	<i>Rollinia rugulosa</i>	8	8,73	2,29	1,6	Tendência agrup.
2	<i>Tabebuia impetiginosa</i>	2	4,24	0,00	0,933	Aleatória
3	<i>Chorisia speciosa</i>	1	5,81	0,00	1	Aleatória(#)
4	<i>Patagonula americana</i>	19	16,4	2,53	2,83	Agrupada
5	<i>Actinostemon concolor</i>	10	8,05	2,49	1,893	Agrupada
6	<i>Sebastiania commersoniana</i>	2	1,65	16,00	2	Agrupada
7	<i>Apuleia leiocarpa</i>	1	2,41	0,00	1	Aleatória(#)
8	<i>Machaerium stipitatum</i>	1	1,92	0,00	1	Aleatória(#)
9	<i>Myrocarpus frondosus</i>	31	33,58	2,03	3,06	Agrupada
10	<i>Banara tomentosa</i>	1	1,2	0,00	1	Aleatória(#)
11	<i>Casearia sylvestris</i>	20	15,48	1,85	2,08	Agrupada
12	<i>Aiouea saligna</i>	1	1,38	0,00	1	Aleatória(#)
13	<i>Nectandra lanceolata</i>	6	6,7	4,27	2,08	Agrupada
14	<i>Nectandra megapotamica</i>	7	7,23	5,33	2,73	Agrupada
15	<i>Ocotea puberula</i>	13	16,51	5,54	4,63	Agrupada
16	<i>Cabralea canjerana</i>	1	1,34	0,00	1	Aleatória(#)
17	<i>Trichilia clausenii</i>	10	8,65	2,84	2,11	Agrupada
18	<i>Trichillia elegans</i>	1	1,16	0,00	1	Aleatória(#)
19	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	8	14,76	3,43	2,13	Agrupada
20	<i>Parapiptadenia rigida</i>	4	6,05	0,00	0,733	Aleatória
21	<i>Ficus luschnathiana</i>	2	5,97	0,00	0,933	Aleatória
22	<i>Maclura tinctoria</i>	3	4,14	0,00	0,866	Aleatória

Continuação...

TABELA 3: Continuação...

CS	Espécie	N	VI*	Ind. M	Razão	Padrão de Dispersão
23	<i>Sorocea bonplandii</i>	4	4,73	16,00	4	Agrupada
24	<i>Myrsine lorentziana</i>	2	2,93	0,00	0,93	Aleatória
25	<i>Myrsine umbellata</i>	1	1,22	0,00	1	Aleatória(#)
26	<i>Eugenia rostrifolia</i>	5	4,57	6,40	2,44	Agrupada
27	<i>Myrcianthes pungens</i>	3	3,97	5,33	1,58	Tendência agrup.
28	<i>Phytolacca dioica</i>	5	6,49	9,60	3,29	Agrupada
29	<i>Ruprechtia laxiflora</i>	3	4,49	5,33	1,58	Tendência agrup.
30	<i>Prunus sellowii</i>	5	5,61	1,60	1,16	Aleatória
31	<i>Helietta apiculata</i>	15	13,01	5,18	4,9	Agrupada
32	<i>Zanthoxylum rhoifolium</i>	1	1,68	0,00	1	Aleatória(#)
33	<i>Allophylus edulis</i>	1	1,16	0,00	1	Aleatória(#)
34	<i>Cupania vernalis</i>	34	26,89	2,54	4,38	Agrupada
35	<i>Sideroxylon obtusifolium</i>	3	4,61	0,00	0,87	Aleatória
36	<i>Chrysophyllum gonocarpum</i>	5	4,68	3,20	1,59	Tendência agrup.
37	<i>Chrysophyllum marginatum</i>	9	10,2	4,00	2,6	Agrupada
38	<i>Solanum pseudoquina</i>	1	1,17	0,00	1	Aleatória(#)
39	<i>Styrax leprosum</i>	3	2,31	16,00	3	Agrupada
40	<i>Luehea divaricata</i>	11	15,42	1,45	1,3	Tendência agrup.
41	Mortos	10	11,51	0,71	12,4	Aleatória

Sendo: CS= Cód. da espécie, N= N° de indivíduos, VI= Valor de importância (LONGHI et al., 2000)*, Ind. M= Índice de Morisita, R= Razão variância/média; Aleatória(#)= Espécies raras.

Aquelas consideradas com tendência ao agrupamento é devido ao valor do χ^2 calculado ser menor do que o χ^2 tabelado (24,99), para GL (grau de liberdade) igual a 15 e significância de 95%.

Os indivíduos mortos também apresentaram distribuição aleatória, podendo sugerir a substituição por morte natural de indivíduos, que ocorre com variação espacial e não localizada em determinado ponto da floresta. Este fato pode ser explicado utilizando-se a *Ocotea puberula* (canela-guaicá) como exemplo, pois esta espécie apresentou padrão de distribuição agrupado e, freqüentemente, sofre ataque por pragas, fato que se tivesse ocorrido, os indivíduos mortos também poderiam ter tido este padrão de dispersão.

Em estudo de hierarquização de espécies realizado na mesma área por LONGHI et al. (2000), as 8 espécies (grifadas na Tabela 3) com maior valor de importância (VI) apresentaram padrão de distribuição gregário.

Estes resultados discordam de relatos feitos por DAJOZ (1983), que descreveu que os indivíduos de uma espécie dominada apresentam-se agrupados e aquelas dominantes apresentam distribuição mais regular. Por outro lado, ODUM (1988) relatou que o grau de agregação e densidade total ideal para o crescimento da população ou para sua sobrevivência, depende da espécie e condições, sendo assim, tanto a falta como excesso de agregação podem ser limitantes. Contudo, provavelmente não esteja ocorrendo agregação em alto grau, na área de estudo, já que as espécies com maior VI estão agrupadas.

Esse padrão de dispersão ocorre em resposta à diferença no habitat local, alteração temporal (diária e estacional) e processo reprodutivo (ODUM, 1988).

O elevado número de espécies com distribuição próxima do padrão aleatório é explicado por REMMERT (1982) que relatou que este tipo de distribuição, assim como o uniforme, indica comportamento específico de determinada espécie por um espaço. Um organismo altamente específico, necessita desenvolver mecanismos eficientes para encontrar fonte de alimento, por exemplo.

Comparando as espécies comuns, estudadas por NASCIMENTO (2000), em uma área de Floresta Ombrófila Mista, no Município de Nova Prata-RS, observou-se que *Sebastiania commersoniana*, *Myrsine umbellata*, *Luehea divaricata* e *Cupania vernalis* apresentaram mesmo padrão de distribuição, enquanto *Nectandra megapotamica*, *Myrcianthes pungens*, *Ruprechtia laxiflora* e *Styrax leprosum* apresentaram padrão diferente e *Banara tomentosa*, *Parapiptadenia rigida* e *Allophylus edulis* ocorreram de forma agregada naquela área e sendo raras (1 indivíduo amostrado), neste estudo foram consideradas como aleatórias.

As espécies de elevado valor comercial como *Tabebuia impetiginosa*, *Parapiptadenia rigida*, *Maclura tinctoria* e *Prunus sellowii* apresentaram distribuição aleatória; *Patagonula americana*, *Myrocarpus frondosus* e *Luehea divaricata* distribuição gregária; e *Apuleia leiocarpa*, *Machaerium stipitatum* e *Cabralea canjerana* são raras. O destaque a estas espécies deve-se ao fato de que serão as primeiras a despertar interesse, sugerindo-se cuidados no momento da realização da interferência.

Para melhor utilizar as informações sobre padrão distribuição das espécies, é importante o conhecimento de suas características auto-

ecológicas. Identificar sua sexualidade (monóica ou dióica), é o primeiro passo para não interferir negativamente no processo de polinização. Porém, isto só não basta considerando que mesmo uma espécie monóica (indivíduo com flores masculinas e femininas ou hermafroditas) pode, por exemplo, apresentar dicogamia (órgãos sexuais da mesma flor apresentam maturação em tempo diferente), ergogamia (ocorrência de barreira que impede fertilização na ausência de polinizador) ou autoesterilidade (quando flores não são fecundadas ao serem polinizadas por seu próprio pólen), estes mecanismos que por um lado dificultam a auto-polinização, por outro impede problemas de ordem genética.

Para sustentabilidade do ecossistema, o manejo florestal reserva árvores matrizes, que garantem a performance reprodutiva, após dispersão das sementes na área. Esse procedimento pode ser mais efetivo quando conhece-se o tipo de modelo fenológico que ocorre em cada espécie. Conforme PIRES-O'BRIEN & O'BRIEN (1995) no modelo cíclico as espécies podem apresentar fenofases anuais (uma vez no ano), bienal (a cada dois anos) e plurianual (intervalo de 3 ou mais anos). No modelo acíclico poderá ser gregário (árvores florescem aleatoriamente e sem sincronia), massivo extensivo (floração de muitos indivíduos depende de um evento ambiental) e rara (pequeno número de indivíduos floresce a cada 3 ou mais anos).

Contudo, observa-se que o padrão de distribuição de espécies está intimamente ligado a fenologia e a polinização e, conseqüentemente, quando estudados conjuntamente, servirão de base para ações direcionadas ao manejo florestal sustentado, sugerindo a quantidade de indivíduos e distância ideal entre eles.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos com a realização do presente trabalho permitiram concluir que:

a) o padrão de dispersão de espécies gregário foi o que apresentou maior proporção;

b) as espécies de maior valor econômico, que apresentaram distribuição agregada foram *Patagonula americana*, *Myrocarpus frondosus* e *Luehea divaricata*; enquanto, *Tabebuia impetiginosa*, *Parapiptadenia rigida*, *Maclura tinctoria* e *Prunus sellowii* apresentaram distribuição aleatória; e *Apuleia leiocarpa*, *Machaerium stipitatum* e *Cabralea canjerana* são raras;

c) deve-se tomar cuidado no estudo do padrão de dispersão de espécies em fragmentos, pois espécies raras podem ser calculadas como aleatórias por estarem restritas à pequena área;

d) estudo sobre a determinação da dispersão de espécies em florestas nativas, bem como das características auto-ecológicas das mesmas são fundamentais para a elaboração de planos de manejo florestal sustentado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARROS, P. L. C. de. **Estudo fitossociológico de uma floresta tropical úmida no planalto Curuá-Una, Amazônia Brasileira**. Curitiba: 1986. 146p. Tese (Doutorado em Manejo Florestal) - Universidade Federal do Paraná.
- BARROS, P. L. C de; MACHADO, S. A. Aplicação de índices de dispersão em espécies de florestais da Amazônia brasileira. Curitiba: FUPEF, *Série Científica*, nº 1. 1984. 44p.
- BEARZI, R. C.; POLTRONIERI, V. C.; LONGHI, S. J. Estrutura fitossociológica do morro das Três Marias em Santa Maria-RS. In: CONGRESSO FLORESTAL ESTADUAL, 7., 1992, Nova Prata. Anais..., Santa Maria: CEPEF/FATEC- UFSM, 1992. p.376-94.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Divisão de Pesquisas Pedológicas. **Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Rio Grande do Sul**. Recife: 1973. 431 p.
- BRAUN-BLANQUET, J. B. **Fitosociologia: Bases para el estudio de las comunidades vegetales**. Madrid: H. Blume Ediciones, 1979. 829p.
- CAIN, S. A.; CASTRO, G. M. O. **Manual of vegetation analysis**. New York: Hafner Publishing Company, 1959. 325p.
- CARVALHO, J. O. P. Abundância, frequência e grau de agregação de Pau rosa (*Aniba duckei*) na Floresta Nacional de Tapajós. Belém: EMBRAPA-CPATU. **Boletim de Pesquisa**. 1983. 19p.
- CARVALHO, J. O. P. Dinâmica de Florestas Naturais e sua Implicação para o Manejo Florestal. In: EMBRAPA. Curso de Manejo Florestal Sustentável: Tópicos em Manejo Florestal Sustentável. Colombo: EMBRAPA-CNPQ. Documento, 34. p. 43-55. 1997.
- DAJOZ, R. **Ecologia Geral**. Petrópolis: Vozes. 1983. 472p.

- DIAS, C. A.; MELLO, S. C.; CASTAMAN, D.; ALVAREZ FILHO, A.; LONGHI, S. J.; DOROW, T. S. do C.; DELLAZZANA, J. G.; VACCARO, S. Estudo florístico e fitossociológico do município de Santa Maria, RS. I Etapa: Depressão Central - Morros Testemunha. In: SIMPÓSIO SOBRE ECOSISTEMAS NATURAIS DO MERCOSUL, I, Santa Maria, 1996. Anais. Santa Maria: UFSM/ CEPEF, 1986. p.97-118, 1996.
- FINOL, H. Nuevos parametros a considerarse en el análisis estructural de las selvas virgenes tropicales. **Revista Forestal Venezolana**, v. 21, p. 29-42, 1971.
- GÓMEZ-POMPA, A.; WIECHERS, B. L. Regeneration de los ecosistemas tropicales y subtropicales. In: GÓMEZ-POMPA, A.; VÁZQUEZ-YANES, C.; AMO RODRÍGUEZ, S. del; CERVERA, A. B. Regeneration de Selvas. Mexico: Compañía Editorial Continental, 1976. p.11-30.
- HERRMANN, M. L. de P.; ROSA, R. de. O Relevô. In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. p. 55-84.
- JANKAUSKIS, J. **Avaliação de Técnicas de manejo florestal**. Belém: SUDAM.1990. 143p.
- JARDIM, F. C. S.; HOSOKAWA, R. T. Estrutura da floresta equatorial úmida da Estação Experimental de Silvicultura Tropical do INPA. **Acta Amazonica**, v. 16/17, p. 411-508, 1986.
- JANSEN, D. H. Herbivores and the number of tree species in tropical forest. **Amer. Nat.** v.104, p.501-528.1970.
- KAUL, P. F. T. Geologia. In: IBGE. Geografia do Brasil: Região Sul. Rio de Janeiro: 1990. p. 29-54.
- LONGHI, S. J.; NASCIMENTO, A. R. T.; FLEIG, F. D.; DELLAFLORA, J. B.; FREITAS, R. A. de; CHARÃO, L. W. Composição florística e estrutura da comunidade arbórea de um fragmento florestal no município de Santa Maria-Brasil. **Ciência Florestal**, v.9, n.1, p.115-33, 1999.
- MACHADO, P. F. dos; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos e fitossociológicos do “morro do Elefante”, Santa Maria, RS. **Rev. Centro de Ciências Rurais**, v.20, n.3-4, p.261-80, 1992.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- 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.

- ODUM, E. P. **Fundamentos da Ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 4ª ed. 1988. 927p.
- PIRES- O'BRIEN, M. J.; O'BRIEN, C. M. **Ecologia e Modelamento de Florestas Tropicais**. Belém: FCAP. 1995. 400p.
- RAMÍREZ, N. Biología reproductiva y seleccion de especies nativas para la recuperacion de areas degradadas: Metodos y significado. **Acta Bot. Venez.** v.20, n.1, p.43-66, 1997.
- REMMERT, H. **Ecologia**. São Paulo: EPU. 1982. 335p.
- RODAL, M. J. N.; SAMPAIO, E. V. de S. B.; FIGUEIREDO, M. A. Manual sobre métodos de estudo florístico e fitossociológico-Ecosistema Caatinga. **Sociedade Botânica do Brasil**. 1992. 24p.
- SARTORI, M. da G. B. **O clima de Santa Maria, RS: do regional ao urbano**. São Paulo: 1979. 165 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Departamento de Geografia, Universidade de São Paulo.
- SILVA, J. N. M. Manejo de Floresta de Terra-Firme da Amazônia Brasileira. In: EMBRAPA. Curso de Manejo Florestal Sustentável: Tópicos em Manejo Florestal Sustentável. Colombo: EMBRAPA-CNPF. Documento, 34. p. 59-96. 1997.
- SILVA, L. C. da; LONGHI, S. J. Aspectos florísticos do morro do Link, Santa Maria, RS. In: SEMANA DO MEIO AMBIENTE, 3. Piracicaba, 1989. Anais... Piracicaba: USP/CENA, 1989. p.177-207.

**COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS NA ESTIMATIVA
DO CRESCIMENTO EM FLORESTAS NATIVAS**

**COMPARISON OF TWO METHODS IN THE ESTIMATE
OF THE GROWTH IN NATIVE FORESTS**

Rinaldo Luiz Caraciolo Ferreira¹; Agostinho Lopes de Souza²; José
Antônio Aleixo da Silva²; Isabelle Maria Jacqueline Meunier²;
Renato Moraes de Jesus³

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi comparar dois métodos de cálculo de crescimento e incremento em diâmetro. Foram utilizados dados do Ensaio de Produção Sustentável em Floresta Secundária de Transição, implantado em 1986, pela Companhia Vale do Rio Doce, nos municípios de Rio Vermelho e Serra Azul de Minas-MG. O tratamento utilizado foi o sem intervenção. Cada unidade experimental foi mensurada a intervalos de dois anos, de 1986 a 1986. As metodologias para estimativa do crescimento foram obtidas da seguinte forma: 1) Considerando-se o crescimento das árvores vivas remanescentes da primeira ocasião no final do período total de monitoramento e 2) Considerando-se os crescimentos das árvores remanescentes e das novas árvores estabelecidas pelos ingressos. Utilizando-se a metodologia², obteve-se um IPA médio de 1,85 ntm/atto contra 2,67 mm/ano obtido com a metodológica¹, equivalendo a uma diferença de 28,1%. Assim, em períodos sucessivos de monitoramento devemos considerar os crescimentos das árvores remanescentes, das novas árvores estabelecidas pelos ingressos e das árvores mortas, no cálculo do incremento periódico anual.

Palavras-chave: incremento periódico, diâmetro, floresta estacional semidecidual secundária.

¹ Professor do Dep. de Ciência Florestal da UFRPE, 52171-900 Recife-PE. rmsantos@elogica.com.br

² Professor do Dep. de Engenharia Florestal da UFV, 36571-000 Viçosa-MG.

³ Florestas Rio Doce S/A - CVRD - C.P. 91, 29900-000 Linhares - ES.

ABSTRACT

The objective of this work was to compare two methods of growth calculation and diameter increment. Data came from the Sustainable Production Assay of a Transition Secondary established in 1986 at Rio Vermelho and Serra Azul de Minas-MG, by the Companhia Vale do Rio Doce. The used treatment was without intervention. Each experimental unit was measured at two year-intervals, from 1986 to 1986. The methodologies for estimate of the growth were obtained in the following way: 1) it was considered the growth of the remainder alive trees of the first occasion in the end of the total period of surveying and 2) it was considered the growths of the remaining trees and of the new trees established by the entrances. With the methodology 2, it was obtained a medium IPA of 1,85 mm/year against 2,67 mm/year obtained with the methodology 1, corresponding to a difference of 28,1%. Thus, in successive periods of surveying we should consider the growths of the remaining trees, of the new trees established by the ingrowth and of the dead trees, in the calculation of the annual periodic increment.

Key words: Tropical seasonal semideciduous secondary forest, diameter, periodic increment

INTRODUÇÃO

A predição do crescimento e da produção de povoamentos manejados e não-manejados é essencial para a credibilidade de um plano de manejo sustentável, tendo em vista que as decisões de manejo são tomadas com base na taxa de crescimento e na produção que estes povoamentos podem alcançar de acordo com esta taxa.

O crescimento é a mudança em um atributo do povoamento dentro de um período estabelecido. Logo, crescimento é o conceito biológico da taxa de produção, e a produção é a colheita ou coleta com base nesta taxa, em um determinado período. Assim, a produção máxima que uma floresta pode atingir é o crescimento acumulado em um determinado período, e é a máxima produção que pode ser removida perpetuamente por períodos semelhantes (DAVIS e JOHNSON, 1986).

Em termos econômicos, o crescimento são os juros que uma floresta apresenta ou acrescenta ao capital investido inicialmente.

A taxa de crescimento de uma árvore é influenciada por três fatores: internos ou genéticos, externos ou ecológicos e idade ou tempo.

O crescimento da árvore é influenciado pela capacidade genética da espécie e pela interação desta com o ambiente físico (fatores climáticos, edáficos, topográficos e de competição). Os fatores externos que influenciam o crescimento de uma árvore são: luz, temperatura, água, nutrientes e CO₂ sendo que a quantidade disponível destes elementos para as plantas é regulada pela densidade do plantio. Quaisquer que sejam as variáveis analisadas, o crescimento potencial é afetado, tanto pela competição intraespecífica, quanto pela competição interespecífica.

A floresta é um sistema dinâmico, onde suas características, tais como diâmetro, área basal e volume, mudam com o tempo. Logo, a estimativa do crescimento é fundamental para o tomadas de decisão em manejo florestal.

Com este trabalho objetivou-se comparar dois métodos de cálculo de crescimento e incremento em diâmetro, num período de 10 anos de monitoramento (1986-1996).

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A definição dos componentes do crescimento florestal está relacionada a um tamanho comercial especificado e entre dois inventários sucessivos do povoamento. No estudo de crescimento, os termos mais aceitos são ingressos, mortalidade e corte (BEERS, 1962; HUSCH et al., 1993; VANCLAY, 1994). Ingressos refere-se ao número, a área basal ou o volume de novas árvores que atingiram e/ou ultrapassaram o tamanho mínimo mensurável ou o nível de inclusão pré-estabelecido no inventário. Mortalidade é o número, a área basal ou o volume de árvores que morreram devido senescência, competição, doenças, pragas, etc. Corte é o número, a área basal ou o volume removidos do povoamento durante o intervalo entre o primeiro e o segundo inventário. A combinação de ingressos, mortalidade e corte, com o número, a área basal ou o volume de árvores remanescentes no final do período de mensuração fornecem os componentes normalmente utilizados na estimativa do crescimento florestal.

Os ingressos, a mortalidade e o incremento em diâmetro estão entre os poucos parâmetros que podem ser utilizados na predição do desenvolvimento de uma floresta natural inequiana. As estimativas destes parâmetros são obtidas, principalmente, por meio de inventário florestal contínuo em parcelas permanentes, por períodos curtos ou longos. Assim, o

estudo do crescimento poderá permitir o entendimento dos processos por meio dos quais ocorrem as mudanças em níveis de espécies e povoamentos.

Apesar da definição dos componentes do crescimento florestal estar bastante sólida em seus conceitos, o cálculo das mudanças em diâmetro, área basal ou o volume de árvores são processados considerando-se diversos critérios.

Segundo BEERS (1962), considerando-se o número, a área basal ou o volume de árvores vivas no início do período de mensuração (V_1), o número, a área basal ou o volume de árvores vivas no final do período de mensuração (V_2), o número ou volume de árvores mortas durante o período (M), o número, a área basal ou o volume de árvores removidas durante o período (C), e o número, a área basal ou o volume de ingressos no período (I), cinco diferentes medidas de crescimento no período podem ser definidas pelas seguintes equações: 1) Crescimento bruto incluindo-se Ingressos: $Cb_i = V_2 + M + C - V_1$; 2) Crescimento bruto excluindo-se Ingressos: $Cb = V_2 + M + C - I - V_1$; 3) Crescimento líquido incluindo-se Ingressos: $Cl_i = V_2 + C - V_1$; 4) Crescimento líquido excluindo-se Ingressos: $Cl = V_2 + C - I - V_1$ e 5) Mudança líquida no estoque de crescimento: $Ml = V_2 - V_1$.

Para HUSCH et al (1993), quando os resultados são provenientes de inventário contínuo e ao nível de árvores individuais, para o cálculo dos vários tipos de crescimento é preferível aplicar as seguintes equações: $Cb = V_{s2} - V_{s1}$; $Cb_i = V_{s2} - V_{s1} + I$; $Cl = V_{s2} - V_{s1} - M$ e $Cl_i = V_{s2} - V_{s1} + I - M$, em que Cb , Cb_i , Cl e Cl_i = mesmas variáveis definidas anteriormente; V_{s2} = o número, a área basal ou o volume das árvores remanescentes (árvores vivas nos dois inventários); V_{s1} = o número, a área basal ou o volume inicial das árvores remanescentes (árvores vivas nos dois inventários), no início do período; M = mortalidade em número, a área basal ou o volume, no período; I = ingressos em número, a área basal ou o volume, no período;

Segundo GREGOIRE (1993), a definição de mudança líquida de BEERS (1962) ignora o crescimento das árvores que morreram ou foram colhidas após a ocasião inicial e antes da ocasião final, bem como das árvores com diâmetro inferior ao mínimo estabelecido no levantamento e que o atingiram na ocasião final.

As mudanças em crescimento podem ser calculadas por meio de dois diferentes critérios. O primeiro somente as árvores remanescentes no final do período são incluídas no cálculo. No segundo o incremento é calculado por meio da subtração dos valores observados no início e no final de cada período de observação. O segundo procedimento estima o

incremento líquido e é mais sensível porque inclui mudanças devido os ingressos e mortalidade (SILVA, 1989).

No caso de estudos com vários períodos de monitoramento (p) e necessidade do cálculo do crescimento do período total ($P = \sum_{i=1}^n p$), FERREIRA (1998) propõe a inclusão das árvores remanescentes e dos ingressos estabelecidos até $\sum_{i=2}^{n-1} p$ (com $i=2, 3, \dots, n$ medições).

Para obtenção das estimativas de crescimento em área basal ou volume para o período total de estudo (P), FERREIRA (1998) sugere as mesmas expressões propostas por HUSCH et al. (1993), entretanto com as seguintes alterações:

M = mortalidade acumulada em área basal ou volume, em p anos;

I = árvores classificadas como ingressos (área basal ou volume) remanescentes no final do período p .

MATERIAL E MÉTODOS

Para este estudo, foram utilizados dados obtidos em dez anos de monitoramento do Ensaio de Produção Sustentável em Floresta Secundária de Transição, implantado em 1986, pela Companhia Vale do Rio Doce. A área experimental, de propriedade da Companhia do Vale do Rio Doce, está situada entre 18° 17' 30'' e 18° 22' 44'' de latitude Sul e 43° 00' 30'' e 43° 10' 52'' de longitude de WG, nos municípios de Rio Vermelho e Serra Azul de Minas, distantes 395 e 367 km, respectivamente, de Belo Horizonte - MG (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS, 1990-1993). A vegetação da área é classificada como floresta estacional semidecidual secundária (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 1993) de transição. A precipitação média anual é de aproximadamente 1.300 mm, a temperatura média anual oscila em torno de 21°C e a altitude média é de cerca de 950 metros. O solo é predominantemente Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, textura argilosa, fase floresta subperenifólia, com relevo fortemente ondulado montanhoso (JESUS e SOUZA, 1995).

Este ensaio é caracterizado por delineamento estatístico em blocos ao acaso, com quatro repetições e quatro tratamentos, assim especificados: 1 - Testemunha (sem intervenção); 2 - Corte raso; 3 - Corte seletivo com base

na espécie e no fenótipo dos indivíduos remanescentes, não havendo restrições quanto às classes diamétricas ou às frequências dos indivíduos, por hectare; e, 4 - Corte de todos os indivíduos com DAP < 10 cm e, no remanescente, deixando as 100 melhores árvores, por hectare, conforme o padrão fenotípico e o valor econômico das espécies.

Após intervenção, os tratamentos foram identificados conforme a intensidade de corte, da seguinte forma: 1 - sem intervenção; 2 - corte raso; 3 - redução de 79,47 % em área basal; e 4 - redução de 87,33 % em área basal.

Cada unidade experimental possui área de 0,5 ha (50 x 100 m), cada bloco ocupou 2 ha e o ensaio, 8 ha.

Após aplicação dos tratamentos, todos os indivíduos remanescentes com DAP ≥ 5 cm foram identificados, medidos, numerados e etiquetados.

Cada unidade experimental foi mensurada a intervalos de dois anos, durante o período de 1986 a 1996. Em cada ocasião de monitoramento, o material botânico fértil ou vegetativo foi coletado para identificação das espécies arbóreas. Nas diferentes ocasiões do monitoramento, cada novo ingresso que tivesse DAP ≥ 5 cm foi identificado, numerado e medido.

Neste trabalho foram utilizados apenas os dados referentes ao tratamento sem intervenção.

As análises de taxa de crescimento foram realizadas a partir dos períodos de monitoramento de 1986 a 1988, 1988 a 1990, 1990 a 1992, 1992 a 1994 e 1994 a 1996.

Com os dados de monitoramentos efetuados a nível de árvore individual, foram obtidas, as estimativas do incremento periódico médio anual em diâmetro (IPA).

As estimativas de incremento periódico em diâmetro por ocasião de monitoramento, foram obtidas da seguinte forma:

$$IP_i = (D_{i,j+1} - D_{i,j});$$

Em que: IP_i = incremento periódico em diâmetro da i -ésima árvore, em cm; D_{ij} = diâmetro de tronco à altura de 1,30 m do solo (DAP) da i -ésima árvore, na j -ésima ocasião de monitoramento, $i = 1, 2, \dots, I$, $j = 1, 2, \dots, J$;

As estimativas de incremento periódico anual em diâmetro foram obtidas de duas formas:

1) Considerando o crescimento das árvores vivas remanescentes da primeira ocasião no final do período total de monitoramento:

$$\overline{IPA} = \left(\sum_{i=1}^I IP_i \right) / NT$$

Em que: \overline{IPA} = taxa média de incremento periódico anual em diâmetro, em cm/ano; IP_i = incremento periódico em diâmetro (cm) da i -ésima árvore viva remanescente da primeira ocasião no final do período total de monitoramento; N = número de árvores vivas remanescentes da primeira ocasião no final do período total de monitoramento, e T = intervalo de tempo, em anos, do monitoramento.

2) Considerando os crescimentos das árvores remanescentes e das novas árvores estabelecidas pelos ingressos, da seguinte forma:

$$\overline{IPA} = \frac{\left(\sum_{i,j=1}^{I,J} IP_{ij} \right)}{\left(N_J + \sum_{j=1}^J M_j - M_{11} - I_J - \sum_{j,z=1}^{J,n} MI_{j+1,z+1} \right) T}$$

Em que: IP_{ij} = incremento periódico em diâmetro da i -ésima árvore no j -ésimo período de monitoramento; N_j = número de árvores na ocasião de monitoramento J ; M_j = número de árvores mortas na j -ésima ocasião de monitoramento; M_{11} = número de árvores da primeira ocasião mortas no primeiro período de monitoramento; I_j = número de árvores classificadas como ingresso na ocasião de monitoramento J ; $MI_{j+1,z+1}$ = número de árvores classificadas como ingresso na $(j+1)$ -ésima ocasião mortas no $(z+1)$ -ésimo período de monitoramento; i = período de monitoramento, $z = 1, 2, \dots, n$; $j = 1, 2, \dots, J$; T = intervalo de tempo, em anos, do monitoramento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 são apresentados os dados de diâmetro e crescimento. Como exemplo foi calculado como segue o incremento periódico e IPA de acordo com as duas metodologias:

Metodologia 1:

$$\overline{IPA} = \left(\sum_{i=1}^I IP_i \right) / NT = (54,54) / 36.10 = 1,52 \text{ mm/ano}$$

Metodologia 2:

$$\overline{IPA} = \frac{\left(\sum_{i,j=1}^{I,J} IP_{ij} \right)}{\left(N_J + \sum_{j=1}^J M_j - M_{11} - I_J - \sum_{j,z=1}^{J,n} MI_{j+1,z+1} \right) T}$$

$$\overline{IPA} = \frac{(65,00)}{(47 + 5 - 0 - 0 - 1) \cdot 10} = 1,27 \text{ mm/ano.}$$

Foram classificadas treze árvores como ingresso, sendo que duas morreram no decorrer de 10 anos e uma ingressou no período de 1994-96 (Tabela 1). Três árvores morreram durante o período de 1994-1996. As remanescentes de 1986 foram 36. Observa-se ainda que 10 ingressos contribuíram para crescimento e que apenas uma árvore ingressa não pode ser computada no cálculo da média do incremento. Além destes ingressos, as três árvores mortas, mais as duas ingressas que morreram, entraram na média do incremento periódico. Assim, por esta metodologia, seriam computadas 51 árvores no cálculo do IPA, indicando uma média de 1,27 mm/ano. Considerando-se apenas as árvores remanescentes (86-96), para 36 árvores, a média seria de 1,52 mm/ano, uma diferença de 19,7% superior a segunda metodologia.

Considerando todas as árvores avaliadas por meio da metodologia 1 foi observado, para 3217 árvores, IPA médio de 2,37 mm/ano. Por outro lado, utilizando a metodologia 2, para 5130 árvores, IPA médio de 1,85 mm/ano. Portanto, verifica-se uma diferença de 28,1% entre as duas metodologias.

TABELA 1: Dados de diâmetro e crescimento em diâmetro, por classificação e período de monitoramento, Rio Vermelho e Serra Azul de Minas-MG

Árv	Clas.	Diâmetro (cm)					Crescimento (cm)							
		1986	1988	1990	1992	1994	1996	86-88	88-90	90-92	92-94	94-96	Acu.	86-96
1			5,40	5,56	5,88	5,88	5,88		0,16	0,32	0,00	0,00	0,48	
2			5,24	5,24	5,40	5,40	5,40		0,00	0,16	0,00	0,00	0,16	
3			5,4	5,88	6,36	6,68	6,68		0,48	0,48	0,32	0,00	1,28	
4			6,2	6,20	6,52	6,52	6,52		0,00	0,32	0,00	0,00	0,32	
5			5,09	5,24	5,24	5,24	5,24		0,15	0,00	0,00	0,00	0,15	
6	Ing.		5,09	5,88	6,20	6,52	6,99		0,79	0,32	0,32	0,47	1,90	
7				5,09	5,09	5,09	5,24			0,00	0,00	0,15	0,15	
8				5,09	5,24	5,72	5,72			0,15	0,48	0,00	0,63	
9					5,09	5,09	5,24				0,00	0,15	0,15	
10					5,40	5,72	5,72				0,32	0,00	0,32	
11							5,09							
12	Ing.		5,24	5,24					0,00				0,00	
13	Mor		5,40	5,56	5,56	5,56			0,16	0,00	0,00		0,16	
14		5,09	5,72	6,04	6,36	6,36		0,63	0,32	0,32	0,00		1,27	
15	Mor	5,56	7,15	7,15	7,15	7,15		1,59	0,00	0,00	0,00		1,59	
16		6,36	7,95	7,95	7,95	8,26		1,59	0,00	0,00	0,31		1,90	
17		5,09	5,72	5,72	6,04	6,04	6,04	0,63	0,00	0,32	0,00	0,00	0,95	0,95
18		5,09	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04	0,95	0,00	0,00	0,00	0,00	0,95	0,95
19		5,09	6,20	6,99	7,15	7,47	7,95	1,11	0,79	0,16	0,32	0,48	2,86	2,86
20		5,24	6,36	6,83	7,31	7,31	7,47	1,12	0,47	0,48	0,00	0,16	2,23	2,23
21		5,40	5,88	5,88	6,2	6,36	6,36	0,48	0,00	0,32	0,16	0,00	0,96	0,96
22		5,40	6,04	6,04	6,04	6,04	6,04	0,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,64	0,64
23		5,56	6,20	6,36	6,83	6,83	6,83	0,64	0,16	0,47	0,00	0,00	1,27	1,27
24		5,56	6,36	6,52	6,52	6,52	6,68	0,8	0,16	0,00	0,00	0,16	1,12	1,12
25		5,72	6,04	6,36	6,36	6,36	6,36	0,32	0,32	0,00	0,00	0,00	0,64	0,64
26		5,72	6,68	7,15	7,47	8,11	8,26	0,96	0,47	0,32	0,64	0,15	2,54	2,54
27		5,72	6,99	7,47	7,63	7,79	8,26	1,27	0,48	0,16	0,16	0,47	2,54	2,54
28		5,88	6,68	6,68	6,83	6,83	6,83	0,8	0,00	0,15	0,00	0,00	0,95	0,95
29		6,52	7,47	8,11	8,90	9,22	9,22	0,95	0,64	0,79	0,32	0,00	2,70	2,70
30		6,68	7,79	7,79	7,95	7,95	7,95	1,11	0,00	0,16	0,00	0,00	1,27	1,27
31		6,83	7,47	7,63	7,95	7,95	7,95	0,64	0,16	0,32	0,00	0,00	1,12	1,12

Continuação...

TABELA 1: Continuação

Árv	Clas.	Diâmetro (cm)						Crescimento (cm)						
		1986	1988	1990	1992	1994	1996	86-88	88-90	90-92	92-94	94-96	Acu.	86-96
32		7,15	7,63	7,79	7,79	7,79	7,79	0,48	0,16	0,00	0,00	0,00	0,64	0,64
33		7,63	8,42	8,42	8,74	8,74	8,90	0,79	0,00	0,32	0,00	0,16	1,27	1,27
34		7,95	8,90	9,22	9,38	9,54	9,54	0,95	0,32	0,16	0,16	0,00	1,59	1,59
35	Rem	8,26	8,74	9,06	9,22	9,22	9,22	0,48	0,32	0,16	0,00	0,00	0,96	0,96
36		8,26	9,54	9,54	9,54	9,54	9,54	1,28	0,00	0,00	0,00	0,00	1,28	1,28
37		8,26	9,54	9,70	10,33	10,33	10,49	1,28	0,16	0,63	0,00	0,16	2,23	2,23
38		8,90	9,38	10,01	10,01	10,17	10,17	0,48	0,63	0,00	0,16	0,00	1,27	1,27
39		8,90	9,70	10,01	10,81	10,97	10,97	0,80	0,31	0,80	0,16	0,00	2,07	2,07
40		9,22	9,85	9,85	9,85	9,85	10,49	0,63	0,00	0,00	0,00	0,64	1,27	1,27
41		9,22	10,01	10,17	10,17	10,17	10,17	0,79	0,16	0,00	0,00	0,00	0,95	0,95
42		9,38	10,17	10,97	11,92	12,40	12,56	0,79	0,8	0,95	0,48	0,16	3,18	3,18
43		9,54	10,01	10,49	10,65	10,65	10,65	0,47	0,48	0,16	0,00	0,00	1,11	1,11
44		9,54	10,17	10,33	10,49	10,49	10,49	0,63	0,16	0,16	0,00	0,00	0,95	0,95
45		9,54	10,17	10,65	10,65	10,65	10,65	0,63	0,48	0,00	0,00	0,00	1,11	1,11
46		9,54	10,33	10,49	10,65	10,65	10,65	0,79	0,16	0,16	0,00	0,00	1,11	1,11
47		9,54	10,49	10,81	10,81	10,97	11,13	0,95	0,32	0,00	0,16	0,16	1,59	1,59
48		9,85	11,13	11,44	12,40	12,87	13,35	1,28	0,31	0,96	0,47	0,48	3,50	3,50
49		10,17	10,81	10,97	11,28	11,44	11,76	0,64	0,16	0,31	0,16	0,32	1,59	1,59
50		10,49	10,97	11,28	11,44	11,44	12,08	0,48	0,31	0,16	0,00	0,64	1,59	1,59
51		12,08	12,87	12,87	12,87	13,03	13,03	0,79	0,00	0,00	0,16	0,00	0,95	0,95
52		12,71	13,67	13,67	13,83	13,99	14,30	0,96	0,00	0,16	0,16	0,31	1,59	1,59
Tot								32,60	10,95	10,81	5,42	5,22	65,00	54,54
n													51	36
IP													1,27	1,52
IPA													0,13	0,16

Em que: Árv = árvore; Clas. = classificação; Acu. = acumulado; Ing. = ingressos; Mor = mortas; Rem = remanescentes; Tot = total; IPA = incremento periódico anual; IP = incremento periódico.

Assim, com a utilização da metodologia I podemos observar que, para grandes períodos de monitoramento, existe a tendência de superestimação do crescimento da floresta e conseqüentemente pode levar a

um prognóstico da produção equivocado. Logo, a utilização da segunda metodologia é mais conservadora e portanto mais indicada.

CONCLUSÕES

Em períodos sucessivos de monitoramento devemos considerar os crescimentos das árvores remanescentes, das novas árvores estabelecidas pelos ingressos e das árvores mortas, no cálculo do incremento periódico anual.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE MINAS GERAIS 1990-1993. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro, 1994. v.8, 760 p.
- BEERS, T.W. Components of forest growth. *J. For.*, v.60, n.4, p. 245-248, 1962.
- DAVIS, L.S., JOHNSON, K.N. **Forest management**. New York: McGraw-Hill, 1986. 790 p.
- GREGOIRE, T.G. Estimation of forest growth from successive surveys. **Forest Ecology and management**, v.56, p. 267-278, 1993.
- HUSCH, B., MILLER, C.I., BEERS, T.W. **Forest mensuration**. Malabar: Krieger, 1993. 402 p.
- FERREIRA, R.L.C., SOUZA, A.L., JESUS, R.M. Taxa de crescimento de uma floresta secundária de transição. *Revista Árvore*, v. 22, n.2, p. 451-461, 1998.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Recursos naturais e meio ambiente: uma visão do Brasil**. Rio de Janeiro: IBGE, 1993. 154 p.
- JESUS, R.M., SOUZA, A.L. Produção sustentável em mata secundária de transição: oito anos de monitoramento. Viçosa: SIF, 1995. 99 p. (Documento SIF, 014).
- SILVA, J.N.M. **The behaviour of the tropical rain forest of the Brazilian Amazon after logging**. Oxford: Oxford University, 1989. 302 p. (Doutorado em Filosofia) – Oxford University, 1989.
- VANCLAY, J.K. **Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forest**. Wallingford: CAB International, 1994. 312 p.

**MONITORAMENTO DA SUSTENTABILIDADE DO MANEJO
EM FLORESTA TROPICAL**

**SUSTAINABLE FOREST MANAGEMENT MONITORING
IN TROPICAL FOREST**

Evaldo Muñoz Braz¹; Randolf Zachow²; Marcus Vinicio Neves d'Oliveira³

RESUMO

O presente trabalho visa sugerir um modelo de monitoramento do manejo da Floresta Tropical, considerando suas fases principais temporais (antes, durante e depois do manejo em determinado talhão) e suas principais atividades, tanto de planejamento, como de exploração ou colheita da madeira, abertura de picadas, planejamento da rede de estradas, pátios de estocagem, sistema de derruba e arraste, carregamento e transporte final entre outras bem como questões de mercado e resposta social para a região. Para cada atividade é indicado um procedimento padrão que deve estar sendo seguido pela Empresa florestal e uma possibilidade de rank de pontuação visando no final identificar a qualidade obtida no manejo da floresta e sua sustentabilidade.

Palavras chave: monitoramento antes, durante e pós colheita, plano de manejo florestal sustentado, manejo da floresta tropical, sustentabilidade.

ABSTRACT

The present work aim to suggest a model of monitoring the Tropical Forest Management, considering its temporary main phases (before, during and after the harvesting) and its main activities, like planning, harvesting timber crops, opening of the tracks, planning of the road network, landings, system of felling and skidding, loading and final

¹ Engenheiro florestal, pesquisador em manejo florestal, mestrando em manejo florestal, Embrapa Acre, BR 364, Km 14, Caixa Postal 392, CEP 69908-970, Rio Branco, AC.

² Engenheiro florestal, Dr. em manejo florestal, IBAMA, Brasília.

³ Engenheiro florestal, Ph.D. em manejo florestal, Embrapa Acre.

transport among others as well as market subjects and economic social answer for the region. For each activity it is indicated a standard procedure that should be adopted by the forest Company and a possibility of rank values seeking to identify the quality obtained in the management of the forest and its sustainability.

Key words: monitoring before, during and after harvesting, management plan, forest sustainability, management of tropical forest, sustainability

I. INTRODUÇÃO

Os órgãos de monitoramento ambiental tem dificuldades de avaliar a sustentabilidade dos planos de manejo em floresta tropical devido principalmente a complexidade desta atividade em suas diferentes fases e muitas vezes as avaliações tornam-se meramente formais.

Sente-se então a necessidade de criar ou identificar os principais critérios que devem ser avaliados para checagem desta sustentabilidade de forma que ao mesmo tempo que contemple os principais itens seja também rápida de ser executada e em uma forma lógica. Além disso, se faz necessário que a avaliação seja objetiva e com uma pontuação para facilitar esta aferição nas diferentes fases de desenvolvimento do plano.

II. OBJETIVOS

Promover um sistema rápido de monitoramento do manejo da floresta tropical a ser executado pelos órgãos controladores.

III. SISTEMÁTICA DE AVALIAÇÃO

O sistema de avaliação baseia-se no quadro abaixo que esta dividido nas fases em que o manejo deve ser avaliado.

Antes	Durante	Após
<ol style="list-style-type: none"> 1. Checagem da existência e qualidade do Plano de Manejo. [MB, B,L]* 2. Checagem da relação do inventário estatístico com PMFS. [MB, B,L] 3. Checagem da existência de pessoal técnico qualificado em manejo Baixo de Impacto. [S,N,F] 4. Checagem planejamento previsto para ano corrente e próximo. [S,N,L] 5. Inventário 100% [S,N] 6. Planejamento e abertura estradas e arraste [MB,B,L] 7. Existência de equipes de campo qualificadas em Manejo Baixo Impacto(derruba e arraste) [S,N,F] 8. Monitoramento previsto: Silvicultural, Ambiental e de Produção [MB, B,L]. 9. Perspectivas de mercado [MB, B,F] 10. Retorno social para a região [S,N]. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Observação regras técnicas de abate. [S,N] 2. Observação das regras técnicas de arraste [S,N]. 3. Observação regras para baixo Impacto. [MB, B,L] 4. Observação critérios silviculturas. [MB, B,L] 5. Observação critérios de compartimentalização dos talhões MB, B,L]. 6. Observação Regras de Segurança de campo [MB, B,L]. 7. Observação critérios de construção e distribuição dos pátios de estocagem MB, B,L] 8. Observação controle produção. [S,N] 9. Parâmetros técnicos das estradas [MB, B,L]. 10. Observação do controle Transporte final [MB, B,L]. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Checagem amostral no talhão do comprometido como taxa de extração com o realizado[S,N]. 2. Checagem amostral no talhão relativo danos de baixo Impacto [MB, B,L] 3. Checagem amostral tratamentos silviculturais realizados [MB, B,L]. 4. Checagem do previsto para exploração com o volume comercializado[MB, B,L]. 5. Checagem do respeito do ciclo previsto para o talhão [S,N]. 6. Critérios p/monitoramento Parcelas Permanentes e atualização taxa de extração dos próximos anos. [MB, B,L] 7. Análise estrutura custos/eficiência. 8. Programa formação da Empresa [S,N].

(*)MB = Muito Bom; B = Bom; L = Lacunas; S = Sim; N = Não; F = em formação.

Interpretação do quadro acima:

ANTES

- a) As atividades colocadas como ANTES, ou prévias são aquelas que definem se existem boas ou excelentes condições para realização do PMFS por determinada empresa em determinada área. Nesta fase, uma série de perguntas devem ser respondidas. A seguir são apresentados algumas destas questões que podem facilitar a análise de cada item

1. Checagem da existência e qualidade do Plano de Manejo

Alguns dos fatores a serem considerados:

- Existe o plano e segue modelo do IBAMA?
- Tem qualidade com instruções técnicas, silviculturais e administrativas ou apenas trata-se de mera instrumento formal?
- Verifica-se no PMFS qualidades de análise do potencial da floresta; critérios para definição da taxa anual permitida de exploração?
- Existe preocupação com um planejamento que facilite a administração real da floresta?
- Estão sendo obedecidas as leis e códigos florestais nacionais?
- Quais as estimativas de produção, custos e tempo? Estas informações são realistas?

É fundamental checar como são feitas as previsões de exploração e verificar se o PMFS contempla este tipo de análise e preocupação:

- A determinação do volume explorado por espécie influenciará na taxa anual permitida de exploração e deve considerar fatores como:
 - Volume e presença da espécie nas classes de DAP comercial e de estoque;
 - Presença de indivíduos na regeneração natural;
 - Análises das estruturas horizontal e vertical da espécie dentro do talhão.
- Também deverá haver uma determinação clara a partir do plano de manejo, dos seguintes itens:
 - número médio de árvores a retirar por hectare;

- designação das espécies a serem extraídas;
- percentagem por espécie;
- volume total por hectare;
- marcação das árvores matrizes;
- definição dos limites de diâmetro por espécie e
- técnicas de exploração a serem utilizadas.

2. Checagem da relação do inventário estatístico com PMFS

- Existe relação do previsto para exploração com os dados de inventário (volume, densidade, frequência, ocorrência da espécie, etc)?
- Estas informações são compatíveis com outras informações existentes sobre a região?

3. Checagem da existência de pessoal técnico qualificado em manejo Baixo de Impacto

Para análise deste item é importante a resposta a estas questões:

- A empresa possui em seus quadros pessoal técnico qualificado (engenheiros florestais, técnicos florestais)?
- O pessoal técnico tem conhecimento dos parâmetros (ou forma de estimá-los para a região) para o cálculo prévio das operações de manejo?
- O pessoal técnico tem conhecimentos de planejamento operacional e seu lay-out?
- Existe equipes qualificadas para demarcação dos talhões?
- Existe pessoal qualificado para realização do Inventário a 100%?
- Existe pessoal capacitado para instalação das Parcelas Permanentes?
- Este pessoal realizou algum curso de treinamento em exploração florestal ou técnicas de baixo impacto?
- No caso de trabalho terceirizado as questões continuam as mesmas pois são responsabilidade final da empresa.

4. Checagem do planejamento previsto para ano corrente e próximo

O planejamento (de exploração propriamente dito) deve ser considerado como parte do PMFS.

Este planejamento contém questões estratégicas (longo prazo) e táticas (curto prazo).

As perguntas principais que já devem estar respondidas são 3: Como será feita a exploração; quem se encarregará das operações e quando serão feitas?

Dentro destas três vertentes principais encontram-se questões como:

- Qual o sistema tecnológico a ser utilizado (toro longo, toro curto)? Se pretende a combinação/utilização de equipamentos diferentes? Quais equipamentos? Existe a necessidade de selecioná-los previamente?
- Como esta sendo definido o planejamento para a exploração do ano corrente? Existe número de pessoal e equipamento adequado para cada atividade no período ideal?
- Quando se pretende começar a exploração? Qual o período/momento ideal para cada atividade?
- Estão sendo considerados fatores importantes como adequada divisão de talhões; pátios de estocagem com tamanho ideal e número suficiente; instalação das parcelas permanentes e inventário pré-exploratório (100%) e corte de cipós?

5. Inventário 100%

- Foi realizado o Inventário 100% nos talhões de exploração?
- Os mapas já estão disponíveis para o talhão?
- Qual a metodologia utilizada?

6. Planejamento e abertura de estradas e picadas de arraste

- Como ocorreu (ou está ocorrendo) o planejamento das estradas e rede de arraste?
- Houveram considerações de densidade da rede, largura máxima, inclinação máxima permitida; distancia máxima de

arraste, ponto de equilíbrio entre estradas e arraste visando menor custo e dano ambiental?

- Está sendo considerado o potencial diferenciado das tipologias florestais?
- Foi calculado quanto se construirá de estradas este ano e nos próximos? Qual o padrão de qualidade escolhida, localização e custo por km e total?
- Estas sendo planejadas e abertas as trilhas de arraste de acordo com inventário a 100%? Já estarão concluídas no momento de exploração?

7. Existência de equipes de campo qualificadas em Manejo Baixo Impacto (derruba e arraste)

- As equipes de campo são qualificadas?
- Tem curso de derruba e traçamento?
- As equipes de arraste sabem “ler” um mapa de inventário a 100%? Estes itens devem ser checados com algumas das próprias equipes de abate.
- Os operadores dos tratores florestais estão informados sobre o dano que o trator causa no povoamento quando do deslocamento e valor das árvores de pequenos diâmetros remanescentes?

8. Monitoramento previsto: Silvicultural, Ambiental e de Produção

- Que critérios serão utilizados para o monitoramento dos itens abaixo:
-
- Silvicultural: respeito a taxa anual permitida de exploração; corte de cipós (realizado já neste período); desbaste; cuidados com a regeneração e crescimento; parcelas permanentes (que já deverão estar instaladas neste período) etc.
- Ambiental: monitoramento do dano ao povoamento como um todo (estradas, picadas de arraste, dano a outras espécies no momento da derruba, etc.)
- Produção: fichário especial para monitoramento de produção, tempos, consumos e custos finais.

9. Perspectivas de mercado

- Quais as perspectivas de venda do produto explorado?
- O contrato de venda do produto já está feito?
- Como se comporta o mercado local.
- Quais as espécies mais aceitas?
- Quais as espécies potenciais?

10. Retorno social para a região

- Havia antes outras atividades empresarias na região?
- É significativa a oferta de empregos?
- Existe a previsão de escola para filhos de operários?
- Existe a previsão de Postos de Saúde para as famílias dos trabalhadores da empresa? Outras atividades podem ser geradas na região à partir desta?
- Existe o perigo do manejo influir em atividades tradicionais da região?
- Zonas tradicionais ou históricas estão mapeadas e protegidas?

DURANTE

b) As atividades especificadas como DURANTE são aquelas que devem ser observadas no período de exploração propriamente dito. A seguir algumas especificações para sugestão de análise:

1. Observação regras técnicas derruba

- Os abatedores deverão já estar treinados por equipe especializada.
- Devem ser definidos os blocos de abate diário (aproximadamente de 2 a 3 ha/dia/equipe) com uma ordem previamente estabelecida. Normalmente o abate deve ser realizado subindo a declividade em terreno acidentado, para evitar trabalhar-se com toras abatidas terreno acima com a possibilidade de rolarem (CONWAY, 1982).
- É proibido abater fora dos critérios técnicos indicados tais como utilização de boca de corte adequada ao diâmetro da

árvore; corte de queda correto com degrau de queda e técnicas indicadas para árvores com sapopemas (quando for o caso), e situações específicas derivadas de inclinação da árvore, podridão do tronco, etc.

- Principais técnicas a serem utilizadas:

- Boca de corte

A boca de corte deve ter aproximadamente $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ do diâmetro (largura máxima) da árvore.

O corte superior (inclinado) deve ser feito em primeiro lugar e o inferior (horizontal) em segundo. Isto facilitará o encaixe dos dois cortes evitando (devido a maior controle do operador) que um ultrapasse o outro e possa ocasionar dano no abate, como veremos mais tarde.

O ângulo da boca de corte é de 45° . O próprio cabo da motosserra é utilizado para a checagem deste ângulo.

As finalidades básicas da boca de corte são três: (1) direciona a árvore na direção de queda desejada, (2) ajuda a controlar a árvore para que ela escorregue do cêpo e não pule (perigo para o operador) e (3) facilita a ruptura da dobradiça no momento adequado e faz com que a árvore evite um movimento brusco para traz (CONWAY, 1978).

- Dobradiça

Faixa de madeira deixada sem cortar entre a boca e o corte de queda. Evita que a árvore caia inesperadamente e deve ter uma espessura adequada. Como o próprio nome diz, ela funciona como uma dobradiça, "segurando" a árvore para ela cair corretamente. A dobradiça é fundamental para se evitar erros e acidentes quando da queda de árvore.

A largura ideal da dobradiça é $\frac{1}{10}$ do diâmetro. Exatamente como na proporção do desenho. É uma barreira invisível que proíbe o operador de cortar com o sabre aquela área.

- Corte de queda

Uma vez que a boca de corte está feita e já sabemos que devemos manter um pouco de madeira entre a boca e o corte

de queda sem cortar, podemos agora executar o corte de queda (ou derrubada) com mais segurança e calma.

Dependendo do tamanho da árvore o corte de queda variará sua altura com o corte horizontal da boca de corte. Normalmente estará entre 5 a no máximo 20 cm acima do corte horizontal criando o degrau de queda.

- Orelha de corte

São pequenas bocas de corte laterais a dobradiça. Devem ser utilizadas quando as árvores tiverem possibilidade de lascar no momento do abate.

- Mudança na direção de queda (da natural para a desejada)

A Direção de queda natural é aquela direção de queda que verificamos que a árvore tem por causa da sua forma, peso dos galhos, inclinação natural e outras causas naturais.

Entretanto, para proteger outras árvores da floresta que estão por perto e podem crescer e ter valor mais tarde (ou por outros motivos de segurança) podemos desejar outra direção de queda da árvore (direção desejada).

A regra mais útil é deixarmos mais larga a dobradiça do lado que queremos direcionar a queda da árvore. Como esta parte da dobradiça está mais resistente, forçará a queda nesta direção pois resistirá mais a romper-se.

Também auxiliará a mudança de queda a colocação de uma cunha do lado oposto (o lado em que a dobradiça está mais fino).

2. Observação das regras técnicas de arraste mecanizado

Para o seu planejamento a atividade de arraste deve considerar os seguintes pontos:

- Os operadores dos tratores e chokers (estropeiros) devem ser treinados.
- Definir uma zona de atuação do trator de arraste para evitar problemas no movimento das máquinas. Esta zona terá uma área de 1 a 3ha.

- Definir plano operacional adequado para trator, visando reduzir o tempo de ciclo e aumentar a capacidade de arraste.
- Avaliar o 'tempo ciclo/ideal' de cada trator e carga/ideal (BRAZ & OLIVEIRA, 1997).
- Visando um aumento na capacidade de arraste a direção escolhida deve ser descendo a declividade um aumento na capacidade de arraste.
- A atividade arraste só deve iniciar no bloco a ser explorado, após a finalização completa do abate no mesmo, normalmente já realizada com um dia de antecedência.
- Em condições de terrenos muito inclinados, quando se planeja o arraste, é recomendado (SEDLACK, 1982) que os limites da zona de arraste devem ficar em $b/3$ subindo determinada inclinação e $2b/3$ (sendo b a distancia entre duas estradas onde passa o transporte secundário) para o sentido de descendo a inclinação do terreno, resultando em distâncias médias teóricas de arraste de respectivamente $b/6$ e $b/3$ (Figura 1). Deve-se buscar para o arraste normalmente o sentido descendo a declividade sempre quando possível.

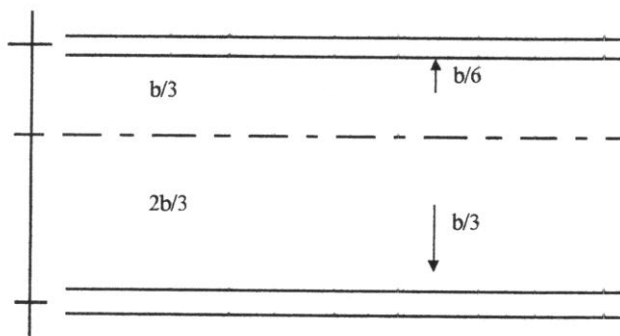


FIGURA 1: Limite de arraste em áreas inclinadas (- - - - Limite da zona de arraste)

Fonte: SEDLACK (1982)

- O plano operacional específico de arraste, será composto das seguintes operações (HENDRISON, 1989):

a) busca das árvores abatidas usando mapa de localização (inventário 100%);

b) direcionamento do trator até as toras pelo caminho de menor dano (isto já está definido pelo balizamento das trilhas de arraste);

c) uma ou no máximo duas toras quando possível serão conectadas ao cabo de aço do guincho.

d) com a carga completa o trator de arraste dirige-se para o pátio de estocagem para descarregar as toras e retornar a zona de abate (sempre pelos caminhos balizados para menor dano ao povoamento e caminho mais curto).

e) uma nova carga já deve estar pronta pelo estropeiro (responsável pelo engate das toras).

3. Observação das regras para garantia do Baixo Impacto

• Derruba

- É fundamental que façamos uma “exploração cuidadosa”;
- Este termo significa que vamos abater as árvores tomando muito cuidado para danificar o menos possível o nosso povoamento. Afinal é ele que pode proporcionar uma renda extra.
- Deve-se abater corretamente, podendo direcionar melhor a árvore, protegendo as árvores de espécies de valor (ou potenciais) de diâmetros ainda menores que o padrão comercial.
- Deve-se cortar os cipós que prendem as copas das árvores para evitar danos a estas no momento do abate (preferencialmente no ano anterior a esta atividade).
- Devemos também planejar os caminhos e picadas para alcançar estes troncos causando o menor dano a outras árvores menores de regeneração. É importante a utilização do mapa da área oriundo do inventário 100%. Principalmente se os toros forem extraídos com maquinaria pesada.
- Abater somente as árvores que se tem certeza que vai utilizar. Tentar identificar se o tronco das árvores estão podres por dentro (ou ocados) antes de abatê-la. Ela pode não ter utilidade abatida mas tem utilidade em pé, pois diminui o efeito das clareiras, produz sementes, frutos para a fauna, etc.

- Serão selecionadas e mantidas algumas árvores de grande porte a intervalos regulares com vista ao favorecimento da manutenção da regeneração natural.
 - Deve-se respeitar as regras de não abater em áreas de preservação permanente do Código Florestal (áreas muito inclinadas, cabeceiras e margens de rios e igarapés, etc.). Procurar os técnicos do órgão controlador de florestas como IBAMA e solicitar seu apoio.
 - Dividir a área em compartimentos, considerando o acesso das estradas, divisões naturais do terreno, volume médio, considerações de carácter silvicultural.
 - As árvores devem ser abatidas de modo a evitar danos ao povoamento. Isto pode ser feito com técnicas de abate direcionado, que pode também facilitar o arraste. A orientação do abate (abate direcionado) pode diminuir a distância de arraste, e diminuir significativamente o nível de dano na população florestal remanescente. A direção de queda deve estar entre 30 e 60 graus com relação a trilha de arraste.
 - Deve-se evitar abater árvores muito junto umas das outras. Quando a clareira fica muito grande a regeneração é composta normalmente por espécies "pioneiras", e por conseguinte, de pouco valor econômico ou de utilidade (BRAZ & OLIVEIRA, 1997b).
 - Deve ter-se o cuidado de abater somente, as árvores que vão ser utilizadas. Deve-se identificar se o tronco das árvores estão podres (com um corte vertical com o sabre da motosserra), ou ocados (batendo-se na árvore) antes de abatê-la (KLASSON & CEDERGREN, 1996).
- Arraste
 - Os tratores skidders são preferíveis aos tratores de esteira. Seus pneus e fácil manobrabilidade podem reduzir em muito o dano ao povoamento (pequenas árvores e regeneração natural) e ao solo.
 - Os tratores de arraste modernos podem operar em inclinações severas. Entretanto produzem dano ao solo, perdem em eficiência e conduzem a rápida depreciação da máquina (DYKSTRA & HEINRICH, 1995). Por isso áreas muito inclinadas devem ser

evitadas nas operações de arraste. O limite de inclinação do terreno deve andar a volta de 30%.

- Outro fator importante é o dano que podem causar as trilhas de arraste. Como normalmente o arraste é feito ao acaso, devido ao denso sub-bosque da floresta tropical isto pode alcançar entre 60 a 80% da área.

Para evitar esta situação deve ser planejado e desenhado um "sistema de trilhas de arraste" junto ao plano de exploração e indicada no terreno no período ideal por sinais como bandeirolas baseando-se em estudos de mapas e terreno (DYKSTRA & HEINRICH, 1995).

A área atingida pode se reduzir a volta de 20%. Sem dúvida isto pode reduzir não somente danos como os custos de operação.

- Os tratores devem se manter normalmente dentro do sistema previsto de arraste e se necessário utilizar o guincho para puxar as toras a partir de um determinado ponto, significando redução no distúrbio ao solo, compactação, dano as árvores residuais e proporciona sem dúvida um menor custo de operação (DYKSTRA & HEINRICH, 1995).
- A abertura das trilhas de arraste devem ser limitadas ao máximo para redução do dano ao povoamento. É preferível cortar o sub-bosque com facões e aparar com motosserra os tocos para evitar dano aos pneus do que utilizar a lâmina do trator de arraste. Esta deve ser utilizada o mínimo possível para diminuir dano ao povoamento. Com relação também a lâmina deve-se evitar andar com ela descuidadamente abaixada quando em deslocações no povoamento pois isto produz severos danos a vegetação.
- As trilhas de arraste devem ser desenvolvidas o mais reto possível, mudando quando necessário para evitar terrenos instáveis ou muito inclinados (30%). Neste caso deve-se fugir da inclinação, andando diagonalmente.
- A largura da trilha deve ser a menor possível (em média 3,5m). No máximo 4,5m para tratores pesados.
- Preferencialmente os tratores nunca devem cruzar igarapés.
- Como foi mencionado anteriormente em descendo a declividade se obtém maior capacidade no trator quando necessário. Entretanto sempre que possível (e isto poder se processar de forma natural) é preferível o sentido de subindo a declividade no que se refere ao dano ambiental (DYKSTRA & HEINRICH,

1995). Isto tende a dispersar o escoamento superficial da água na vegetação circundante (o contrário faz o sentido contrário que tende a concentrar a água no ponto de carregamento inicial das toras).

3.1 Para garantia da diversidade biológica da área, existem normas que podem dar suporte ao planejamento do manejo florestal (baseado em ITTO, 1990):

a) Os tratamentos silviculturais considerarão as espécies úteis a fauna ou espécies-chave do ponto de vista ecológico;

b) Árvores mortas em pé ou caídas em decomposição não serão retiradas da área da floresta;

c) Não serão utilizados substâncias químicas nos tratamentos silviculturais das espécies madeireiras;

d) Serão selecionadas e mantidas algumas árvores de grande porte a intervalos regulares com vista ao favorecimento da manutenção da diversidade biológica;

e) Os compartimentos de abate serão explorados alternadamente possibilitando ter dentro da zona de abate áreas recentemente exploradas e áreas de antigo crescimento;

f) Serão mantidas grandes áreas dentro da floresta como zonas de preservação intangível.

4. Observação dos critérios silviculturais previamente definidos

Verificar se tratamentos silviculturais e demais recomendações contidas no PMFS estão sendo realizados tais como desbastes necessários e formas prescritas de condução da regeneração.

5. Observação dos critérios de compartimentalização dos talhões

- Para evitar excessivos cortes e aterros, travessia de igarapés significativos e principalmente garantia de manutenção de nascentes, os limites dos compartimentos devem ser formados principalmente de acordo com situações naturais do relevo local.
- Na definição dos compartimentos, estes não necessitam ter exatamente o mesmo tamanho mas principalmente facilidade

de movimentação da maquinaria com o menor dano ao povoamento e possivelmente minimização de custos de extração (HENDRISON, 1989).

- A produção constante deve ser buscada então com o planejamento de compartimentos com potenciais semelhantes e neste caso as diferenças entre tipologias florestais devem também ser consideradas, despreocupando-se com compartimentos efetivamente simétricos, que muitas vezes comprometem as necessidades de mercado e povoamento remanescente.
- A compartimentalização e planejamento das estradas são ações que devem buscar uma combinação geométrica, visando menor dano ambiental ao povoamento e maior acesso, sempre norteados pelos menores custos possíveis.

6. Regras de segurança de campo

• Derruba

- Os técnicos responsáveis e equipes de campo sabem normas de segurança no trabalho de derruba (principalmente direção de queda, distancia entre abatedores, técnicas de abate e toragem, etc) e arraste em floresta tropical?
- Considerar fatores ergonômicos, de alimentação e clima.
- Deve ser determinada a distância ideal de segurança entre abatedores, como duas vezes o tamanho da árvore de altura média do povoamento. Sempre que se for iniciar o trabalho, deve-se saber visualmente (ou no mínimo escutando) a distancia onde está o próximo operador (mesmo que tenha que interromper o trabalho).
- Escolher calmamente os tipos de corte ou toragem que serão utilizados.
- Procurar executar todas as operações com calma, concentrando-se em todos os passos. A pressa pode custar a vida ou no mínimo danos a boa parte de uma madeira valiosa.
- Remover arbustos ou galhos perto ao redor da árvore a ser abatida. Preparar as rotas de fuga.
- A motosserra deve estar desligada nos deslocamentos em busca de outras árvores.

- Árvores com forte inclinação devem além das técnicas normais de abate nestes casos, ser acrescentadas as orelhas de corte para evitar a “cadeira de barbeiro”.
 - Deve se estar certo que pode traçar a árvore com segurança.
 - Sempre trabalhe do ponto mais baixo para o mais alto do terreno.
 - Fazer os caminhos de fuga.
 - Nunca abater as árvores em cadeia (mandado). Isto é o fator de maior causa de mortes na Amazônia.
 - Quando torar uma árvore com pressão lateral, acabar o corte sempre do lado em **compressão**.
 - Sempre que for iniciar o corte de queda dar um grito de advertência para seus colegas.
 - Ao se transportar a motosserra a corrente deve estar parada.
 - Em caso de vento forte, nevoeiro ou crepúsculo não se deve abater.
 - Utilizar sempre calçados e quando possível equipamentos de proteção (para as pernas e rosto principalmente). Protetores dos ouvidos são indispensáveis.
 - Mesmo em trabalhos de desrama deve se manter uma distância mínima entre os operários de 3 (três) metros. Não virar bruscamente com a motosserra ligada.
 - Leve sempre um kit de primeiros socorros para o campo por grupo de 5 (cinco) equipes.
 - Dar manutenção básica necessária ao equipamento.
 - Não deixar sem supervisão e solução árvores cortadas que não caíram por terem ficado presas nas copas de outras árvores.
 - A zona de abate é área perigosa. Evite pessoal ou suspenda os trabalhos.
- Traçamento

A toragem (traçamento) envolve além de necessidades de segurança no trabalho, possibilidades de dano a madeira. Este item deve ser considerado para treinamento com especialistas pois também necessita técnicas adequadas.
 - Arraste
 - a) O trator não deve andar na área de abate.

- b) Operador do trator e choker devem estar treinados a trabalhar em conjunto. Um e outro devem saber continuamente sua posição. A dificuldade de visão pela posição da lamina, vegetação do sub bosque, barulho da máquina podem impedir a visão do operador de pessoas que cruzem a trilha durante o deslocamento do trator.
- c) A velocidade deve ser reduzida em marcha em vazio na trilha e com a máxima atenção do operador.
- d) A atenção deve ser máxima nos movimentos dentro do pátio de estocagem.
- e) Não deve haver pessoal não pertencente aos trabalhos nas áreas de operação (somente com conhecimento prévio e conhecimento dos operadores).

7. Observação de critérios na construção e distribuição dos pátios de estocagem

- A distribuição dos estaleiros também deverá ser otimizada (ou seja, nem mais nem menos que o número necessário, no tamanho ideal para o volume pretendido de extração) concorrendo para facilitar o arraste e também não exceder o ideal, evitando maior dano ao povoamento e custos desnecessários. É fundamental neste momento se ter em mão resultados do inventário a 100% em forma de mapas da área plotados sobre mapas base com curvas de nível. Só após esta análise, e escolha teórica nos mapas, se passará para materialização no terreno.
- Para uma densidade de 20 m/ha de estradas secundárias o estaleiro servirá para receber madeira de 20 hectares aproximadamente. Para densidades menores (e mais adequadas a floresta tropical) como 10m/ha de densidade de estradas, cada pátio de estocagem serve para 80 hectares. Isto significa menos estradas e menos pátios de estocagem com uma distância média teórica de arraste dentro de confortáveis 250m apenas. Em todo caso não se deve esquecer que o número final de pátios de estocagem por talhão dependerá também do volume que será explorado, quantidades de máquinas que serão necessárias movimentar diariamente para se alcançar a meta entre outros fatores.
- O tamanho do estaleiro também deve ser otimizado, de acordo com o potencial da área. Como regra geral o seu dimensionamento estará em 25x35m, com faixas de circulação laterais para entrada e outra para a saída do skidder. Estes acessos devem proporcionar ao trator de arraste

um movimento quase linear dentro do pátio possibilitando a aproximação paralela a pilha em formação e saída imediata do mesmo. A disposição paralela das toras é fundamental para facilitar o carregamento e funcionamento geral do estaleiro (BRAZ et al, 1995). Com um movimento pré determinado de recuo, o trator pode se posicionar a cada três passadas no estaleiro para empurrar com a lâmina as toras ou tronco inteiros para a pilha e com o mesmo movimento retornar a posição original para abandonar a área.

- O tamanho do pátio de estocagem tamanho deve permitir o trabalho sistemático das atividades de carregamento, traçamento (se realizada no estaleiro) e movimentação do trator de arraste.
- A construção do estaleiro será realizada através do trator de esteira ou do próprio skidder.
- O local exato dos pátios será ao longo das estradas secundárias em distâncias regulares segundo o mencionado no primeiro item. Terão influência a proximidade de concentração de árvores comerciais direção de arraste, trator que vai ser utilizado, das diferentes condições topográficas e das menores distâncias ao estaleiro visando reduzir dano ao povoamento.
- O local deve ser plano, com poucas árvores de grande porte (para evitar modificar drasticamente a estrutura da floresta), seco (todo ou a maior parte do ano) e quando possível originário de clareira natural (FFT, 1999).

8. Observação do controle da produção

- Devem ser utilizados fichários para compilação das informações de campo por equipamento/unidade de atividade, de maneira que a produção diária, horas efetivas de operação, consumo de combustível, lubrificantes, tempo perdido e manutenção, sejam computados. Estes dados serão acumulados em registros semanais e transferidos para uma planilha de custo mensal.
- A ficha de controle final contará com o somatório dos custos de todos os equipamentos e atividades (e incluindo também os custos fixos). A relação com a produção total nos indicará o custo por metro cúbico e possibilitará comparação com o planejado.

- Para o controle total, três situações devem ser consideradas: planejamento, execução e avaliação. No planejamento estará indicado o volume de exploração a ser extraído por mês.
- A fase de execução será controlada pelos planos de controle diário e semanal. A fase de avaliação se realizará com a acumulação dos planos semanais e indicadores de eficiência fornecidos por simulações, padrão regional ou informações técnicas do fabricante. Este padrão será indicado e controlado por bloco de atividade em uma “carta de controle”, onde dia a dia ter-se-á uma idéia da produção.
- Caso a produção caia ou não seja normalmente favorável, será fácil identificar o problema e saná-lo. A análise destes fatores proporcionará um relatório que poderá redirecionar o planejamento para o próximo mês ou semestre.

9. Parâmetros técnicos das estradas

• Densidade

Na Amazônia, as florestas com potencial de manejo possuem diferentes tipologias, volumes comercial e potencialmente aproveitáveis por hectare, topografia e solos variados. Isto implicará sempre em diferentes densidades ideais de construção de estradas florestais para manejo, tornando necessário a utilização de metodologia que defina quando optar pelo menor custo e quando o menor dano ao povoamento e a densidade que contribuirá para a melhor combinação destes fatores.

Como normas gerais podemos considerar:

Normalmente a densidade oscilará entre 6 a 15 m/ha. Somente em áreas com baixíssimo volume por hectare, obteremos densidades como de 3m/ha de construção de estradas. Mas dificilmente abaixo desta. Uma densidade de 20m/ha somente em áreas muito ricas (BRAZ, 1996).

Também devemos levar em conta que quanto mais difíceis sejam as condições topográficas, maior será a densidade de estradas secundárias.

• Construção das estradas

O planejamento para construção das estradas florestais deve visar menor movimento de terra e impacto no solo, e por conseguinte menor

dano, padrões de segurança e menor custo. As estradas, normalmente devem seguir os divisores de água com solo com capacidade suporte ideal.

O planejamento, locação e construção deverá considerar então:

- seleção econômica do padrão de estradas;
- parâmetros técnicos (ver Tabelas 1 e 2):
 - a) inclinação do terreno;
 - b) faixas de segurança;
 - c) largura máxima;
 - d) desenvolvimento das curvas verticais e horizontais e) perfis longitudinais e transversais adequados.
- drenagem necessária (ver Tabela 3);
- mínimos movimentos de terra nos cortes e aterros.

TABELA 1: Caracterização das estradas (perfil longitudinal) (%)

Categoria do Terreno	Com carga	Vazio
Pouco acidentado	4	8
Muito acidentado	8	12

Fonte: CTFT (1989).

TABELA 2: Caracterização das estradas (parâmetros mínimos)

Raio	Sobrelargura	Tangente
20	2.5	20
40	1.3	25
50	1.0	30
100	0.5	30

Fonte: CTFT (1989).

TABELA 3: Padrão mínimo de distribuição dos drenos

Percentual de inclinação do terreno	Espaçamento entre drenos
5	80
6	65
7	55
8	45
9	40
10	35
11	30
12	20-30

Fonte: HEINRICH (1973)

10. Observação controle do transporte final

- Checar normas de carregamento.
- Segurança no carregamento e transporte.
- Checar peso do eixo do veículo e qualidade da estrada:
 - as estradas devem ter manutenção constante,
 - estradas de terra e pátios de carregamento não devem ser utilizados em períodos de grande precipitação,
 - o peso das cargas deve estar de acordo com a capacidade suporte dos solos das estradas.
- Checar produto final (espécies e volume transportado) e previsto no PMFS.
- Checar guias de transporte.
- Somente pessoal treinado e licenciado deve manejar os caminhões.

APÓS A EXPLORAÇÃO

c) A seguir indicamos as atividades a serem checadas pós exploração e sugestões para auxiliar na análise:

1. Checagem amostral no talhão do comprometido como taxa de extração com o realizado

- Deve ser sorteado (ou selecionados ao acaso) determinado número de talhões (e partes deste talhão) para análise se não foram extraídas espécies diferentes das previstas no PMFS, volumes diferentes; etc.
A avaliação é feita através de mapas oriundos do inventário a 100%.

2. Checagem amostral no talhão relativo danos de baixo Impacto

- Deve ser sorteado determinado número de talhões (e/ou partes deste talhão) para análise dos danos e mitigação dos mesmos realizados na fase de exploração.
A avaliação é feita observando-se as clareiras produzidas pela derruba e checando os danos ocorridos.

- Comparar com os dados do monitoramento ambiental fornecido pela própria empresa e mencionado na parte denominada ANTES.
- Fazer um cruzamento do obtido com parâmetros suportáveis indicados em trabalhos científicos.

3. Checagem amostral tratamentos silviculturais realizados

- Deve ser sorteado determinado número de talhões (e/ou partes deste talhão) para conferir tratamentos previstos (e suas épocas) e os efetivamente realizados.
- Comparar com os dados do monitoramento silvicultural fornecido pela própria empresa e mencionado na parte denominada ANTES.

4. Checagem do previsto para exploração com o volume comercializado/transportado

- Comparação dos dados previstos no PMFS e comercializado/transportado da área.

5. Checagem do respeito do ciclo previsto para o talhão

- Verificar se está sendo respeitada (e monitorada para verificar sua adequação) o ciclo definido, limites de diâmetro, taxa permitida de extração e tamanho dos compartimentos de abate definidos por ano.
- Verificar se esta sendo respeitado (e que garantias existem para sua continuidade) o ciclo previsto.

6. Critérios p/monitoramento Parcelas Permanentes e atualização taxa de extração dos próximos anos

- Checar utilização dos dados das Parcelas Permanentes nos critérios de decisão da empresa.
- Checar pessoal qualificado para análise dos dados das Parcelas Permanentes na empresa.

7. Programa de formação da Empresa

- Existe um programa de aperfeiçoamento dos técnicos e operários com relação a implementação do PMFS? Esta bem estruturado?
- Quais as previsões para curto, médio e longo prazo nesta área?
- Conta com apoio e/ou parceria de Instituições de pesquisa e entidades não governamentais?

8. Análise estrutura custos/eficiência

- Avaliar dados de monitoramento de produção fornecido pela empresa previsto na fase ANTES.
- Qual a qualidade do resultado do manejo no ano anterior de acordo com critérios econômico/ financeiros/ambientais?

IV. PONTUAÇÃO E ANÁLISE:

Antes	Durante	Após
1. 3- 2- 1/0	1. 3-0	1. 3-0
2. 3- 2- 1/0	2. 3-0	2. 3-2-1/0
3. 3- 0- 1,5	3. 3-2-1/0	3. 3-2-1/0
4. 3- 0- 1	4. 3-2-1/0	4. 3-2-1/0
5. 3- 0	5. 3-2-1/0	5. 3-0
6. 3-2- 1/0	6. 3-2-1/0	6. 3-2-1/0
7. 3- 0- 1,5	7. 3-2-1/0	7. 3-0
8. 3-2-1	8. 3-0	8. 3-0
9. 3-2-1,5	9. 3-2-1/0	
10. 3-0	10. 3-2-1/0	
Σ 30/ 17/8,5	Σ 30/20 /13	Σ 24/14 /10

Os valores MB(muito bom) e S (sim) sempre serão 3.

Os valores para B (bom) sempre serão 2.

Os valores para N (não) sempre será 0.

F (em formação) sempre será 1,5.

L (lacunas) poderá variar de 0 a 1.

A presença de qualquer que seja zero sublinhado indica que a atividade é de importância vital e como obteve valor zero, anula o resto de toda pontuação anterior. As possibilidades de manejo não são viáveis.

No momento **ANTES** a nota máxima que pode ser obtida é 30. Entre 17 e 30 as condições estão muito boas, desde que como o avisado acima não exista nenhuma nota zero sublinhado que invalida toda pontuação.

O valor 8,5 é um valor limite mínimo, desde que não exista nenhuma nota zero sublinhado.

O mesmo sistema de interpretação deve ser utilizado para para os momentos **DURANTE** e **APÓS**.

Valores perto de 70% (desde que não exista nenhuma nota zero sublinhado) do máximo possível a ser obtido em cada momento recomendam a empresa como modelo além de sustentável.

IV. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BRAZ, E. M.; OLIVEIRA, M. V. N. d'. Planejamento de arraste mecanizado em floresta tropical. Rio Branco Ac: Embrapa-CPAF/AC, 1997a. 6p. (Embrapa-CPAF/AC. Instruções Técnicas, 5).
- BRAZ, E.M. **Otimização da Rede de Estradas Secundárias em Projetos de Manejo Sustentável**. EMBRAPA-Acre. Rio Branco. 1996 (Circular técnica no.15).
- BRAZ, E.M. & OLIVEIRA, M.V.N. d'- Arraste em Floresta Tropical: Análise para identificação dos parâmetros ideais. Rio Branco, Acre.1995. **Anais do II Simpósio Brasileiro sobre Colheita e Transporte Florestal**. Salvador 1995. Anais..., p.222-237.
- BRAZ, E.M.; OLIVEIRA, M.V.N. d'- Planning to reduce damage. **Tropical Forest Update**. Yokohama, Japão, 1996. v.6, n. 9, 1996.
- CATERPILLAR - **Performance Handbook**. Edition 21. 1990.
- CONWAY, S. **Timber Cutting Practices**. San Francisco: Miller Freeman. 1978.
- CTFT. (Centre Technique Forestier Tropical). **Memento du Forestier**. Ministère la Coopération et du Développement. France. 1989.
- DYKSTRA, D.P. & HEINRICH, R. **FAO Model Code of Forest Harvesting Practice**. Rome: FAO. 1995.
- FAO/ILO. **Chainsaws in tropical forests**. Roma: FAO. 1980.
- FFT. **Manual de procedimentos técnicos para condução de manejo florestal e exploração de impacto reduzido** (versão 3.1). 1999.

- HEINRICH, R. **Logging operations and forest road construction in Nigéria**. Rome: FAO. 1973.
- HENDRISON, J. **Damage-controlled logging in managed tropical rain forest in Suriname**. Wageningen: Agricultural University, The Netherlands. 1989. 204 p.
- ILO (International Labour Organization). **Guide to Safety and Health in Forestry Work**. Fourth Impression. Geneva. 1979.
- ITTO. **Directrices de la OIMT para la Conservacion de la Diversidad Biologica en los Bosques Tropicales de Producción**. n.5. 1993.
- KANTOLA, M. & VIRTANEN, K. **Handbook: on appropriate technology for forestry operations in developing countries**. Helsinki. 1986.
- KITTNER, H. **Técnica e tecnologia na exploração florestal - procedimentos manuais e semimanuais**. Universidade Eduardo Mondlane/Universitat, Dresden. Moçambique. 1985.
- KLASSON, B.; CEDERGREN, J. **Felling the right way: some hints on the art and science of directional felling**. *Tropical Forest UPDATE*. v.6, n.3. 1996.
- OLIVEIRA, M. V. N. d' & BRAZ, E. M. **Reduction of damage to tropical moist forest through planned harvesting**. *Commonwealth Forest Review*. v.74, p. 208-210. Oxford Forest Institute. Oxford. 1995.
- PNUD/FAO/PER/78/003. **Mejoramiento de los sistemas de extraccion y transformacion forestal**. Lima. 1981.
- SEDLACK, O. **General principles on Planning of Forest Roads-Nets, "Logging of Mountain Forests"**. Roma: FAO. 1982.

**COMPARAÇÃO DE DOIS MÉTODOS DE AMOSTRAGEM
NA ESTIMATIVA DE VALORES CORRENTES EM
INVENTÁRIOS FLORESTAIS³**

**COMPARISON OF TWO GROUND-SURVEY METHODS
FOR ESTIMATING CURRENT VALUES IN THE
FOREST INVENTORIES³**

Nelson Yoshihiro Nakajima¹; Flávio Felipe Kirchner¹; Carlos Roberto Sanquetta¹; Marcelo Posonski²

RESUMO

Para fins de inventário qualitativo e quantitativo dos recursos madeireiros correntes de florestas plantadas, ainda o mais usual é a medição das parcelas em campo. Um dos métodos muito utilizado no meio florestal é o método de área fixa com parcelas na forma retangular ou quadrada. Sabe-se que uma grande parte das florestas de *Pinus* do sul brasileiro situam-se em regiões de terrenos acidentados onde, normalmente o método de área fixa de forma circular passa a ser mais eficiente devido ao seu menor perímetro e consequentemente uma menor probabilidade de ocorrência de árvores de bordadura. Por esta razão, esta pesquisa objetivou a comparação entre dois métodos de amostragem, ou seja, o método de parcela circular (CP), e o método de parcela circular concêntrica (CCP). O experimento foi conduzido em plantio de *Pinus*, com três repetições, na região de Itapeva-SP. O povoamento estava com 19 e 20 anos de idade, sem desbaste, totalizando uma área experimental de 451,5 ha. Para as estimativas das variáveis diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume, o melhor método foi o CP.

Palavras-chave: amostragem, inventário florestal, método da parcela circular, método da parcela circular concêntrica.

¹ Professor do Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Paraná – UFPR. E-mail: nakajima@floresta.ufpr.br

² Estudante do Curso de Engenharia Florestal da UFPR. Bolsista da UFPR/Tesouro Nacional.

³ Agência Financiadora: CNPq/ORSA/UFPR

ABSTRACT

For the qualitative and quantitative inventory of the current wood resources in planted forests, the more usual yet, is the mensuration of the plots on the ground. The method commonly used in the forest sector is the fixed area method with plots of rectangular or square shape. It is known that a biggest part of the *Pine* Forests of the Brazilian southern are located on the slope area where, normally the method of the circular plot is more efficient due its little perimeter and hence a little probability of the border trees occurrence. Therefore, the aim of this research was the comparison between two ground-survey methods, that is, the method of circular plot (CP), and concentric circular plot (CCP). The research was carried out, with three repetitions, in the Itapeva region, São Paulo State. The *Pine* Forest was 19 and 20 years of age, no thinning, and the entire research area was 451,5 ha. For the variable estimate of mean diameter, number of trees, basal area and volume, CP method was the best.

Key words: sampling, forest inventory, circular plot method, and concentric circular plot method.

INTRODUÇÃO

Devido à tendência de escassez no fornecimento da matéria-prima florestal na Região Sul e Sudeste, a maioria da indústrias florestais iniciou durante a década de 1960, a implantação de florestas a fim de garantir o fluxo contínuo da madeira.

Adicionalmente, objetivando fomentar e suprir a demanda de matéria-prima florestal, o governo federal estabeleceu em 1966, a política de incentivos fiscais ao florestamento-reflorestamento.

Esses reflorestamentos foram implantados principalmente com espécies exóticas de *Pinus* e *Eucaliptus*, visando a produção de madeira para usos tais como: lenha, carvão, matéria-prima para a produção de celulose, madeira serrada e madeira laminada.

Para atender a essas diferentes destinações industriais, os reflorestamentos de *Pinus* tem sido tradicionalmente manejados priorizando principalmente a produtividade, através de desbastes que constituem no corte de um percentual de árvores, pelo método seletivo, sistemático ou misto, para a redução da competição e consequentemente uma maior rapidez no crescimento das árvores remanescentes, bem como um maior

sortimento de bitolas para uso diversificado. Mas na prática, nem sempre esse método é o mais viável, devido ao alto custo dos desbastes intermediários e os preços pouco compensadores das madeiras obtidas.

Para determinadas condições de sítio, o método de corte raso pode ser economicamente o mais viável, devido ao menor período de rotação como também, o menor custo de colheita da madeira (produção em série). Por isso, a definição prévia dos objetivos da floresta, antes mesmo de sua implantação é de suma importância para um planejamento racional e conseqüente redução de custos. Para as empresas de celulose e papel, mais importante que a variável volume por hectare, é a variável tonelada de celulose por hectare.

Sabe-se que as informações básicas para subsidiar o manejo e o planejamento da produção florestal são obtidas através do inventário florestal. Os dados para esses inventários podem ser obtidos através de medições em campo ou outros recursos como as fotografias aéreas ou imagens de satélites.

No caso de florestas plantadas a nível de empresa, onde normalmente existem os cadastros dos talhões, não se faz necessário o uso desses recursos para fins de estratificação. A fotografia aérea pode ser uma opção de uso para a amostragem das parcelas, mas devido, ainda, a sua baixa precisão não é recomendada.

Para fins de inventário quali-quantitativo em florestas plantadas, ainda o mais usual é a medição das parcelas em campo. Na literatura encontram-se citados vários métodos de amostragem, os quais podem ser utilizados para obtenção dos dados requeridos.

Na Europa, Japão e Estados Unidos, os métodos de amostragem mais utilizados são: método de parcela circular (método padrão), método de parcela circular concêntrica (método suíço), método de amostragem em ponto (método de Bitterlich) e método de amostragem em linha (método de Strand).

A eficiência dos diferentes métodos (tipo, forma e tamanho das parcelas) de amostragem varia de acordo com o tipo florestal, das condições da floresta, das condições da região de estudo, etc.. Por isso, a primeira parte desta pesquisa teve o objetivo de testar a precisão entre os métodos de amostragem de parcela circular e de parcela circular concêntrica, para fins de inventário operacional ou pré-exploratório (estimativa de valores correntes), nas condições das florestas de *Pinus* da região de Itapeva, São Paulo. A adequação do método de amostragem para as condições da topografia e da floresta, possibilitarão um aumento da

precisão para um mesmo esforço de amostragem, nas estimativas das variáveis de interesse e, uma redução do tempo de execução, o que consequentemente refletirá na redução de custos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Situa-se no município de Nova Campina, sul do estado de São Paulo, distante 32 km de Itapeva pela Rodovia Luiz José Sguário. As coordenadas geográficas são 24°05'00" latitude Sul e 48°55'00" longitude Oeste.

Os solos são areno-argilosos e, em algumas áreas são pedregosos com afloramentos rochosos. A topografia predominante varia de ondulado a acidentado, sendo recortado por vales.

A precipitação média anual da região gira em torno de 1.468 mm, sendo a média do mês mais chuvoso e do mês mais seco de 208 e 63 mm respectivamente. A temperatura média anual é de 20,3°C e, as temperaturas médias do mês mais quente e mais frio são 29,3°C e 9,4°C.

Os plantios utilizados neste estudo são de *Pinus elliottii*, sem desbastes, com espaçamentos de 1,80 m por 2,00 m e, estão submetidas ao processo de resinagem de dupla face.

As unidades amostrais foram alocadas sobre três diferentes projetos com área de efetivo plantio de 163,6 ha, 138,5 ha e 149,4 ha, com idades de 19, 20 e 19 anos, respectivamente, totalizando uma área experimental total de 451,5 ha.

Equações volumétrica e hipsométrica utilizadas

Os volumes e alturas totais das árvores foram estimadas através das seguintes equações ajustadas, conforme descritos por POLZL (1998):

- Equação de volume total para árvore individual (Modelo de Stoate)

$$v = -0,11881676 + 0,00020616 * DAP^2 + 0,000030424 * DAP^2 * h + 0,0071273 * h$$

- Equação hipsométrica para altura total (Modelo de Ogawa)

$$1/h = 0,02406845 + 0,54670995 * 1/DAP$$

Processos de amostragem

Os processos de amostragem podem basicamente ser resumidos em: amostragem aleatória, amostragem sistemática e amostragem mista onde se engloba os dois processos anteriores.

Amostragem aleatória: pode ser subdividida em irrestrita e restrita. A amostragem aleatória irrestrita normalmente é menos eficiente que a amostragem aleatória restrita a uma prévia estratificação. Em florestas plantadas, a estratificação pode ser baseada de acordo com a espécie, espaçamento ou densidade, idade, e principalmente índice de sítio. A estratificação deve ser feita com base na característica de interesse. Pode ser aplicada em povoamentos uniformes quanto à variável de interesse, como por exemplo em plantios equiâneos e homogêneos de *Pinus*. É recomendado para amostragens em pequenas áreas ou em áreas de fácil acesso.

Amostragem sistemática: geralmente é utilizada em Inventários Florestais Contínuos (IFC), onde as parcelas permanentes são mais fáceis de serem localizadas nas sucessivas ocasiões (medições). Não é recomendada para florestas cuja variável de interesse possui um comportamento cíclico.

Amostragem mista: a amostragem em conglomerado é um exemplo, a qual é aplicada em populações extensas onde há razoável homogeneidade da variável de interesse.

A determinação do processo de amostragem a aplicar depende de um reconhecimento prévio da área de estudo.

Devido a infra-estrutura existente na área experimental tais como, boas estradas e aceiros, bem como projetos e talhões bem definidos, optou-se alocar os pontos amostrais pelo processo de amostragem aleatório.

Métodos de amostragem

No método de amostragem é definido o tamanho e tipo ou forma das parcelas, de acordo com os objetivos almejados e condições da área em estudo.

Neste estudo foi comparado a precisão nas estimativas do diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume, por hectare, dos métodos de amostragem da parcela circular (método padrão), e da parcela circular concêntrica (método suíço), a seguir descritos.

Método da parcela circular (CP)

É o método padrão de forma circular e raio fixo. Neste método, todas as árvores cujos centros da área transversal estiverem dentro da parcela, são selecionadas. A vantagem desse método é o menor perímetro das parcelas, reduzindo a probabilidade das árvores de bordaduras. Neste estudo, o comprimento do raio utilizado foi de 7,5 m, que corresponde a 0,0177 ha.

As fórmulas usadas para as estimativas das variáveis são (NISHIZAWA, 1972):

$$dm = \text{SUM}(d_i) / n$$

$$hm = \text{SUM}(h_i) / n$$

$$N = n / a$$

$$G = \text{SUM}(g_i) / a$$

$$V = \text{SUM}(v_i) / a$$

Onde: SUM = somatório; dm = diâmetro médio (cm); a = área da parcela circular (ha); hm = altura total média (m); N = número de árvores por hectare; G = área basal por hectare (m^2/ha); V = volume por hectare (m^3/ha); n = número de árvores selecionadas por ponto de amostragem; d_i = diâmetro da árvore "i" selecionada (cm); g_i = área basal da árvore "i" selecionada (m^2); h_i = altura total da árvore "i" selecionada (m); v_i = volume da árvore "i" selecionada (m^3).

Método da parcela circular concêntrica (CCP)

Neste método, dois círculos concêntricos são usados. O raio do menor círculo foi de 6 m e do maior 10 m, que correspondem a 0,0113 ha e 0,0314 ha, respectivamente. O critério de seleção das árvores são as mesmas àquelas utilizadas para o método da parcela circular. No círculo menor todas as árvores foram medidas, enquanto que no círculo maior, somente as árvores de DAP $\geq 23,0$ cm.

Como este método oferece várias possíveis combinações do círculo maior e menor, a combinação mais apropriada foi determinada tomando-se como referência o raio do método da parcela circular, tal que o comprimento do raio do menor círculo do método da parcela circular concêntrica fosse menor que o raio da parcela circular. O raio do círculo maior foi então ajustado, de modo que contivesse em média, o mesmo número de árvores que nos outros três métodos.

As fórmulas usadas para as estimativas das variáveis são (SCHIMID-HAAS et al., 1993):

$$dm = ((\text{SUM}(d_i) / a_1) + (\text{SUM}(d_j) / a_2)) / N$$

$$hm = ((\text{SUM}(h_i) / a_1) + (\text{SUM}(h_j) / a_2)) / N$$

$$N = (n_1 / a_1 + n_2 / a_2)$$

$$G = (\text{SUM}(g_i) / a_1 + \text{SUM}(g_j) / a_2)$$

$$V = (\text{SUM}(v_i) / a_1 + \text{SUM}(v_j) / a_2)$$

Onde: a_1 = área da parcela circular menor (ha); a_2 = área da parcela circular maior (ha); n_1 = número de árvores selecionadas na parcela circular menor; n_2 = número de árvores selecionadas na parcela circular maior; d_i = diâmetro da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (cm); d_j = diâmetro da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (cm); h_i = altura total da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (m); h_j = altura total da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (m); g_i = área basal da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (m^2); g_j = área basal da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (m^2); v_i = volume da árvore "i" selecionada na parcela circular menor (m^3); v_j = volume da árvore "j" selecionada na parcela circular maior (m^3). Os outros termos são os mesmos descritos para o método de parcela circular.

O esquema dos dois métodos de amostragem é apresentado na Figura 1.

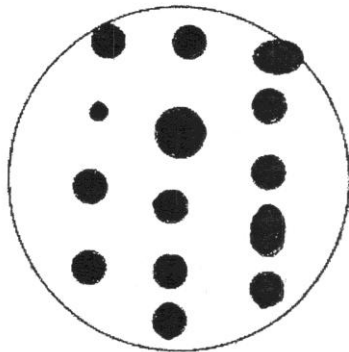
Número de unidades amostrais

Na estimativa do número de unidades amostrais (parcelas) para a amostragem da população, faz-se necessário pré especificar a precisão desejada e conhecer a variação da variável a ser estimada. Isto pode ser obtido através de um inventário preliminar ou piloto.

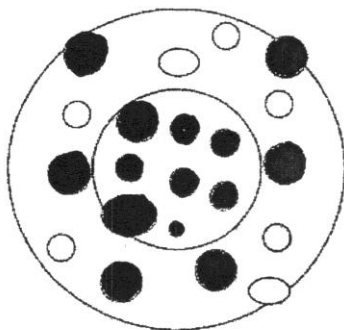
Para fins deste estudo foram realizadas três repetições, com uma intensidade de amostragem de 35 parcelas para cada método e cada repetição, o que pode ser considerado uma grande amostra (SPIEGEL, 1978).

Como o método de amostragem de parcela circular possui raio e área fixa enquanto, o método da parcela circular concêntrica possui uma combinação de círculos com dois diferentes raios, uma forma de transformar os dois métodos para uma mesma base de comparação foi, o

ajuste do “tamanho” das parcelas para que os mesmos contivessem, em média, quantidades de árvores equivalentes.



Método da parcela circular (CP)



Método da parcela circular concêntrica (CCP)

FIGURA 1: Esquema dos métodos de amostragem

Para os dois métodos, os pontos de amostragem foram os mesmos.

Método de medição

Após a definição do tipo de inventário, que no presente estudo foi o inventário operacional ou pré exploratório, para estimativas das variáveis diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume, por hectare; do processo de amostragem; e dos métodos de amostragem a serem comparadas; as unidades amostrais foram alocadas e coletadas as seguintes informações: diâmetro à altura do peito (DAP), algumas alturas, estado fitossanitário das árvores e, estado de manutenção da floresta, os quais forneceram os subsídios básicos para estimativa de volume, área basal, diâmetro médio, altura média, número de árvores e percentagem de falhas.

As medições das árvores incluídas nas parcelas foram feitas pelo método direto, com o uso dos seguintes instrumentos e materiais:

- Para o método de amostragem de parcela circular (CP): estaca para marcação do centro da circunferência, trena para medição do raio da parcela, fita métrica para medição da circunferência à altura do peito, giz para marcação das árvores mensuradas e prancheta, ficha de campo, lapiseira, borracha, para as anotações dos dados.

- Para o método de amostragem de parcela circular concêntrica (CCP): foram os mesmos materiais utilizados no método de parcela circular.

Equipe de campo

A equipe de campo foi composta de 3 pessoas e, mantidas nos dois métodos testados. As atribuições de cada integrante foram: um puxador de trena para checagem do raio da parcela e auxiliar na medição de DAP, um medidor de DAP e um anotador.

Fórmulas estatísticas

As análises estatísticas foram realizadas por meio das seguintes fórmulas (PELLICO NETTO e BRENA, 1993):

$$\begin{aligned}x_m &= \text{SUM}(x_i) / n \\s^2 &= \text{SUM}(x_i - x_m)^2 / (n - 1) \\s &= \text{SQR}(s^2)\end{aligned}$$

$$s_{xm} = s / \text{SQR}(n)$$

$$cv = (s / xm) * 100$$

$$se = ((t * s_{xm}) / xm) * 100$$

$$ci = xm \pm t * s_{xm}$$

Onde: xm = média da variável x ; x_i = valor de cada variável x ; n = número de unidades amostrais (parcelas); s^2 = variância; s = desvio padrão; SQR = raiz quadrada; s_{xm} = erro padrão; cv = coeficiente de variação; se = erro de amostragem em porcentagem; t = valor tabelar de Student ($t_{(34, 0,05)} = 2,034$)
 ci = intervalo de confiança.

Para os dois métodos a população foi considerada infinita e, a probabilidade de confiança baseada em 95 %.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Número de árvores amostradas por parcela

Para a instalação do experimento, foi selecionado o local mais representativo das condições florestais e topográficas da região.

A área experimental foi de 451,5 ha onde foram mensuradas 4963 árvores em 210 unidades amostrais instaladas. Para cada método realizou-se três repetições com 35 parcelas cada. O número de árvores amostrados em cada parcela, por repetição e método, é apresentado na Tabela 1.

TABELA 1: Número de árvores amostrados por parcela

Parcela	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
1	24	24	19	23	20	27
2	21	24	29	25	16	23
3	28	31	21	23	19	24
4	26	26	25	21	19	23
5	15	18	15	25	24	25
6	27	26	29	23	16	22
7	30	23	28	22	17	22
8	26	23	32	30	19	26

Continua....

TABELA 1: Continuação...

Parcela	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
9	26	24	32	30	18	27
10	22	26	36	31	14	23
11	17	24	30	27	17	24
12	30	30	40	28	18	17
13	22	27	42	29	13	21
14	20	26	27	23	19	25
15	23	27	34	31	16	24
16	13	20	26	27	23	26
17	20	27	15	16	13	20
18	25	27	22	23	22	30
19	21	28	23	27	11	17
20	27	21	28	25	20	29
21	30	27	20	19	16	23
22	25	23	24	25	21	25
23	28	25	29	29	23	30
24	17	18	21	29	23	27
25	26	25	12	18	24	27
26	17	21	17	24	18	27
27	9	13	21	24	25	27
28	19	25	23	23	22	24
29	33	33	12	17	12	18
30	30	28	24	27	24	23
31	30	30	19	25	21	22
32	21	18	20	21	18	24
33	29	35	19	22	25	25
34	23	26	23	24	31	30
35	29	31	20	26	26	25
Soma	829	880	857	862	683	852
Média	24	25	24	25	20	24

O tamanho das unidades amostrais para os 2 métodos foram ajustadas de forma que contivesse, em média, um mesmo número de árvores. Nota-se que o número de árvores de uma unidade amostral para outra

variou consideravelmente. Isto pode ser atribuído ao alto grau de mortalidade e falhas ocorridos no povoamento, ocasionado pela resinagem. Em média, foram amostradas 23 e 25 árvores por parcela, respectivamente, para os métodos CP e CCP.

Estimativa das variáveis pelos dois métodos

Na Tabela 2 é apresentada as estimativas dos valores das variáveis DAP médio, número de árvores, área basal e volume, por hectare, em cada repetição e método.

TABELA 2: Estimativa das variáveis em cada repetição

Método	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
DAP médio (cm)	22,3	23,2	21,9	22,2	23,7	24,4
Número de árvores/ha	1340,0	1422,0	1386,0	1446,0	1104,0	1229,0
Área basal/ha (m ²)	53,3	61,5	52,1	55,7	49,8	59,6
Volume/ha (m ³)	610,3	715,9	589,6	634,1	582,9	706,0

Além da precisão dos métodos, a estimativa da variável volume depende também da precisão da equação de altura e volume utilizados. As distribuições por classe de diâmetro do número de árvores, da área basal e do volume, por hectare, estão próxima à da distribuição normal.

Análises estatísticas das variáveis estimadas pelos dois métodos

As análises estatísticas das variáveis DAP médio, número de árvores, área basal e volume, estão apresentadas nas Tabelas 3, 4, 5 e 6, respectivamente.

TABELA 3: Análises estatísticas da estimativa de DAP médio

Método	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
Desvio padrão	2,20	2,49	2,23	2,09	1,71	1,84
Erro padrão	0,37	0,42	0,38	0,35	0,29	0,31
Coefficiente de variação	9,85	10,74	10,20	9,44	7,20	7,55
Erro de amostragem	3,39	3,69	3,51	3,24	2,48	2,60
Intervalo de confiança	±0,76	±0,86	±0,77	±0,72	±0,59	±0,63

TABELA 4: Análises estatísticas da estimativa de número de árvores

Método	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
Desvio padrão	313,51	370,96	406,80	487,95	250,26	303,84
Erro padrão	52,99	62,70	68,76	82,48	42,30	51,36
Coefficiente de variação	23,40	26,09	29,35	33,74	22,67	24,72
Erro de amostragem	8,04	8,97	10,09	11,60	7,79	8,50
Intervalo de confiança	±107,79	±127,54	±139,86	±167,76	±86,04	±104,4

TABELA 5: Análises estatísticas da estimativa de área basal

Método	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
Desvio padrão	8,86	16,16	8,06	13,59	8,35	16,87
Erro padrão	1,50	2,73	1,36	2,30	1,41	2,85
Coefficiente de variação	16,62	26,27	15,48	24,39	16,78	28,31
Erro de amostragem	5,71	9,03	5,32	8,39	5,77	9,73
Intervalo de confiança	±3,05	±5,55	±2,77	±4,67	±2,87	±5,80

TABELA 6: Análises estatísticas da estimativa de volume

Método	Repetição 1		Repetição 2		Repetição 3	
	CP	CCP	CP	CCP	CP	CCP
Desvio padrão	105,55	199,30	88,88	152,51	99,54	208,4
Erro padrão	17,84	33,69	15,02	25,78	16,83	35,23
Coefficiente de variação	17,30	27,84	15,08	24,05	17,08	29,53
Erro de amostragem	5,95	9,57	5,18	8,27	5,87	10,15
Intervalo de confiança	±36,29	±68,52	±30,56	±52,43	±34,22	±71,6

Na estimativa do diâmetro médio, o menor erro de amostragem foi do método CP. NAKAJIMA et al. (1995) e YOSHIDA (1991), obtiveram em plantios de cedro japonês (*Cryptomeria japonica* D. Don), resultados similares.

Na estimativa do número de árvores, o menor erro de amostragem foi para o método CP. NAKAJIMA et al. (1995, 1996), obtiveram nas condições das Florestas Experimentais de Shiragadake e Takakuma, Japão, em plantios de cedro japonês (*Cryptomeria japonica* D. Don), resultados

similares. Nos plantios da Suíça MAHRER E VOLLENWEIDER (1983) obtiveram o melhor resultado para o método CCP.

Nas estimativas de área basal e volume, por hectare, os menores erros de amostragem foram para o método CP. YOSHIDA (1991), também obteve os mesmos resultados, em suas pesquisas conduzidas no Japão. NAKAJIMA et al. (1995, 1996) encontraram em plantios de cedro japonês (*Cryptomeria japonica* D. Don), o menor erro de amostragem para o método CCP. MAHRER E VOLLENWEIDER (1983), em povoamentos na Suíça obtiveram o melhor resultado para o método CCP.

Comparação do erro de amostragem entre os dois métodos

Na Tabela 7 encontram-se os resultados do teste de comparação de médias entre os métodos.

A Tabela 7 mostra que, para a estimativa do diâmetro médio não houve diferença significativa do erro de amostragem, entre os dois métodos. Já, para a estimativa do número de árvores, área basal e volume, por hectare, as diferenças foram significativas à favor do método CP, ao nível de 95 % de probabilidade.

TABELA 7: Comparação do erro de amostragem entre os dois métodos

Método	CP vs. CCP
Diâmetro médio	-0.33 ns
Número de árvores/ha	-4.36 si*
Área basal/ha	-4.63si*
Volume/ha	-10.62si*

Diferenças foram significativas (si) para: $*t_{\text{calc}} \geq t_{\text{tab}(02, 0.05)} = 4.30$; $t_{\text{calc}} \geq t_{\text{tab}(02, 0.10)} = 2.92$ e, não significativas (ns) para a probabilidade $P > 0.10$; vs. = versus

CONCLUSÕES

Este estudo objetivou a comparação da precisão de dois métodos de amostragem mais utilizados na Europa, Japão e Estados Unidos, nas estimativas das variáveis diâmetro médio, número de árvores, área basal e volume, por hectare, nas condições das florestas de *Pinus elliottii* da região de Itapeva, estado de São Paulo.

Os resultados demonstraram que para a estimativa do diâmetro médio, não houveram diferenças significativas entre os métodos comparados, mas para a estimativa do número de árvores, área basal e volume, por hectare, o método de amostragem de parcela circular (CP) foi o melhor.

A precisão de um inventário florestal além de depender do método de amostragem, depende também do processo de amostragem, da intensidade de amostragem e, o custo aumenta quase que linearmente com o número parcelas amostradas. Por esta razão, a intensidade de amostragem deve manter um equilíbrio entre a precisão e o custo. Como o custo está intimamente relacionado com o tempo de amostragem, a continuidade desta pesquisa será a comparação desses métodos em termos de tempo de medição.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ADLARD, P.G. Myth and reality in growth estimation. *For. Ecol. Manage.*, 71:171-176, 1995.
- BITTERLICH, W. The relaskop idea. *FOB. M.b.H.*, Austria, 1984.
- GREGOIRE, T.G. Estimation of forest growth from successive surveys. *for. Ecol. Manage.*, 56:267-278, 1993.
- HOSOKAWA, R.T. Manejo e economia de florestas. Roma, FAO, 125 pp, 1986.
- HRADETZKY, J. Concerning the precision of growth estimation using permanent horizontal point samples. *For. Ecol. Manage.*, 71:203-210, 1995.
- HUSCH, B. et al. *T.W. Forest mensuration*. 3rd. Ed., John Wiley & Sons, New York, 402 pp, 1982.
- KINASHI, K. Forest inventory by sampling methods. *Bulletin of the Kyushu University Forests, Japan*, 23:1-153, 1953.
- KOHL, M. et al. Evaluation of permanent sample surveys for growth and yield studies: a Swiss example. *For. Ecol. Manage.*, 71:187-194, 1995.
- LOETSCH, F. et al. *Forest inventory*. Forest Inventory Section, Federal Research Organization for Forestry and Forest Products, Reinbek. BLV Verlagsgesellschaft mbh, Munchen, Germany, Vol. 2, 469 pp, 1973.
- MAHRER, F., VOLLENWEIDER C. National forest inventory. *Swiss Federal Institute of Forestry Research*, 247:26 pp, 1983.

- NAKAJIMA, N.Y. Utilização do sistema indonésio de corte seletivo para simular a produção contínua de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze em floresta primária. Curso de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná. Tese de Mestrado, 1993.
- NAKAJIMA, N.Y. et al. Comparison among four ground-survey methods as a continuous forest inventory system for forest management. *J. Jpn. For. Soc.*, 77(6):573-580, 1995.
- NAKAJIMA, N.Y. et al. Comparison of the accuracies of four ground-survey methods used for estimating forest stand values on two occasions. *J. For. Plann.*, 2(2):137-144, 1996a.
- NAKAJIMA, N.Y. et al. Comparison of change estimation between four ground-survey methods for use in a continuous forest inventory system. *J. For. Plann.*, 2(2):145-150, 1996b.
- NAKAJIMA, N.Y. et al. Comparison of time-consumption between four ground-survey methods as a permanent sample-plot for the continuous forest inventory system. *Soc. Bras. Pesq. Nikkeis, SBPN*, 2000.
- NISHIZAWA, M. Forest mensuration. *Nourin-shuppan*, Tokyo, 348 pp, 1972.
- PÉLLICO-NETTO, S. e BRENA, D. Inventário florestal. Universidade Federal do Paraná e Universidade de Santa Maria, Curitiba, PR, 248 pp, 1993.
- SCHMID-HASS, P. et al. Forest inventories by unmarked permanent sample plots: instructions. *Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research*, 136 pp, 1993.
- SCOTT, C.T. A new look at sampling with partial replacement. *For. Sci.*, 30(1):157-166, USA, 1984.
- WEST, P.W. Application of regression analysis to inventory data with measurements on successive occasions. *For. Ecol. Manage.*, 71:227-234, 1995.
- YOSHIDA, S. Studies on the continuous forest inventory system (I) comparison of survey methods on the ground. *The Bulletin of the Faculty of Agriculture, Kagoshima University, Japan*, 41:7-12, 1991, (em japonês).

**PROTEÇÃO QUÍMICA DE MUDAS DE EUCALIPTO CONTRA
DANOS DE FORMIGAS CORTADEIRAS.**

**CHEMICAL PROTECTION OF *EUCALYPTUS* SEEDLINGS FOR
LEAF CUTTING ANT DAMAGE**

Dionisio Lirk¹

RESUMO

As formigas cortadeiras são os mais importantes desfolhadores de essências florestais cultivadas no Brasil. Realizou-se um trabalho para avaliar o efeito de produtos químicos na proteção de mudas após o transplante. O desfolhamento causado pela formiga cortadeira, *Acromyrmex crassispinus* pode causar a morte da muda. As mudas foram aspergidas com 0,7, 1,05, 1,4 e 2,1g de i.a. de Thiamethoxam; 1,4, 2,1, 2,8 e 3,5g de i.a de Imidacloprid; 0,7 e 3,3g de i.a de Acetamiprid; 0,7, 1,05 e 1,75 g de i.a. de Thiodicarb; 1,6 e 2,4g de i.a. de Fipronil e água (testemunha). Cada dose foi aspergida sobre 1000 mudas antes do transplante. Dois tratamentos testemunhas foram utilizados, um com *Eucalyptus saligna* e o outro com *E. camaldulensis*. Cada dois ou tres dias a área experimental foi exantada, anotadas as mudas danificadas pelas formigas e seus ninhos destruídos. Thiamethoxam, Imidacloprid e Acetamiprid protegeram as mudas durante dois meses e, Thiodicarb e Fipronil até um mês. Nos tratamentos testemunhas, o desfolhamento foi de 4,7% em *E. saligna* e de 13,5% em *E. camaldulensis*.

Palavras-chave: *Acromyrmex crassispinus*, floresta cultivada, inseticidas, perdas.

ABSTRACT

The leaf cutting ants are the most important defoliators of the cultivated forest trees in Brazil. A search was made to evaluate the effects of chemical products against leaf cutting ant damage on *Eucalyptus* seedlings after field planting. The defoliation caused by the leaf cutting ant, *Acromyrmex crassispinus* can give rise to the seedling death. Seedlings

¹ Eng. Agr. Prof. Titular. Centro de Ciências Rurais-UFSM. Cidade Universitária -Prédio 42. CEP: 97105-900. E-mail: dlink@ccr.ufsm.br>

were sprayed with 0.7, 1.05, 1.4 and 2.1 g a.i. of Thiametoxam; 1.4, 2.1, 2.8 and 3.5 g a.i. of Imidacloprid; 0.7 and 3.3 g a.i. of Acetamiprid; 0.7, 1.05 and 1.75 a.i. of Thiodicarb; 1.6 and 2.4 g a.i. of Fipronil and water (check). Each treatment was sprayed on 1.000 seedlings before field planting. Two check treatments were used, one with *E. saligna* seedlings and another with *E. camaldulensis*. Each two or three days the experimental area was examined and annotated the data of damaged seedlings and ant nests. Thiamethoxam, Imidacloprid and Acetamiprid shielded the seedlings during two months against the ant damage and Thiodicarb and Fipronil during a month. The defoliation at check treatments changed of 4.7% in *E. saligna* at 13.5% in *E. camaldulensis*.

Key words: *Acromyrmex crassispinus*, cultivated forest, pesticides, losses.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras são fatores limitantes na implantação de florestas cultivadas no Brasil (AMANTE, 1967; MARICONI, 1970; DE GASPERI, 1975; JURUENA, 1980).

O desfolhamento nos dois primeiros meses, após o transplante geralmente causa a morte da muda.

O replantio é oneroso e pode ser inviabilizado pelo alto custo do controle curativo.

Durante a execução de testes de controle de insetos mastigadores e sugadores em cultivos anuais, verificou-se a não ocorrência de ataque de formigas cortadeiras em plantas tratadas com alguns produtos químicos.

Objetivando determinar doses, produtos e tempo de proteção ao ataque de formigas cortadeiras em mudas de eucalipto, realizou-se este trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Na localidade Km29, do município de Itaara, na região central do Rio Grande do Sul, instalou-se um ensaio com diferentes produtos químicos, visando proteger mudas de eucalipto do ataque de formigas cortadeiras, logo após o transplante.

As mudas de *Eucalyptus saligna*, produzidas em embalagem de laminado de madeira, com 15 a 25cm de altura, em 150 caixas com 100 mudas, foram entregues, na propriedade do agricultor, em meados de setembro de 1999, juntamente com 10 caixas de *E. camaldulensis*.

Cada dez caixas de mudas foram aspergidas com dois (2) litros de água adicionados dos seguintes produtos:

- a) THIAMETHOXAM (700g i.a./kg WG), nas doses de 1,0, 1,5, 2 e 3 g do produto comercial;
- b) IMIDACLOPRID (700g i.a./kg WG), nas doses de 2, 3, 4 e 5g do produto comercial;
- c) ACETAMIPRID (200g i.a./kg WG) nas doses de 3,5 e 16,5g do produto comercial;
- d) THIODICARB (350g i.a./kg PM) nas doses de 2, 3 e 5 g do produto comercial;
- e) FIPRONIL (800g i.a./kg GRDA) nas doses de 2 e 3g do produto comercial.
- f) nos tratamentos testemunhas, 1000 mudas de cada espécie, regou-se somente com água.

A área foi preparada convencionalmente com gradagens e todos os formigueiros encontrados durante o transplante foram eliminados.

As mudas foram distribuídas no campo, na forma de ensaio inteiramente casualizado. Utilizou-se o espaçamento 2m x 2m, correspondendo a 2500 mudas/ha.

Quinze dias após o transplante, semeou-se feijão entre as mudas, em covas, no espaçamento de 0,4m x 0,4m, em linhas paralelas às mudas de eucalipto.

O cultivo do feijão foi realizado visando reduzir o custo da implantação do bosque de eucalipto e do controle de formigas.

Cada dois a três dias toda a área era inspecionada, anotando-se o número e a intensidade do desfolhamento das mudas e, seguindo-se o carreiro das formigas até os ninhos que foram eliminados com formicida em pó.

Não houve reposição das mudas mortas pelo ataque das formigas.

Os dados obtidos foram analisados e agrupados conforme o método de Kato et al. (LAROCA & MIELKE, 1975; LINK, 1977)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental foram encontrados e eliminados diversos ninhos de *Acromyrmex crassispinus*. (Forel, 1909) (Hymenoptera: Formicidae)(Tabela 1).

TABELA 1: Número de formigueiros de *Acromyrmex crassispinus* ocorrentes e eliminados, na área de mudas de eucalipto. Itaara, RS, 1999.

Tratamentos	i.a. g/mm*	15DA	30DA	45DA	60DA
Testemunha A	----	2	2	0	2
Thiamethoxam	0,7	0	0	4	0
Thiamethoxam	1,05	0	0	0	4
Thiamethoxam	1,4	0	0	0	0
Thiamethoxam	2,1	0	0	0	0
Imidacloprid	1,4	0	0	1	0
Imidacloprid	2,1	0	0	0	0
Imidacloprid	2,8	0	0	0	2
Imidacloprid	3,5	0	0	0	1
Acetamiprid	0,7	0	0	0	1
Acetamiprid	3,3	0	0	0	0
Thiodicarb	0,7	0	2	4	3
Thiodicarb	1,05	0	2	4	2
Thiodicarb	1,75	0	3	0	1
Fipronil	1,6	0	0	2	1
Fipronil	2,4	0	2	2	1
Testemunha B	---	0	1	0	2

Testemunha A : *Eucalyptus saligna*. Testemunha B: *E. camaldulensis*.
mm* - mil mudas

DA: dias após a aplicação dos produtos.

Não são conhecidas as causas da maior intensidade de plantas danificadas em *E. camaldulensis* que em *E. saligna* (Tabela 2).

As mudas parcialmente danificadas nos tratamentos à base de Thiodicarb e Fipronil até 30 dias após a aplicação dos produtos (Tabela 2) foram atacadas por formigas provenientes de formigueiros ocorrentes entre as mudas tratadas com estes produtos.

Exceto as mudas parcialmente danificadas até 45 dias (Tabela 2) que rebrotaram, as demais atacadas pelas formigas morreram.

TABELA 2: Efeito de diferentes doses de inseticidas aspergidas sobre mudas de eucalipto no dano da formiga *Acromyrmex crassispinus*. Itaara, RS, 1999.

Tratamentos	i.a. g/mm*	Número de mudas danificadas					
		15DA	30DA	45DA	63DA	Total	%
Testemunha A	----	8	27	9	23	47	4,7b**
Thiamethoxam	0,7	0	0	1*	0	1	0,1c
Thiamethoxam	1,05	0	0	0	6	6	0,6c
Thiamethoxam	1,4	0	0	0	9	9	0,9c
Thiamethoxam	2,1	0	0	0	0	0	0,0c
Imidacloprid	1,4	0	0	0	0	0	0,0c
Imidacloprid	2,1	0	0	0	0	0	0,0c
Imidacloprid	2,8	0	0	0	5	5	0,5c
Imidacloprid	3,5	0	0	1*	10	11	1,1c
Acetamiprid	0,7	0	0	2	0	2	0,2c
Acetamiprid	3,3	0	0	0	4	4	0,4c
Thiodicarb	0,7	0	1*	5	0	6	0,6c
Thiodicarb	1,05	0	1*	2	24	27	2,7bc
Thiodicarb	1,75	0	2*	11	20	33	3,3bc
Fipronil	1,6	0	0	4	3	7	0,7c
Fipronil	2,4	0	2*	4	0	6	0,6c
Testemunha B	----	0	9	21	105	135	13,5a

Testemunha A: *Eucalyptus saligna*. Testemunha B: *E. camaldulensis*.
mm* mil mudas.

DA: dias após a aplicação dos produtos. *: mudas parcialmente danificadas.
** médias, seguidas pela mesma letra, não diferem estatisticamente entre si.
Kato et al. (LAROCA & MIELKE, 1975; LINK, 1977)

As operárias dos formigueiros encontrados aos 45 dias, na área das mudas tratadas com Thiamethoxam (Tabela 1) não danificavam estas plantas, mas estavam desfolhando mudas no tratamento com a maior dose de Thiodicarb, a mais de 90m de distância do ninho.

Até 30 dias após o transplante, todas as doses e produtos, protegeram as mudas de eucalipto do ataque das formigas cortadeiras.

Thiamethoxam, Imidacloprid e Acetamiprid, nas doses testadas foram eficientes na proteção das mudas de *E. saligna* até dois meses após o transplante.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFIA

- AMANTE, E. Prejuízos causados pela formiga saúva em plantações de *Pinus* e *Eucalyptus* no Estado de São Paulo. **Silvicultura em São Paulo**, São Paulo, v. 6, n. único, p. 355-363, 1967.
- DE GASPERI, A. J. **Formigas cortadeiras, espécies e medidas de controle**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1975. 31p.
- JURUENA, L. F. **As formigas cortadeiras**. Porto Alegre: Ipagro Informa, n.23, p.; 3-17, 1980.
- LAROCA, S., MIELKE, O. H. H. Ensaio sobre ecologia de comunidade de Sphingidae na Serra do Mar, Paraná, Brasil (Lepidoptera). **Rev. Brasil. Biol.**, Rio de Janeiro, v. 35, n.1, p.; 1-9, 1975.
- LINK, D. Abundância relativa de alguns Noctuidae, em armadilha luminosa, em Santa Maria, RS. **Rev. Centro Ci. Rurais**, Santa Maria, v.7, n.4, p.; 331-351, 1977.
- MARICONI, F. A. M. **As saúvas**. São Paulo: Ceres, 1970. 167p.

NOVO FORMICIDA EM PÓ PARA O CONTROLE DA FORMIGA PRETA PASTADEIRA, *Acromyrmex crassispinus*

NEW POWDERED FORMICIDE FOR BLACK LEAF CUTTING ANT, *Acromyrmex crassispinus*, CONTROL

Dionisio Link¹; Fabio Moreira Link²; Henrique Moreira Link²

RESUMO

Com o objetivo de alternativas no controle químico da formiga preta pastadeira, *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909) (Hymenoptera: Formicidae), foi instalado um ensaio com formicidas em pó, em Santa Maria -RS, em 2000. Com delineamento inteiramente casualizado cortendo seis tratamentos e dez repetições aplicou-se, com bomba insufladora, nos ninhos com diâmetro médio de 80cm, as seguintes doses/ninho da formulação comercial: 10g, 20g e 30g de ALFACIPERMETRINA (10g i.a./kg); 10g de DELTAMETRINA (2g i.a./kg); 30g de CLORPIRIFÓS (50g i.a./kg) e testemunha, sem nada. Avaliou-se o efeito das doses e produtos aos 5 e 35 dias após a aplicação. As doses de ALFACIPERMETRINA foram eficazes no controle com mais de 90% de eliminação dos ninhos, similar à dose de DELTAMETRINA e de maior eficiência que a de CLORPIRIFÓS.

Palavras-chave: praga de floresta, controle químico, doses.

ABSTRACT

A search was carried out to evaluate the efficiency of a new powdered formicide containing Alphacypermethrin, in Santa Maria county, state of Rio Grande do Sul, Brazil, during the crop season 2000. Powdered formicides containing Alphacypermethrin at 10g a. i./kg, Deltamethrin at 2g a. i./kg and Chlorpyrifos at 50g a. i./kg were evaluated on big nests (> 80 cm of diameter). The big nests of this ant were efficiently controlled with 10g, 20g and 30g of the Alphacypermethrin commercial formulation,

¹ Engenheiro Agrônomo, Prof. Titular. Centro de Ciências Rurais-UFSM. Cidade Universitária -Prédio 42. CEP: 97105-900. E-mail: dlink@ccr.ufsm.br

² Engenheiro Agrônomo.

10g/nest of the formulation containing Deltamethrin. The Chlorpyrifos commercial formulation presented 70% of control efficiency, considered low efficacy for this pest.

Key words: forest pest, chemical control, dosages.

INTRODUÇÃO

As formigas cortadeiras, conhecidas, entre outros nomes, como quenquens, são pragas muito sérias em diversas regiões do país. Prejudicam as lavouras e pomares, diminuindo a produção pois cortam as folhas e enfraquecem as plantas (COSTA, 1958; MARICONI, 1970; AMANTE et al., 1972).

Em algumas regiões, as quenquens são consideradas tão ou mais importantes que as saúvas (DE GASPERI, 1963, 1975; JURUENA, 1980).

O controle químico é atualmente, o método de combate mais utilizado e, entre os vários processos, o uso de formicidas em pó é bastante utilizado em determinadas regiões do Rio Grande do Sul (JURUENA, 1984).

Com o objetivo de avaliar a eficácia de novas formulações de formicidas em pó realizou-se este trabalho.

MATERIAL E MÉTODOS

Numa área contendo um bosque de eucalipto, situada numa área de pastagem nativa, composta por diversas gramíneas, durante o mês de março de 2000, foram demarcados 60 formigueiros da formiga preta pastadeira, *Acromyrmex crassispinus* (Forel, 1909) (Hymenoptera: Formicidae), com diâmetro médio de 80cm, amplitude 50 a 90cm, considerados de tamanho grande.

Num delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos e dez repetições, cada ninho correspondendo a uma parcela, aplicou-se, com uma bomba insufladora para cada ingrediente ativo, os seguintes produtos e doses do produto formulado: a)- Fastane pó, contendo 10g i.a./kg de ALFACIPERMETRINA, nas doses de 10g, 20g e 30g /ninho; b)- K-Othrine 2P, contendo 2g i.a./kg de DELTAMETRINA, na dose de 10g/ninho; c)- Zenopó, contendo 50g i.a./kg de CLORPIRIFOS, na dose de 30g/ninho e, Testemunha, sem nada.

Aos 5 dias após o tratamento (5DAT), através da observação visual determinou-se o comportamento do formigueiro, considerando: A - ativo, com remoção de terra ou atividade de forrageamento, I - inativo, completamente paralisado.

Aos 35 dias depois da aplicação (35DAT), utilizando-se de uma enxada, foram abertos todos os formigueiros, classificando-os em: E - eliminados (mortos) quando a massa de fungo apresentava-se desestruturada e emitindo "talos frutíferos" e, V - colônia de fungo bem cuidada e as formigas em atividade normal.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados verificados nas duas datas de avaliação acham-se na Tabela 1.

TABELA 1: Eficácia de diferentes formicidas em pó, no controle da formiga preta pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*, em Santa Maria-RS, 2000.

Tratamentos	g p.c./ ninho	Dias após a aplicação		
		5DAT	35DAT	Controle
		A / I	E / V	Porcentagem
Alfacipermetrina	10	1 / 09	9 / 1	90,0ab*
Alfacipermetrina	20	0 / 10	10 / 0	100,0a
Alfacipermetrina	30	0 / 10	10 / 0	100,0a
Deltametrina	10	1 / 09	8 / 2**	80,0bc
Clorpirifós	30	2 / 08	7 / 3***	70,0 c
Testemunha	---	10 / 0	0 / 10	00,0d

Sendo: A - ativo; I - Inativo (paralisado); E - eliminado (morto), V - vivo; * médias, na coluna, seguida pela mesma letra, não diferem estatisticamente das demais (Duncan a 5%); ** um dos formigueiros mudou o local da sede; *** os três formigueiros mudaram a sede de local.

A formulação contendo Clorpirifós acha-se registrada para o controle de quenquens e comportou-se como de boa eficácia na eliminação dos formigueiros de *A. crassispinus*, (70% de controle), estando no limiar de controle, que é de 80% (BRASIL, 1995), resultado este similar ao verificado por LINK et al., (2000).

As diferentes doses de Alfacipermetrina, rapidamente inativaram quase todos os formigueiros, comprovando a rapidez de ação deste ingrediente ativo, necessitando um mínimo de 10g/ninho para ser considerado eficiente, diferindo estatisticamente daquela dose do produto contendo Clorpirifós.

DELTAMETRINA, na formulação e dose testada controlou eficazmente os ninhos grandes da formiga preta pastadeira, de maneira parcialmente semelhante ao descrito por LINK et al. (2000) que obtiveram boa eficácia a partir de doses de 5g/ninho em períodos secos e de 30g/ninhos em períodos chuvosos. No período do teste havia ocorrido uma precipitação superior a 45mm, dois dias antes da aplicação dos formicidas, o que, provavelmente, deve ter influenciado na eficácia deste ingrediente ativo.

CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o ensaio, conclui-se que:

- Alfacipermetrina, como ingrediente ativo é eficaz no combate à formiga preta pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*;

-Fastane, contendo 10g i.a./kg de Alfacipermetrina, a partir de 10g/ninho é eficiente no controle de ninhos grandes da formiga preta pastadeira.

-K-Othrine 2P, contendo 2g i.a./kg de Deltametrina, na dose de 10g do produto formulado/ninho é eficaz no combate à formiga preta pastadeira;

-Zenopó, contendo 50g i.a./kg de Clorpirifós, na dose de 30g/ninho está no limiar de controle desta espécie de formiga praga.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMANTE, E., FERREIRA, J.C.G.M., BEMELMANN, P.F. **Combate econômico à formigas cortadeiras**. S. Paulo: Sec. Agric., 1972. 14p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normas e exigências para execução de testes de produtos químicos para fins de registro no MARA**. Brasília: 1995. n.p.
- COSTA, R.G. **Alguns insetos e outros pequenos animais que danificam plantas cultivadas no Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Sec. Agric. Ind. Com., 1958. 296p.

- DE GASPERI, A.J. **Formigas cortadeiras**. Porto Alegre: Sec. Agric., 1963. 25p (reedição).
- DE GASPERI, A.J. **Formigas cortadeiras, espécies e medidas de controle**. Porto Alegre: Sec. Agric., 1975. 31p.
- JURUENA, L.F. As formigas cortadeiras. **Ipagro Informa**, Porto Alegre, n. 23, p. 3-17, 1980.
- JURUENA, L.F. Outras alternativas para o controle de formigas do gênero *Acromyrmex* (Hym., Formicidae) com inseticidas em pó. **Agrohómia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 20, n.1, p: 199-201, 1984.
- LINK, D., COSTA, E.C. Controle da formiga preta pastadeira, *Acromyrmex* sp., com inseticidas em pó. In: ENCONTRO DE MIRMECOLOGIA, 9, Piracicaba -SP, 1989. **Anais...** Piracicaba: ESALQ/USP, 1995. p.6.
- LINK, H.M., LINK, F.M., LINK, D. Controle da formiga preta pastadeira, *Acromyrmex crassispinus*, com formicidas em pó. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v.10, n.1, p.45-56, 2000.
- MARICONI, F.A.M. **As saúvas**. São Paulo: Ceres, 1970. 176p.

RELAÇÃO HIPSOMÉTRICA PARA *Pinus elliottii* Engelm NA
REGIÃO DA SERRA DO SUDESTE, ESTADO DO
RIO GRANDE DO SUL

HYPSONOMETRIC RELATIONSHIPS FOR *Pinus elliottii* Engelm IN
SERRA DO SUDESTE, RIO GRANDE DO SUL STATE

Ronaldo Drescher¹; Luciano Weber Scheeren¹; Jean Gabriel da Silva
Medeiros²; Ivanor Muller¹

RESUMO

Devido à dificuldade e morosidade da mensuração da altura das árvores este trabalho teve como objetivo selecionar o melhor modelo de relação hipsométrica, para facilitar e agilizar o trabalho de campo. Foram testados oito modelos matemáticos para *Pinus elliottii* Engelm, utilizando-se o pacote estatístico SPSS. Em função de variáveis estatísticas e da análise gráfica dos resíduos foi selecionado o modelo $\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d} + b_2 * \frac{1}{d^2}$, que apresentou $r^2 = 0,82$ e $S_{yx} = 0,03$, não apresentando tendenciosidade na distribuição dos resíduos. O modelo selecionado apresentou-se eficiente para o ajuste dos dados para a espécie e região em estudo.

Palavras-chave: *Pinus elliottii*, relação hipsométrica, equações.

ABSTRACT

Due to the difficulty and slowness of the mensuration of the height of the trees this work had as objective selects the best model of hypsonometric relationship, to facilitate and activate the field work. Eight mathematical models were tested for *Pinus elliottii* Engelm, being used the statistical package SPSS. The model $\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d} + b_2 * \frac{1}{d^2}$

¹ Engenheiro Florestal, M. Sc., Doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal da UFSM, 97.119-970, Santa Maria-RS.

² Acadêmico do curso de Engenharia Florestal da UFSM, 97.119-970, Santa Maria-RS.

was selected in function of statistical variables and of the residues graphic analysis. It presented $r^2= 0,82$ e $S_{yx}= 0,03$, not presenting tendency in the residues distribution. The selected model show efficient for the adjustment of the data for the species and the area in study.

Key words: *Pinus elliottii*, hypsometric relationship, equations.

INTRODUÇÃO

O *Pinus elliottii* Engelm é uma espécie amplamente utilizada nos reflorestamentos e florestamentos no Rio Grande do Sul. Levando-se em conta a grande demanda de madeira no mercado nacional, o *Pinus elliottii* vem sendo utilizado para suprir esta necessidade, produzindo madeira de boa qualidade, com bom rendimento no processo industrial de fabricação de madeira serrada, principalmente para indústria moveleira. Esta espécie é de extrema importância para o setor madeireiro da região pelo seu rápido desenvolvimento, boa forma e qualidade da madeira, bem como há necessidade de enquadrá-la entorno de um planejamento florestal, se tornando necessário estudar relações biométricas para o *Pinus elliottii* Engelm e dentre estas relações destaca-se a hipsométrica, pois esta, possibilita conhecer com precisão a altura das árvores indiretamente, reduzindo o tempo e o custo dos levantamentos florestais.

A relação hipsométrica é a relação da altura em função do diâmetro e pode ser representada por um modelo matemático para estimar as alturas das árvores a partir do diâmetro medido. Esta relação é uma opção de trabalho controversa, porém de grande significado prático a medida que é utilizada em inventários florestais. Isto ocorre devido à facilidade de medição dos diâmetros das árvores, enquanto mensurar as alturas é uma tarefa mais demorada, de difícil medição e exige mais treinamento do mensurador florestal.

O objetivo deste trabalho é estudar modelos de relação hipsométrica para a *Pinus elliottii* Engelm à Região da Serra do Sudeste do Estado do Rio Grande do Sul definindo o modelo que melhor ajuste está relação.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Para HUSCH et al.(1982), FINGER(1992) e SCOLFORO(1997) a relação hipsométrica sofre influência do sítio, idade, densidade, tamanho da copa, espécie e da posição sociológica em que a árvore se encontra no

povoamento e diferindo, desta maneira, para árvores de classes sociológicas diferentes. Ainda os autores citam que em se tratando da relação hipsométrica há de se considerar que em povoamentos cujo os sítios são bem definidos, bem formados e conduzidos, espera-se uma correlação forte entre as variáveis altura e diâmetro, já que haverá maior homogeneidade na população considerada, e em povoamentos mal formados, mal conduzidos ou em sítios não muito bem definidos há de se esperar uma fraca correlação devido a maior heterogeneidade da população considerada

Nos sítios bons, as melhores condições locais aceleram o crescimento favorecendo a formação de classes sociológicas. Em conseqüência, povoamentos jovens em sítios bons mostram uma curva de altura escarpada diferindo dos sítios pobres em que as curvas são mais achatadas para a mesma espécie. Também deve ser considerado que o ângulo da curva de altura em função do diâmetro é uma característica da espécie (ZANON et al, 1996).

SCHNEIDER(1993) cita que o ajuste de uma relação hipsométrica pode ser geralmente dado por uma parábola de segundo grau, podendo ser também por equações logarítmicas dentre outras, utilizando-se em média de 30 a 40 alturas distribuídas sobre a amplitude diamétrica do povoamento. O autor coloca que a precisão da relação hipsométrica depende da estrutura e da homogeneidade do povoamento entre outros fatores e a variação total é representada pelos erros de medição, além das condições biológicas.

Os critérios para a seleção do melhor modelo de regressão são diversos. Alguns autores usam somente uma estatística, o que pode, segundo FINGER(1992), ser perigoso por não definir com certeza a viabilidade do modelo ajustado. De acordo com o autor, as estatísticas do coeficientes de determinação (r^2), erro padrão residual (S_{yx}) e a análise da distribuição dos resíduos usados em conjunto possibilitam selecionar mais eficientemente um modelo.

MAINARDI(1995) em seu estudo de estruturação da produção para *Pinus taeda* L. testou 34 modelos de relação hipsométrica para a região de Camará do Sul - RG e obteve como melhor modelo:

$$\frac{d^2}{\sqrt{h-1,30}} = b_1 * d + b_2 * d^2 \quad \text{com estimativas para coeficiente de}$$

determinação 0,99 e para erro padrão de estimativa 5,28. SCHNEIDER et al. (1988), para povoamentos de *Eucalyptus saligna* Smith e *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden, na região de Guaíba, RS, concluíram que as melhores estimativas de altura foram obtidas através do modelo de

regressão: $\frac{1}{h-1,30} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2$. ZANON et al. (1996)

descreve como melhor modelo para relação hipsométrica de *Eucalyptus dunii* da Depressão Central e Encosta do Sudeste do RS o seguinte: $\ln(h-1,30) = b_0 + b_1 * \ln(d) + b_2 * \ln^2(d)$ com estimativas para coeficiente de determinação 0,89 e para erro padrão de estimativa 2,52.

JORGE (1983) testou várias equações de regressões para descrever a relação hipsométrica de *Pinus elliottii* Engelm, utilizando-se de 150 árvores compreendidas entre 20 e 40 centímetros de diâmetro a altura do

peito e selecionou o modelo: $\frac{d^2}{h-1,30} = b_0 + b_1 * d + b_2 * d^2 + b_3 * d^2$

que apresentou um coeficiente de determinação de 0,8977 e um erro padrão de estimativa de 3,9275.

MATERIAL E MÉTODO

Os dados para o estudo foram provenientes de florestas equiâneas situadas na localidade de Cordilheira da Serra do Piquiri, no extremo sul do município de Cachoeira do Sul, na região denominada de Serra do Sudeste. Estas florestas de propriedade da empresa Todeschini S.A são formadas por povoamentos homogêneos de *Pinus elliottii* Engelm, implantados em junho de 1982, com um espaçamento inicial de 3 x 2 metros nos quais foram mensuradas árvores em talhões que sofreram dois desbastes, assim como, foram realizadas desramas nos indivíduos do povoamento.

O clima da região é do tipo Cfb/g, definido pela temperatura média do mês mais quente de 24,8 °C e do mês mais frio de 13,6 °C. As chuvas estão distribuídas por todos os meses do ano, sendo junho o mês mais chuvoso, com 166 mm, e dezembro o mês de menor ocorrência de chuvas, com 94 mm. A região apresenta um déficit hídrico médio de 85 mm, distribuídos de dezembro a março. A umidade relativa média anual é de 81% (MORENO, 1961).

A formação de geadas é freqüente, com uma média de 22 ocorrências por ano, e os ventos mais comuns são do sudeste e do leste, esse último predominante no mês de abril. A altitude média da região varia entre 100 e 500 metros e o relevo é ondulado, com formações de vales abertos.

Conforme LEMOS et al. (1973), o solo da área experimental faz parte da unidade de mapeamento Pinheiro Machado que se caracteriza por

solos litólicos, bem drenados, de coloração escura, textura média, com percentagens elevadas das frações mais grosseiras (areia grossa e cascalho), tendo como material de origem granito.

As unidades amostrais foram temporárias, utilizadas somente para uma única coleta de dados, sendo estas de área fixa (20 m x 20 m).

No estudo da relação hipsométrica foram utilizadas árvores cubadas através do método de Smalian. As alturas foram mensuradas nas árvores abatidas com a utilização de uma trena, o que proporciona maior precisão em relação a medição de árvores em pé com o auxílio de um hipsômetro. Na medição dos diâmetros ao longo do tronco de cada árvore foi adotado o procedimento seguinte: derrubada das árvores e feito a cubagem utilizando-se os dados das medições nas alturas de 0,10m, 0,70m, 1,30m, depois em distâncias de 1,0m até o topo da árvore, conforme SCHNEIDER et al. (1988).

Foram mensuradas 168 árvores distribuídas em classes de diâmetro de 3 centímetros, os diâmetros à altura do peito (dap) apresentados estão compreendidos entre 6 e 24 cm, conforme a Tabela 1. Procurou-se coletar para cada classe de diâmetro o mesmo número de árvores (24 indivíduos), sendo que este procedimento está de acordo com a recomendação de Kozak *apud* JORGE (1983), onde o autor afirma que para ajustar equações de regressão eficientemente as observações devem ser coletadas por amostragem sistemática em toda extensão das variáveis independentes.

TABELA 1: Freqüência da distribuição das árvores de *Pinus elliottii* Engelm em classe de diâmetro e altura, para a região em estudo.

D (cm)	Altura (m)										Σ
	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	
6	10	10	4								24
9		8	8	5	2	1					24
12		1	1	4	10	7	1				24
15			1	1	9	6	6	1			24
18				1	3	3	8	9			24
21				1	7	7	4	4	1		24
24				1	3	6	6	3	4	1	24
Σ	10	19	14	13	34	30	27	17	5	1	168

Para estudar as tendências de desenvolvimento do crescimento em altura em função do diâmetro à altura do peito foram testados oito modelos de regressão, apresentados na Tabela 2.

TABELA 2: Equações testadas para estimar o crescimento em altura em função do diâmetro à altura do peito, para *Pinus elliottii* Engelm.

Número	Modelo
1	$\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d}$
2	$\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d} + b_2 * \frac{1}{d^2}$
3	$h = b_0 + b_1 * d$
4	$\ln(h) = b_0 + b_1 * \frac{1}{d}$
5	$\ln(h - 1,30) = b_0 + b_1 * \ln\left(\frac{1}{d}\right)$
6	$\ln(h) = b_0 + b_1 * \ln(d)$
7	$(h - 1,30) = b_0 + b_1 * d$
8	$(h - 1,30) = b_0 + b_1 * d + b_2 * (d)^2$

Onde: h = altura total (m); e d = diâmetro à altura do peito (cm).

As equações de relação hipsométrica, discriminadas na Tabela 2, foram ajustadas através do pacote estatístico SPSS - Statistical Package for the Social Science (1996), sendo determinados os coeficientes e as respectivas estatísticas: coeficiente de determinação (r^2), o erro padrão de estimativa (S_{xy}) e o teste F.

Para a seleção do modelo matemático utilizou-se as medidas de precisão do coeficiente de determinação (r^2), o erro padrão de estimativa (S_{xy}) e a visualização do ajuste gráfico (resíduos).

O coeficiente de determinação (r^2) expressa a quantidade da variação explicada pela regressão. Como o coeficiente de determinação é

crescente à medida que se inclui uma nova variável ao modelo matemático, utilizou-se o coeficiente de determinação ajustado (r^2_{Aj}), que é ajustado para o número de coeficientes da equação. Esses coeficientes são obtidos pelas seguintes expressões:

$$r^2 = \frac{\sum (\hat{Y}_i - \bar{Y})^2}{\sum (Y_i - \bar{Y})^2}$$

$$r^2_{Aj} = r^2 - \left[\frac{k-1}{n-k} \right] \times (1-r^2)$$

- Onde:
- \hat{Y}_i = Estimativa da variável dependente;
 - Y_i = Variável dependente observada;
 - \bar{Y} = Média da variável dependente;
 - k = Número de variáveis independentes da equação;
 - n = Número de observações.

Outro parâmetro utilizado para a seleção do modelo matemático foi o erro padrão de estimativa (S_{yx}), que mede a dispersão entre os valores observados e estimados pela regressão. Deve-se destacar que o erro padrão de estimativa somente pode ser utilizado como comparador entre várias equações quando as variáveis dependentes apresentarem mesma unidade. Devido a isso, Meyer *apud* SCHNEIDER (1993) apresenta o erro padrão em percentagem ($S_{yx}\%$) como alternativa para a comparação de equações com variáveis dependentes de diferentes unidades. O erro padrão de estimativa e o erro padrão em percentagem são obtidos através das seguintes fórmulas:

$$S_{yx} = \sqrt{\frac{\sum (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - (k - 1)}}$$

$$S_{yx}\% = \frac{S_{yx}}{\gamma} \times 100$$

- Onde: \hat{Y}_i = Estimativa da variável dependente;
 Y_i = Variável dependente observada;
 n = Número de observações;
 k = Número de variáveis independentes da equação;
 γ = Média aritmética da variável dependente.

Dessa forma, foi selecionado o modelo matemático que apresentou o maior valor de r^2_{Aj} e o menor valor de S_{yx} .

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O ajuste dos dados de altura em função do diâmetro à altura do peito, obtidos através da cubagem de 168 árvores, utilizando-se de oito equações matemáticas, mostraram respectivamente bons coeficientes de determinação (0,62 - 0,82) e valores reduzidos de erro padrão de estimativa (2,64 m - 0,03 m), apresentados na Tabela 3.

TABELA 3: Modelos, coeficientes e estatísticas relevantes dos modelos matemático de relação hipsométrica testados.

Modelo	b_0	b_1	b_2	r^2_{aj}	S_{yx}
$\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d}$	0,156	2,187		0,80	0,03
$\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d} + b_2 * \frac{1}{d^2}$	0,227	0,232	11,25	0,82	0,03
$h = b_0 + b_1 * d$	3,841	0,563		0,62	2,64
$\ln(h) = b_0 + b_1 * \frac{1}{d}$	3,284	-10,88		0,78	0,17
$\ln(h - 1,30) = b_0 + b_1 * \ln\left(\frac{1}{d}\right)$	-0,149	-0,930		0,73	0,22
$\ln(h) = b_0 + b_1 * \ln(d)$	0,313	0,105		0,73	0,19
$(h - 1,30) = b_0 + b_1 * d$	2,541	0,563		0,62	2,64
$(h - 1,30) = b_0 + b_1 * d + b_2 * (d)^2$	-7,239	1,912	-0,04	0,71	2,31

Os modelos 3, 7 e 8, embora também apresentem alta significância no teste F, mostram os menores valores de r^2 e os mais elevados valores de S_{yx} , sendo estes modelos desconsiderados na seleção em função dessas duas estatísticas.

Os modelos 1, 2, 4, 5 e 6 apresentaram valores semelhantes de r^2 e de S_{yx} , bem como alta significância de F.

A análise gráfica dos resíduos das curvas de altura observada e altura ajustada não mostrou tendências em nenhuma das oito equações.

Dessa forma, de acordo com os resultados obtidos, pode-se afirmar que o modelo 2 apresenta, para todas as árvores, o menor erro padrão, bem como maior coeficiente de determinação. Entretanto, o modelo 1 mostra valores de erro padrão ligeiramente superiores e coeficientes de determinação pouco inferiores, sendo ambas as equações eficientes.

Embora se constata, em função dos critérios citados anteriormente, uma ligeira superioridade do modelo 2, foi realizada uma análise gráfica dos resíduos das duas equações que também confirmou esse resultado. Na Figura 1 é apresentado o gráfico dos resíduos da altura estimada em função do diâmetro à altura do peito, para o modelo 2.

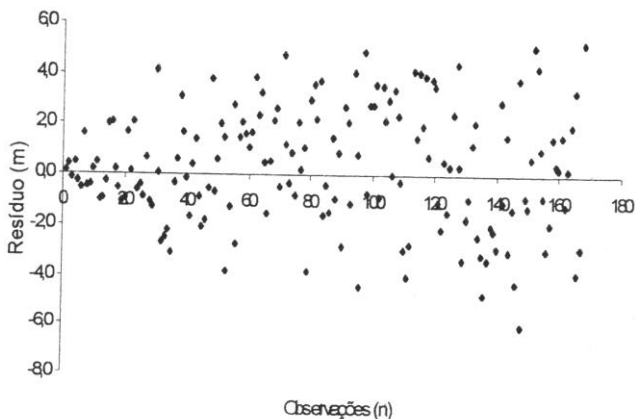


FIGURA 1: Gráfico de resíduos da estimativa da altura em função do diâmetro à altura do peito, para o modelo 2.

Dessa forma foi selecionado o modelo 2 para o ajuste da altura em função do diâmetro à altura do peito, de acordo com as estatísticas apresentadas (Tabela 3) e do gráfico de resíduos (Figura 1).

Pode-se observar na Figura 2 que a curva que ajusta a altura em função do diâmetro à altura do peito não apresenta tendência em toda a amplitude de diâmetros observados, demonstrando sua eficiência no ajuste dos dados para a espécie e região em estudo.

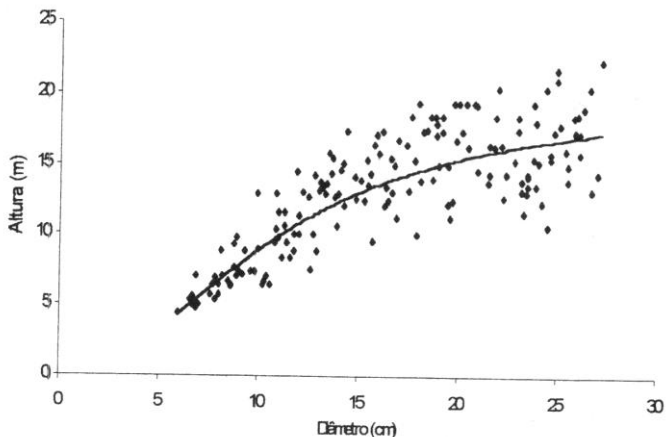


FIGURA 2: Curva ajustada da altura em função do diâmetro à altura do peito, utilizando-se o modelo 2.

CONCLUSÕES

Com base nas estatísticas de Coeficiente de Determinação (r^2), Erro Padrão de Estimativa (S_{yx}) e a análise gráfica dos resíduos, pode-se afirmar com segurança que, dentre os oito modelos matemáticos testados, o modelo 2 ($\frac{1}{\sqrt{h-1,30}} = b_0 + b_1 * \frac{1}{d} + b_2 * \frac{1}{d^2}$) é o melhor, sendo que o mesmo foi selecionado para estimar as alturas em função do diâmetro à altura do peito em *Pinus elliottii* para a região da Serra do Sudeste - RS.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- FINGER, C.A.G. **Fundamentos de biometria florestal**. Santa Maria: UFSM, CEPEF - FATEC, 1992. 269 p.
- HUSCH, B., MILLER, I.C., BEERS, T.W. **Forest mensuration**. New York: J. Wiley, 1982. 402 p.
- JORGE, L. A. B. Equações de relação hipsométrica para povoamentos de *Pinus elliottii* E., na Floresta Nacional de Três Barras, SC. **Brasil Florestal**, Brasília, nº 56, p. 41-47, 1983.
- LEMONS, R. C., AZOLIN, M. A. D., ABRAÃO, P. V.R., et al. **Levantamento e reconhecimento dos solos do Estado do Rio Grande do Sul**. Recife: Ministério da Agricultura, Departamento Nacional de Pesquisas Agropecuárias - Divisão de Pesquisas Pedológicas, 1973. 431 p. (Boletim Técnico, 30).
- MAINARDI, G. L. **Estruturação da produção de *Pinus taeda* L.: um estudo do caso para a região de Cambará do Sul, RS**. Santa Maria: UFSM, 1995. 77p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, 1995.
- MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura, 1961. 42 p.
- SCHNEIDER, P. R. **Introdução ao manejo florestal**. Santa Maria - RS: UFSM/ CEPEF-FATEC, 1993. 348 p.
- SCHNEIDER, P. R., FINGER, C.A.G., MENEZES, L.F., et al. **Fundamentos de planejamento da produção para o manejo florestal de *Eucalyptus grandis* (Hill.) Maiden e *Eucalyptus saligna* Smith**. Santa Maria: CEPEF/FATEC, 1988. 179 p.
- SCOLFORO, J. R. S. **Biometria Florestal**. Lavras - MG: UFLA/FAEPE/DCF, 1997. 298 p.
- SPSS. Statistical Analysis System: programa de computador, ambiente Windows. Chicago, 1996. versão 7.5.1.
- ZANON, M. L. B., FINGER, C. A. G., SCHNEIDER, P. R., KLEIN, J. E. M., COELHO, M. C. B. Funções para descrever a relação altura diâmetro de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.26, n.1, p. 87-90. 1996.

**APLICAÇÃO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS
NO GERENCIAMENTO DE UNIDADES DE PRODUÇÃO
FLORESTAL**

**APPLICATION OF GEOGRAPHICAL INFORMATION SYSTEMS
IN OF UNITS OF FORESTRY PRODUCTION MANAGEMENT**

Edson Luis Bolfe¹; Rudiney Soares Pereira²; Pedro R. de A. Madruga²;
Doádi Antônio Brena³

RESUMO

O planejamento das Unidades de Produção Florestal, depende fundamentalmente de fatores intrínsecos e locais dos povoamentos florestais existentes. Para tal, propõe-se a utilização do Sistema de Informações Geográficas - SIG (Idrisi for windows), integrando um banco de dados, o qual apoiará a tomada de decisões técnicas e administrativas de viabilidade, implantação, condução, manejo e exploração florestal a ser implementado. O objetivo da utilização deste sistema consistiu na localização geográfica dos povoamentos florestais a partir de suas coordenadas em mapas digitais, obtidos através de fotografias aéreas de médio formato e digitalizadas, processadas em microcomputador, que após serem interligadas com informações técnicas de campo e vinculadas em banco de dados, nos permitiu disponibilizar constantes avaliações e análises espaciais em função de variáveis como índice de sítio, espécie implantada, tratamentos silviculturais, ataque de pragas e produtividade. O emprego desse sistema de gerenciamento de Unidades de Produção

¹ Eng. Florestal, Mestrando do Programa de Pós-Graduação em Eng. Agrícola. RS 509 - km 09 - Bairro Camobi - Santa Maria - RS 97105-900. E-mail: bolfe@ccr.ufsm.br

² Dr., Prof. Do Departamento de Engenharia Rural. RS 509 - km 09 - Bairro Camobi - Santa Maria - RS 97105-900 E-mail: rudiney@ccr.ufsm.br / madruga.sma@zaz.com.br

³ Dr., Prof. do Departamento de Ciências Florestais. RS 509 - km 09 - Bairro Camobi - Santa Maria - RS 97105-900. E-mail: brena@ccr.ufsm.br

Florestal Através de um banco de dados, foi implantado através de análises sobre informações tabulares, incluindo componente espacial nas operações habilitando assim, a informação contida no sistema e relacionando-a com arquivos de definição geográfica em formato raster ou vetorial. A utilização do SIG, propiciou suporte técnico confiável e fundamental à tomada de decisões no que tange ao planejamento físico e gerencial de Unidades de Produção Florestal, bem como permitiu obter bases para previsões de manutenção, exploração e produtividade.

Palavras-chave: produção, floresta, manejo, SIG

ABSTRACT

The Forestry Farms management's planning depends basically on intrinsically and locational factors of the forest population existent. So, this research propose de Geographical Information System's (Idrisi for windows) utilization, integrating a database which will support the technical and administrative viability decisions on forest implantation, conduction, management and exploration to be implanted. This system utilization purpose is the forest population geographical location from it's coordinates in digital maps, obtained from aerial pictures with medium shape and digitized, processed in microcomputer which after had being interlinked to field technical information's, linked to database, permitted us to became available resample spatial analysis and constant voluations according to variables as site index, implanted species, forestry heatment, plague attack and productivity. The employment of this forestry farm management system from a database was implanted using tabular information analysis, including spatial components in the operation, habilitating thees the system information and reporting it with geographical definition archives in raster or vetorial shapes. The GIS's utilization with a database had propitiated secure and fundamental technical support to take decisions related to Forestry Farm management and physical planning, as well as permitted to obtain hasis to maintenance, exploratjon and productivity's prevision.

Key words: production, forestry, management, SIG

1. INTRODUÇÃO

A utilização de produtos de origem florestal aumentou significativamente nas últimas décadas, com influência para esta demanda, os fatores: aumento populacional aliado à necessidade de produzir energia a custos baixos; matéria prima para produção de celulose e papel; indústria moveleira; entre outras. Porém, são crescentes as restrições impostas pela legislação ambiental, quando da utilização destes produtos. Desta forma, a produção florestal voltou-se à busca de alternativas que pressupõe alta produção em reduzido ciclo produtivo, concretizando-se com o incremento da produção de espécies exóticas, principalmente Eucaliptos s.p. e Pinus s.p., porém esta alternativa não bastou para dar suporte a este sistema silvicultural, uma vez que essas Empresas para manterem sua produção constante dependem de projeções a qual invariavelmente se defrontam com a falta de planejamento, não proporcionando a tomada de decisões técnicas confiáveis.

Assim, torna-se imprescindível promover a eficiente utilização das áreas de produção florestal, como recurso técnico para abastecer o mercado madeireiro, e concomitantemente, manter o potencial produtivo dos recursos naturais gerados a partir das unidades de produção florestal.

Tradicionalmente, o planejamento destas áreas não é efetivo, pois demanda elevado fluxo de informações as quais se encontram dificuldades em alocar, detalhar, organizar, interpreta-lás, e principalmente armazená-las de tal forma, que nos garantem confiável banco de dados para tomada de decisões técnico-administrativa. No entanto, torna-se possível sistematizar tais informações através da utilização do geoprocessamento integrado à banco de dados, no qual nos permite planejar e executar ações de nível técnico tendo como suporte informações econômicas e operacionais.

Assim, temos como objetivo deste trabalho, a utilização do Sistema de Informações Geográficas como ferramenta no planejamento gerencial da produção florestal, que consistiu na localização geográfica dos povoamentos dentro das áreas da Empresa, com posterior vinculação de suas informações técnicas, como área, uso da terra, índice de sítio, espécie implantada, tratos silviculturais, previsão de corte e produtividade à um banco de dados, com vistas à determinação de planejamento e execução das atividades do meio.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Sistema de Informações Geográficas

Conforme INPE (1990), o Sistema de Informações Geográficas (SGI), é um "conjunto de programas que permitem adquirir, analisar, combinar e reproduzir informações codificadas espacialmente". Entre seus objetivos principais, podemos citar: integrar informações numa única base de dados; permitir a visualização conjunta de imagens e mapas; gerar mapeamentos derivados; integrar dados gráficos e informações armazenadas em banco de dados alfanuméricos.

2.2 Conceito de Geoprocessamento

RODRIGUES (1990), definiu geoprocessamento como um "conjunto de tecnologias de coleta e tratamento de informações espaciais, e de desenvolvimento e uso de sistemas que as utilizam".

Segundo SILVA et alii (1998), geoprocessamento é um "conjunto de procedimentos computacionais que, operando sobre bases de dados geocodificados, executa análises, reformulações e síntese sobre os dados ambientais tornando-se utilizáveis em um sistema de processamento automático".

2.3 Fotografias Aéreas

Segundo Strandeberg (1975) apud LOCH (1991)], fala que, além de grande escala, a fotografia aérea convencional tem seu ponto forte na possibilidade de interpretar em terceira dimensão, através da estereoscopia. Conforme GARCIA (1977), o espectro fotográfico abrange a faixa de 0,3 μm à 1,2 μm , enquanto que a região do visível se estende de 0,4 μm à 0,7 μm .

MATERIAL E MÉTODO

4.1 Localização da Área de Estudo

A área do presente trabalho esta localizada no distrito de Rio Branco a aproximadamente 8 quilômetros da área urbana do Município de Nova Prata – RS; onde a Fazenda Tupi situa-se entre coordenadas (UTM): 6823000mN / 6828000mN e 436500mE / 431000mE

4.2 Materiais

O material utilizado nas atividades desenvolvidas durante o trabalho foram:

- Folha topográfica / DSG, SH.22-V-B-V-2 / MI-2935/2, (Nova Bassano), Esc.1:50.000;
- Fotografias aéreas coloridas de médio formato, escala 1:30.000, datadas do mês novembro do ano1996;
- Câmara fotográfica de médio formato (80mm), Mamiya 645 SV;
- Microcomputador Pentium 333 MHz, 128 Mb de Ram, com monitor 15" tela plana;
- Scanner de mesa Artec- A 6000 C- Plus;
- Software Sistema de Informações Geográficas Idrisi for Windows, Versão 2.0;
- Software de Tratamento Digital de Imagens Adobe Photoshop Versão 4.0;
- Software de Pós-processamento de GPS/Sokia,
- GPS Topográfico – Spectrum/Sokia e GPS de Navegação - Garmin 45xl.

4.3 Método

O procedimento utilizado na condução do trabalho junto ao SIG, foi dividido em cinco etapas fundamentais: coleta de informações, digitalização, edição, geração de imagens e análises espaciais.

4.3.1 Coleta de Informações:

Constituiu-se na aquisição das fotografias aéreas, contendo informações de interesse da área a ser trabalhada, consistiu na delimitação de divisas da propriedade junto a folha sistemática do DSG Nova Bassano, SH.22-V-B-2, com posterior planejamento e efetivação do voo na escala estabelecida. Posteriormente estas fotografias foram digitalizadas em scanner de mesa, com resolução de 300 dpi, no modulo RGB. Necessitou-se aqui, coleta de coordenadas de campo, que foi efetuada com GPS topográfico com pós processamento, também houve reconhecimento de

feições e alocação junto à Empresa as informações dos dados dendrométricos dos povoamentos florestais.

4.3.2 Digitalização:

Este foi o processo de conversão de dados da base geográfica convencional para o formato digital através da vetorização de entidades gráficas, (pontos, linhas e polígonos). Para tal necessitou-se primeiramente a montagem e tratamento do mosaico digitalmente, de tal forma que enquadra-se toda área de interesse, na seqüência este arquivo foi convertido da forma *.tif*, para o formato específico do SIG utilizado *.img*.

Assim efetuou-se a orientação deste mosaico, calçado no apoio de campo; e após definidas todas as entidades de interesse, que foram digitalizadas via monitor, atribuindo-se identificadores numéricos com "Geocodificação".

4.3.3 Edição:

Consistiu em analisar, ajustar e excluir entidades gráficas anteriormente digitalizadas, com o objetivo de minimizar os erros da digitalização. Aqui com o auxílio de estereoscópio, observou-se visualmente as feições dos temas, assim como seus limites, de tal forma que os erros da digitalização foram praticamente anulados.

4.3.4 Geração das Imagens:

Nesta etapa, efetuou-se a conversão da forma vetor para o formato raster. Assim gerou-se Imagens contendo as diferentes temas de cobertura vegetal, a rede viária, rede de drenagem, limites internos e externos. Ainda foi executado a elaboração da base cartográfica, como grade de coordenadas na Projeção Transversal de Mercator (UTM), norte, escala, legenda entre outros.

4.3.5 Análises Espaciais:

Baseou-se na avaliação dos dados digitais georreferenciados e geocodificados, efetuando-se a sistematização e tabulação das informações

dentro do banco de dados, com posterior vínculo à imagem no formato raster, visando-se a otimização de processos, analisar tendenciosidade, elaborar estratégias, definir atividades, minimizando custos. Foram várias as análises efetuadas dentro do SIG, sendo as principais :

- Consulta ao banco de dados;
- Operadores de contexto;
- Operadores matemáticos;
- Operadores de distâncias;
- Análises estatísticas;
- Suporte à decisões.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Levantamento de Campo

5.1.1 Pontos de Apoio:

Com auxílio das fotografias aéreas de médio formato coloridas, coletou-se à campo coordenadas de apoio terrestre, para tal utilizou-se GPS-Topográfico, foram coletados dezessete (17) pontos, que cobriam satisfatoriamente a área de interesse. Após o levantamento de campo os resultados sofreram pós-processamento em laboratório, obtendo assim um baixo erro médio quadrático (0.042339), ou seja, com a imagem de 1 metro de resolução, tivemos 0,4233 metros de precisão relativa dos pontos (Veja Tabela 01).

5.1.2 Feições:

Na interpretação visual, com auxílio do estereoscópio, tomou-se à campo as feições de uso, tanto de temas de cobertura vegetal, ação antrópica como limites internos e da propriedade. Estas foram repassadas em polyester para posterior identificação e verificação em laboratório.

5.1.3 Dados Dendrométricos:

Foram fornecidos pela Empresa, a qual continha dados de índice de sítio, tipo de implantação, espécie implantada, tratos silviculturais,

técnica de manejo, forma de exploração e produtividade efetuado nos povoamentos florestais existentes na área, sejam povoamentos naturais ou implantados.

TABELA 01: Coordenadas UTM e Erro Quadrado Médio dos pontos de apoio terrestre.

PONTO	COORD. mN	COORD. mE	ELEVAÇÃO	EQM
01	6824558.181	440062.165	618.380	0.010918
02	6824757.586	439832.067	629.517	0.007859
03	6825403.739	439114.855	664.055	0.029400
04	6825479.798	439977.756	685.427	0.012743
05	6826342.766	439378.088	679.298	0.020819
06	6827083.780	438948.580	679.024	0.153659
07	6825481.193	440920.954	613.028	0.018630
08	6826241.510	440594.509	657.090	0.024740
09	6827580.501	440080.058	612.779	0.035461
10	6827528.596	438582.682	678.276	0.032253
11	6827600.199	437369.930	692.641	0.021376
12	6824573.051	437416.605	727.790	0.014802
13	6824368.314	437773.458	704.113	0.005995
14	6823983.739	438715.470	655.756	0.002607
15	6823838.534	439163.470	642.828	0.011603
16	6823644.231	439811.140	635.497	0.012918
17	6824394.455	440212.463	625.691	0.030736
EQM GERAL				0.042339

5.2 Processamento do Mosaico Aerofotográfico Digital

A elaboração do mosaico digital, baseou-se na digitalização das fotografias, com resolução de 300 dpi, dentro do módulo RGB. O registro destas fotografias no arquivo gráfico se deu através de pontos comuns, e se necessário deformou-se a imagem, unindo assim todas as fotos para a composição do mosaico em sua totalidade, formando um arquivo final de 24 Mb. Na interpretação digital do mosaico, obtido a partir das fotografias de médio formato coloridas, na escala 1:30.000, apoiadas com trabalho de

campo, determinou-se os temas de cobertura vegetal e ação antrópica, relativo ao mês de novembro do ano de 1996. Tais temas forma delimitados sem grandes dificuldades em virtude do apoio de campo, aliado à elevada resolução espacial em que se trabalhou (1m), e da ampla faixa do espectro eletromagnética - ultravioleta até infravermelho próximo (0,3 um à 1,2 um), em que atuam as fotografias (Veja Tabela 02).

5.3 Sistematização, Tabulação e Vinculação do Banco de Dados

A partir das informações obtidas na Empresa Florestal Tupi, sobre condições de implantação, condução, manejo e exploração, dos povoamentos, definiu-se a sistemática de tabulação destes dados, de tal forma, que seriam facilmente acessados e analisados. Com isto duas formas de consulta são propostas, a primeira, através da Geocodificação e Georreferencia, temos possibilidade de executar consultas à atributos na forma de mapa, esta visualização é implementada, mostrando-se na barra de "status", na base da tela, as coordenadas E e N (UTM), e através do modo consulta, em diferentes locais da imagem, o valor do atributo "z"; dessa forma tornou-se possível a localização geográfica dos atributos de interesse.

TABELA 02: Qualiquantificação da cobertura vegetal e ação antrópica, Fazenda Tupi - 1996.

TEMA DE COBERTURA	ÁREA DO TEMA (ha)	Percentual (%)
Campo/Capoeira	99,8506	10,29
Erva-Mate	74,1082	7,63
Agricultura	2,8772	0,30
Pinus s.p.	1,7198	0,18
Clareiras	1,9902	0,21
Araucária	1,3355	0,14
Mata Nativa	785,3675	80,98
Plátano	0,0704	0,09
Pedreira	0,1054	0,01
Serraria	0,8574	0,09
Barragem	2,5100	0,26
TOTAL	970,7982	100

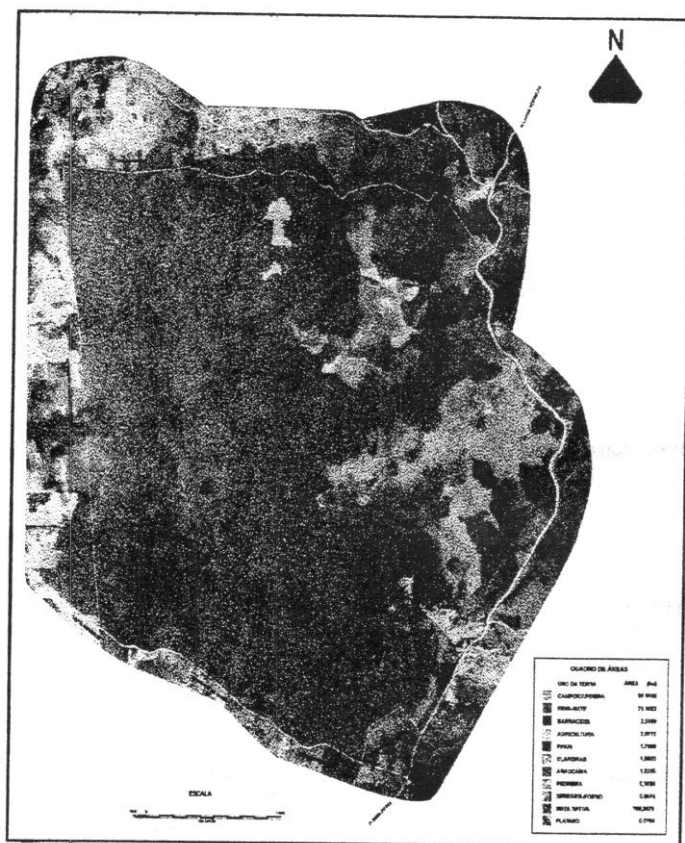


FIGURA 01: Mosaico Aerofotográfico Digital.

A segunda alternativa de consulta, consiste na possibilidade de visualização dos atributos específicos de determinada área, ou seja, os temas de cobertura vegetal e ação antrópica permitindo a extração de todas as áreas que preenchem determinadas condições e que posteriormente são visualizadas no formato de mapa.

6. CONCLUSÕES

A utilização de um Sistema de Informações Geográficas, integrada ao Banco de Dados influenciou o planejamento gerencial das unidades de produção florestal, de diversas formas: o fato de se ter o componente espacial no estabelecimento das ações, e a facilidade de visualização e análise dos resultados, nos proporciona amparo técnico confiável à tomada de decisões.

Com a implementação do banco de dados, temos suporte de informações, a qual propicia o planejamento físico e administrativos fundamental para gerenciar estas unidades, obtendo redução de custos operacionais, de implantação, manutenção e exploração da produção florestal.

O SIG, será uma poderosa ferramenta para auxiliar na gerência das Empresas Florestais, porém, quando da implantação de sistemas desta natureza, necessita-se de um planejamento minucioso e eficiente para que o sistema final venha de encontro às necessidades das informações à serem inseridas no banco de dados, dessa forma, há necessidade da Empresa Florestal participar ativamente do processo a ser implantado.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, **Manual of Photogrammetry**. Virginia, 1966. 1220p.
- AMERICAN SOCIETY OF PHOTOGRAMMETRY, **Manual of Remote Sensing**. Virginia, 1975. 2144 p.
- CURRAN, P.J. **Principles of Remote Sensing**. N. York, 1995 Longman Group (FE), 1985. 194 p.
- HALLERT, B. **Photogrammetry**. N. York, Mc Graw Hill. 1960. 450 p.
- MARCHETTI, D.A.B. **Princípios de fotogrametria e fotointerpretação**. São Paulo, Ed. Nobel 1978.257 p.

SCHREUDER, G.J. **Manual de Fotogrametria Florestal**. Turrialba. Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas. 1964. 91 p.

**IMPLICAÇÕES ECOLÓGICAS E ECONÔMICAS DA
UTILIZAÇÃO DA BIOMASSA DO PRIMEIRO DESBASTE DE UM
POVOAMENTO DE *Araucaria angustifolia* (BERT.) O. KTZE.**

**ECONOMICAL AND ECOLOGICAL IMPLICATIONS OF THE
USE OF THE BIOMASS OF THE FIRST THINNING OF A *Araucaria
angustifolia* (BERT.) O. KTZE. STAND**

Mauro Valdir Schumacher¹; Juarez Martins Hoppe²; Saulo José Barbieri³

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo estimar a biomassa e avaliar as implicações ecológicas e econômicas decorrentes de diferentes intensidades de utilização da madeira e casca do primeiro desbaste de um povoamento de *Araucaria angustifolia*. Os dados foram coletados em um talhão de 14 anos de idade, plantado em um solo argiloso e de baixa fertilidade, no município Quedas do Iguaçu - Paraná. Para estimar a quantidade de biomassa foi utilizado o modelo de regressão ($\ln y = b_0 + b_1 * \ln DAP + b_2 * \ln H$), cujo os coeficientes foram calculados a partir de 25 árvores amostradas em 9 classes diamétricas. A biomassa total encontrada foi de 43,1 Mg ha⁻¹, onde desta 11; 11; 14 e 64 % encontravam-se distribuídos nas grimpas, ramos, casca e madeira respectivamente. Através da colheita da madeira sem casca até um diâmetro mínimo aproveitável de 12 cm irão ocorrer as menores exportações de nutrientes para fora do sítio, bem como os menores gastos com reposição de fertilizantes.

Palavras-chave: biomassa, nutrientes, sustentabilidade, *Araucaria angustifolia*.

¹ Eng. Florestal, Prof. Dr. Nat. techn. Ecologia e Nutrição Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, e-mail: schuma@ccr.ufsm.br

² Eng. Florestal, Prof. M. Sc., Silvicultura, Departamento de Ciências Florestais, Universidade Federal de Santa Maria, e-mail: hoppe@ccr.ufsm.br

³ Eng. Florestal. Chefe de Planejamento Florestal. Araupel S. A. Quedas do Iguaçu-PR, e-mail: araupel@whiteduck.com.br

ABSTRACT

The present study has the objective of estimating the above ground biomass and evaluating the ecological and economical implications caused by different intensities of wood and bark utilizations of first thinning of a *Araucaria angustifolia* forest. Data were collected in a fourteen year stand, growing on clay soil with low fertility situated in the county of Quedas do Iguaçu - Paraná. To estimate the amount of biomass was utilized a regression model ($\ln y = b_0 + b_1 * \ln DAP + b_2 * \ln H$), whose coefficients were calculated using data from twenty five trees sampled in nine different diametric classes. The total above ground biomass found was 43,1 Mg ha⁻¹ where from this 11; 11; 14 and 64 % were spread in the "grimpas" (needles and twigs), branches, bark and wood respectively. By the wood harvested without bark, up to a minimum usable diameter of 12 cm, will happen the smallest nutrient export from the site as well as the smallest expenses with fertilizers.

Key-words: Biomass, nutrients, sustainability, *Araucaria angustifolia*.

INTRODUÇÃO

A *Araucaria angustifolia* é uma árvore alta, de aspecto original e contrastante com as demais árvores do sul do Brasil, de 20-50 metros de altura, 1-2 metros de diâmetro na altura do peito. O tronco é perfeitamente cilíndrico, reto e raras vezes ramificado em dois ou mais, casca grossa (até 15 cm), resinosa, cuja superfície externa se desprende em placas, cinzento escuras (REITZ et al., 1983).

Conforme CARVALHO (1994), no Brasil, a área original com Araucária foi de cerca de 200.000 km², ocorrendo principalmente nos estados do Paraná, Santa Catarina, Rio Grande do Sul com 40, 31, e 25% de suas superfícies respectivamente. Os demais 4% encontravam-se nos estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio de Janeiro.

Na metade da década de 60, com VAN GOOR (1965), iniciaram-se os primeiros estudos acerca da nutrição da *Araucaria angustifolia*, mas foi nos anos 70 e 80 que tivemos a realização de vários trabalhos com Araucária (KRAPPENBAUER & ANDRAE, 1976; REISSMAN et al. 1976; DIETRICH, 1977; DE HOOG et al., 1979, DUTRA, 1980; HOPPE, 1980 e DE HOOG, 1981). No entanto quase todos estes autores, com exceção dos primeiros, se limitaram a estudar as relações do solo e o teor de nutrientes das acículas da Araucária.

O manejo intensivo de florestas plantadas, como é o caso da Araucária, podem aumentar significativamente a produção da biomassa, mas ao mesmo tempo provoca uma maior remoção de nutrientes para fora do sítio em função da colheita.

Durante a fase inicial do desenvolvimento de uma floresta, uma grande quantidade de carboidratos é canalizada para produção da copa. Com o passar do tempo, quando as copas começam a competir entre si, a proporção relativa da biomassa do tronco aumenta e a das folhas ou acículas e ramos diminui gradativamente (REIS & BARROS, 1990; MADEIRA & PEREIRA, 1990/91 e OTTO, 1994).

A maior quantidade de biomassa produzida pelas árvores esta no compartimento tronco (casca e madeira), enquanto a maior quantidade de nutrientes está acumulada na copa (acículas e ramos).

De acordo com GONÇALVES et al. (2000), os fatores que mais influem na quantidade de nutrientes absorvidos pelas árvores são: necessidades totais de nutrientes, velocidade de crescimento, eficiência de uso dos nutrientes nos processos metabólicos e capacidade de absorção dos nutrientes dos solos.

Avaliando-se os estudos de ciclagem de nutrientes realizados em florestas do mundo inteiro, verifica-se que o estoque de nutrientes na vegetação acima do solo aumenta das florestas boreais para as tropicais. Por outro lado, a massa de nutrientes acumulados na serapilheira e depositados sobre o solo aumenta de forma contrária ou seja, das florestas tropicais para as boreais, principalmente devido a baixa atividade dos organismos decompositores, que são inibidos pelas baixas temperaturas.

Dependendo da idade, a copa da árvore pode conter mais de 50% dos nutrientes da biomassa. Neste sentido, é fundamental fazer um balanço nutricional completo, estimando-se a biomassa e os nutrientes exportados ao longo das rotações, bem como conhecer os impactos decorrentes dos desbastes realizados nos povoamentos de Araucária.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar os impactos ecológicos e econômicos decorrentes de diferentes intensidades de utilização da biomassa do primeiro desbaste de um povoamento de Araucária.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma floresta de Araucária com 14 anos de idade, pertencente a empresa Araupel S. A, localizada no município de Quedas do Iguaçu no estado do Paraná. A empresa encontra-

se entre as coordenadas geográficas 25 e 26° latitude Sul e 52 ° e 53° de longitude Oeste de Greenwich.

Localização

O levantamento de serapilheira e biomassa arbórea foi realizado no projeto Giacomar XI, no talhão número 15. Este localiza-se nas coordenadas 25,28° de latitude Sul e 52,43° de longitude Oeste de Greenwich.

Clima

Segundo a classificação de Köppen, este é subtropical úmido mesotérmico. A temperatura média do trimestre mais quente é de 23,0°C, temperatura média do trimestre mais frio é de 15,5 °C e a temperatura média anual é de 19,5°C. A temperatura mínima absoluta é de -5,5°C, já a temperatura máxima absoluta chega a 38,1°C. A precipitação pluvial média do ano é de 1900 mm. Os meses mais chuvosos vão de outubro a dezembro, enquanto que os meses de menor precipitação são março, julho e agosto.

Solo

O povoamento de Araucária encontra-se em um Latossolo Roxo, com um horizonte A bem desenvolvido, com teores médios de cálcio e magnésio, profundo, friável, poroso, bem drenado, boa capacidade de retenção de água, textura de franca a argilosa.

TABELA 1: Características químicas do solo da área com Araucária onde foi realizada a amostragem de biomassa.

Prof. (cm)	Argila (%)	pH H ₂ O	M.O (%)	P	K	Ca	Mg	Al	CTC ¹	V ²
				cmol/L						
0-20	81	4,2	3,7	1,1	80,0	2,2	0,7	2,9	5,9	20,6

P e K : Extrator Mehlich 1.

- Al, Ca e Mg: Extrator KCl 1 mol/L.

- ¹ CTC efetiva, ² Saturação de bases.

Implantação do povoamento

O povoamento de Araucária foi implantado em 1986, logo no momento da coleta dos dados apresentava-se com 14 anos de idade.

Preparo do solo

O preparo do terreno consistiu na retirada dos resíduos de vegetação anteriormente existentes, (Mata Nativa). A remoção da vegetação foi realizada através de tratores de esteira com lâminas Bulldozer, Kg e escarificador frontal. Após o material foi enleirado e abandonado por um período de três semanas e queimado. Após a queima, com o auxílio de grades, os restos das leiras foi devidamente espalhado sobre o solo.

Plantio

As sementes utilizadas para o plantio, tiveram origem das florestas nativas localizadas no município de Irineópolis – SC.

O povoamento foi plantado nos meses de Julho e Agosto do ano de 1986.

O sistema de plantio utilizado foi o mecanizado com plantadeiras especiais desenvolvidas pela própria empresa. Com estas foi possível plantar o pinhão diretamente no solo e no local definitivo.

No primeiro ano, nas entrelinhas da Araucária, foi plantado arroz de sequeiro. O arroz foi adubado com 250 kg ha⁻¹ de N-P₂O₅-K₂O na fórmula 4-20-20. Já no segundo e terceiro anos foi plantado milho no entre meio das fileiras de araucária, porém sem adubação.

O espaçamento inicial da Araucária, foi de 3,0 metros entre linha x 0,5 metros entre sementes. Totalizando 6.666 plantas ha⁻¹.

Não foi feito nenhum replantio, uma vez que havia um elevado número de plantas na fase inicial.

Nos primeiros 3 anos após o plantio, foram necessárias algumas práticas de manutenção do povoamento, com o objetivo de garantir o estabelecimento, bom crescimento e desenvolvimento das plantas. Foram realizadas as seguintes práticas: combate a formigas, coroamento, capina Manual, roçada manual, aplicação manual e mecanizada de herbicida, roçada de arbustos e outros.

Tratos silviculturais

Esta operação teve por objetivo, estabelecer a população ideal para o povoamento de araucária, através da eliminação de indivíduos de menor potencial, buscando-se a formação de espaços homogêneos entre as plantas, próximos a 6 m² (espaçamento 3 m x 2 m).

O projeto de araucária foi estabelecido utilizando-se sementes, através do sistema de plantio mecanizado com plantadeira, em espaçamento 3 m x 0,5 m, totalizando 6.666 sementes por hectares.

Esta densidade inicial exigiu, a partir do segundo para o terceiro ano, uma operação de redução de indivíduos por hectare a fim de possibilitar o crescimento ideal e contínuo das plantas remanescentes. Tendo como base o espaçamento 3 m x 2 m, reduziu-se o número de plantas para 1666. Esta operação foi executada utilizando-se motorrossadeiras.

Inventário Florestal

Numa área de condições de sítio semelhantes, foram demarcadas 7 parcelas com as dimensões de 20 m x 25 m. Em cada uma destas foram medidos todos os diâmetros das árvores (DAP) a serem removidas pela ocasião do primeiro desbaste, bem como 10% das alturas das mesmas. As alturas das árvores não medidas no campo, foram estimadas através de relação hipsométrica. Para cada uma das parcelas foi calculado o diâmetro médio, altura média e o volume total de madeira e casca.

Determinação da biomassa

A partir dos dados coletados nas parcelas do inventário florestal os diâmetros das árvores foram agrupados em nove classes com 2 cm de intervalo cada. Em cada uma das classes, foram abatidas três árvores. No campo, inicialmente dentro de cada classe, as árvores eram localizadas e após eram cortadas. Assim que as árvores eram abatidas nas mesmas realizava-se uma cubagem rigorosa, segundo o método desenvolvido por SMALIAN e descrito por FINGER (1992).

Na seqüência, os galhos eram separados do tronco e classificados em vivos e mortos e destes, com o auxílio de tesouras de poda, coletavam-se todas as grimpas.

Ainda no campo os componentes grimpas, galhos vivos e galhos mortos, tiveram seu peso úmido aferido, mediante o uso de uma balança de gancho.

Em seguida retirava-se um disco de madeira com casca na metade do tronco comercialmente aproveitável (até 10 cm na ponta fina) e outro disco na metade da ponteira resultante da colheita do tronco.

O restante do tronco era seccionado em toretes de 2,0 m, sendo cada um destes pesado na sua totalidade e após descascados os mesmos sofriam nova pesagem para descontar o peso de casca.

Quando possível, os troncos tinham a sua biomassa de casca e madeira aferida até os diâmetros de 12, 10, 8 e 6 cm de altura comercial. A porção do tronco com diâmetro inferior a 6 cm foi considerada como ponteira (Figura 1).

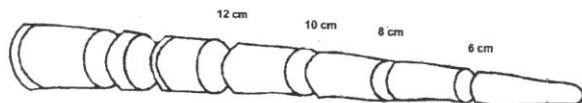


FIGURA 1: Esquema da determinação da biomassa em função de diferentes diâmetros aproveitáveis.

Foram retiradas amostras de cada um dos componentes (grimpas, galhos vivos, galhos mortos, casca e madeira do tronco), as quais foram pesadas no campo, com o auxílio de balança digital com 0,1 g de precisão, devidamente armazenadas em sacos de papelão e etiquetadas.

Após o material foi transportado até o Laboratório de Ecologia Florestal, pertencente ao Departamento de Ciências Florestais da Universidade Federal de Santa Maria. Já no laboratório, todas as amostras foram colocadas para secar em estufa, com circulação e renovação de ar à temperatura de 75°C, até atingirem peso constante. Para a determinação do peso de matéria seca, utilizou-se uma balança eletrônica com 0,01 g de precisão.

A biomassa das árvores não mensuradas e existentes nas parcelas foi estimada por meio de modelo de regressão. A utilização de modelos de regressão para estimar a biomassa de espécies arbóreas tem sido empregados com sucesso por outros autores como CROMER et al. (1993), SCHUMACHER (1995), CARBONEIRA PEREIRA et al. (1997), SILVA (1996), SCHUMACHER (1998) e CALDEIRA et al. (2000) os quais obtiveram boas estimativas.

A partir do valor médio da biomassa encontrada nas diferentes parcelas, calculou-se a mesma por hectare.

3.10 Análises químicas

Para a determinação do conteúdo de nutrientes nos componentes da biomassa aérea, utilizou-se as mesmas amostras usadas para determinar o teor de umidade. No caso específico das grimpas, realizou-se uma coleta na metade da altura da copa e nos quatro pontos cardeais da mesma. Após seco em estufa a uma temperatura de 80°C até peso constante, todo material vegetal foi moído em moinho tipo Wiley com peneira de mesh de 20. Os teores de N, P, K, Ca, Mg, S, Zn, Cu, Mn, Fe, B e C orgânico foram determinados mediante a metodologia descrita por TEDESCO et al. (1995) para a análise de tecidos vegetais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inventário Florestal

Distribuição diamétrica das árvores do desbaste

A partir dos dados do inventário florestal, realizado em 7 parcelas, foi possível caracterizar o povoamento quanto ao parâmetro diâmetro a altura do peito (DAP) das árvores a serem retiradas para fora do sítio por ocasião do primeiro desbaste..

Em função da amplitude dos dados, foram determinadas nove classes diamétricas com intervalo de 2,0 cm.

A Figura 2, mostra o número de árvores a serem removidas em função de cada classe.

Na figura anteriormente apresentada, observa-se que a maioria das árvores encontram-se na classe de DAP que vai de 14,1 a 16,0 cm, ou seja, um pouco acima do diâmetro médio do povoamento que é de 13,3 cm. O total de árvores removidas por ocasião do primeiro desbaste é de 623 ha⁻¹.

4.1.2 Altura das árvores

Para estimar a altura das árvores de Araucária, que não foram medidas no campo, utilizou-se um modelo de equação. Na Tabela 2, observa-se os coeficientes e o erro padrão da estimativa utilizados para o modelo empregado.

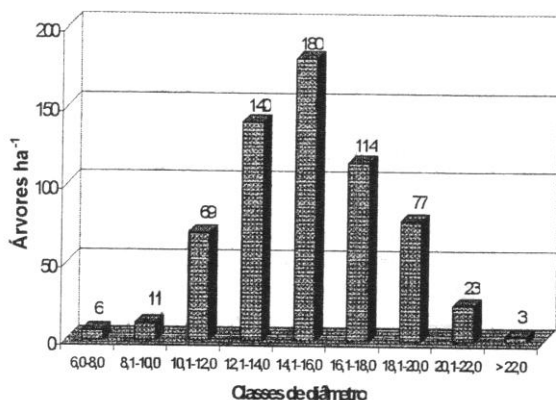


FIGURA 2: Distribuição das árvores nas diferentes classes de diâmetro.

TABELA 2: Modelo utilizado para estimar as alturas das árvores no povoamento de Araucária.

Modelo	b0	b1	R ²	S _{yx}
$1/\sqrt{h} - 1,30 = b0 + b1 * 1/dap$	0,195535	1,385331	0,64	5,5

4.1.3 Características dendrométricas do povoamento

Na Tabela 3, são apresentados os parâmetros dendrométricos das árvores a serem removidas por ocasião do primeiro desbaste do povoamento de Araucária, aos 14 anos de idade.

TABELA 3. Relação dos parâmetros dendrométricos das árvores a serem removidas pelo primeiro desbaste.

Parâmetro	Valor
Altura média (m)	12,3
DAP* médio (cm)	13,3
Vol. Madeira com casca (m ³ ha ⁻¹)	92,5
Vol. Madeira sem casca (m ³ ha ⁻¹)	78,4
Volume de casca (m ³ ha ⁻¹)	14,2

* DAP = Diâmetro à altura do peito (1,30 m)

Biomassa

O modelo de regressão utilizado para estimar a biomassa dos componentes (grimpas, galho vivo, galho morto, casca e madeira) foi significativo quanto a capacidade de explicar a variabilidade do peso seco entre as árvores incluídas na amostra. Isto pode ser evidenciado através dos valores altos encontrados para os coeficientes de determinação ajustado (Tabela 4).

TABELA 4: Modelo de regressão ($\ln y = b_0 + b_1 * \ln DAP + b_2 * \ln H$) utilizado para estimar a biomassa dos componentes das árvores de Araucária.

Componente	Coeficientes			
	b_0	b_1	b_2	R^2
Grimpas	-8,478745	3,190935	0,649126	0,78
Galhos vivos	-7,222480	3,245948	-0,033739	0,87
Galhos mortos	-12,415428	2,966091	1,839430	0,80
Casca	-5,234198	2,300417	0,437333	0,96
Madeira	-4,132296	2,448312	0,411168	0,99

FREITAS (2000), trabalhando com um povoamento de *Eucalyptus grandis* utilizou a equação $\ln y = b_0 + b_1 * \ln DAP + b_2 * \ln H$ e obteve um boa estimativa dos componentes da biomassa acima do solo.

A biomassa dos diferentes componentes do desbaste do povoamento de Araucária, em $Mg ha^{-1}$, esta representada na Tabela 5.

TABELA 5: Biomassa aérea ($Mg ha^{-1}$) dos componentes do povoamento de Araucária.

Componente	Biomassa ($Mg ha^{-1}$)
Grimpa	4,94
Galho vivo	3,28
Galho morto	1,29
Casca	5,82
Madeira	27,82
Total	43,15

Na Tabela 5 verifica-se que a distribuição de biomassa obedece a seguinte ordem: Madeira > casca > grimpas > galho vivo > galho morto.

Os impactos da colheita da biomassa florestal

Através da colheita florestal é que ocorrem as maiores exportações de nutrientes em um ecossistema florestal. As quantidades de nutrientes removidas para fora do sítio dependem, principalmente, do componente da árvore a ser colhido, idade do corte do povoamento, das condições edáficas e da eficiência dos processos de ciclagem de nutrientes de cada uma das espécies.

A quantidade de nutrientes removidos para fora do sítio não é proporcional a quantidade de biomassa colhida, porque os diferentes componentes das árvores possuem diferentes teores de nutrientes (BINKLEY, 1986; KOZLOWSKI et al. 1991).

Na Tabela 6, são apresentadas as quantidades de macronutrientes estocados em diferentes posições do tronco das árvores do primeiro desbaste do povoamento de Araucária com 14 anos de idade.

TABELA 6: Quantidades de nutrientes estocados em diferentes posições do tronco (madeira e casca) das árvores por ocasião do primeiro desbastes

Componente	Diâmetro (cm)	Biomassa (Mg ha ⁻¹)	Nutrientes (kg ha ⁻¹)				
			N	P	K	Ca	Mg
Casca	12,0	3,69	22,5	10,9	42,5	77,3	5,8
	10,0	1,11	7,9	2,7	12,9	17,2	2,9
	8,0	0,52	3,7	1,3	6,1	8,1	1,3
	6,0	0,23	1,6	0,5	2,6	3,5	0,6
	< 6,0 *	0,27	1,9	0,6	3,1	4,1	0,7
Madeira	12,0	18,68	24,2	19,8	115,8	26,1	3,2
	10,0	5,30	9,0	5,9	33,4	10,0	1,2
	8,0	2,41	4,1	2,7	15,1	4,6	0,5
	6,0	0,86	1,4	0,9	5,4	1,6	0,2
	< 6,0	0,55	0,9	0,6	3,5	1,0	0,1

* Ponteira

Intensidades de utilização da biomassa.

Nas Tabela 7 e 8, são apresentadas as quantidades de nutrientes, que permanecem e que são exportadas em decorrência de diferentes intensidades de colheita da biomassa do tronco: madeira + casca e somente

madeira das árvores a serem removidas por ocasião do primeiro desbaste em um povoamento de Araucária, aos 14 anos de idade.

Na Tabela 7, verifica-se que pela colheita da madeira mais a casca, até uma diâmetro aproveitável de 10 cm ocorre uma grande exportação do cálcio para fora do sítio (130,6 kg ha⁻¹). No entanto na Tabela 8, observa-se que para a mesma intensidade de aproveitamento, porém descascando-se a madeira a quantidade exportada de cálcio é 36,1 kg ha⁻¹.

TABELA 7: Quantidades médias de nutrientes que permanecem e são exportados em função da intensidade de colheita da biomassa do tronco (madeira + casca).

Intensidade De uso	Componente	Nutriente (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Até 12 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	30,5	15,2	82,1	50,1	7,5
	Total permanece	121,8	36,5	196,7	175,7	26,7
	Total exportado	46,7	30,7	158,3	103,4	9,0
Até 10 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	13,6	6,6	35,8	22,9	3,4
	Total permanece	104,9	27,9	150,4	148,5	22,6
	Total exportado	63,6	39,3	204,6	130,6	13,1
Até 8 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	5,8	2,6	14,6	10,2	1,6
	Total permanece	97,1	23,9	129,2	135,8	20,8
	Total exportado	71,4	43,4	225,8	143,3	14,9
Até 6 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	2,8	1,2	6,6	5,1	0,8
	Total permanece	94,1	22,5	121,6	130,7	20,0
	Total exportado	74,4	44,7	233,8	148,4	15,7

* Representada pelo somatório das grimpas, galhos vivos e galhos mortos;

** Representada pela biomassa do tronco (casca e madeira) que não é colhida.

TABELA 8: Quantidades médias de nutrientes que permanecem e são exportados em função da intensidade de colheita da biomassa do tronco (madeira).

Intensidade De uso	Componente	Nutriente (kg ha ⁻¹)				
		N	P	K	Ca	Mg
Até 12 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	30,5	15,2	82,1	50,1	7,5
	Casca do tronco	22,5	10,9	42,5	77,3	5,8
	Total permanece	144,3	47,4	239,2	253,0	32,5
	Total exportado	24,2	19,8	115,8	26,1	3,2
Até 10 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	13,6	6,6	35,8	22,9	3,4
	Casca do tronco	30,4	13,6	55,4	94,5	8,7
	Total permanece	135,3	41,5	205,8	243,0	31,3
	Total exportado	33,2	25,7	149,2	36,1	4,4
Até 8 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	5,8	2,6	14,6	10,2	1,6
	Casca do tronco	34,1	14,9	61,5	102,6	10,0
	Total permanece	131,2	38,8	190,7	238,4	30,8
	Total exportado	37,3	28,4	164,3	40,7	4,9
Até 6 cm	Copa*	91,3	21,3	114,6	125,6	19,2
	Ponteira**	2,8	1,2	6,6	5,1	0,8
	Casca do tronco	35,7	15,4	64,1	106,1	10,6
	Total permanece	129,8	37,9	185,3	236,8	30,6
	Total exportado	38,7	29,3	169,7	42,3	5,1

* Representada pelo somatório das grimpas, galhos vivos e galhos mortos;

** Representada pela biomassa do tronco (casca e madeira) que não é colhida.

Na tabela anteriormente apresentada, observa-se que a medida que utilizamos menores diâmetros da ponteira, provocamos um aumento da exportação de todos os nutrientes.

De acordo com KIMMINS (1987) em povoamentos jovens a razão de alborno/cerne é maior que em povoamentos velhos. O alborno geralmente possui maiores teores de nutrientes que o cerne. Logo através da

colheita de florestas em idades jovens irão ocorrer grandes exportações de nutrientes, principalmente do elemento fósforo.

TURNER & LAMBERT (1983) estudando a produção de biomassa e o acúmulo de nutrientes nos diferentes componentes de uma floresta de *Eucalyptus grandis*, sugerem que a colheita das árvores deveria ser evitada antes da floresta atingir a idade de 15 anos, devido ao elevado teor de nutrientes existente no alburno.

A fertilidade do solo pode ser diminuída pela remoção excessiva de biomassa, particularmente se as copas das árvores forem removidas na colheita ou no preparo do solo.

Na Figura 2, verifica-se o comportamento dos nutrientes quando se realiza a colheita da biomassa apenas da madeira e da madeira mais a casca até um diâmetro mínimo aproveitável de 10 cm.

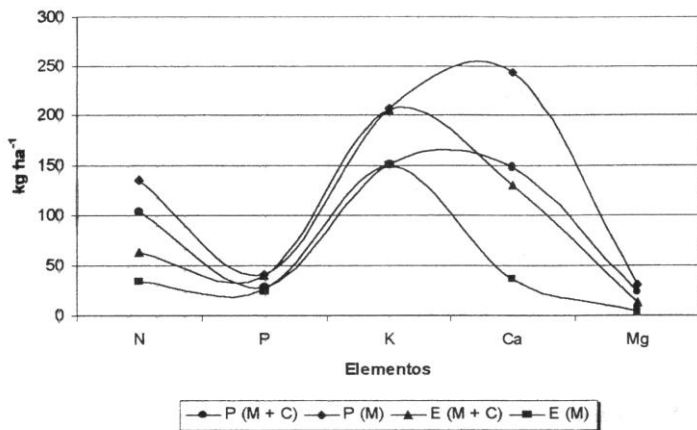


FIGURA 2: Quantidades de nutrientes (kg ha^{-1}) que permanecem (P) e são exportados (E) do sítio em função da colheita da madeira + casca (M + C) e somente madeira (M).

Na Figura acima, observa-se que a quantidade de fósforo que permanece no sítio em decorrência apenas da colheita da madeira sem a casca e os demais resíduos (grimpas, galhos e ponteira), é semelhante a

quantidade de P exportada pela colheita da madeira mais a casca. Tal tendência também é verificada para o potássio.

Reposição de Nutrientes

Dependendo do grau de aproveitamento da biomassa florestal, poderemos ter um maior ou menor custo com a reposição de nutrientes minerais (Tabela 9).

TABELA 9: Quantidades de nutrientes exportados e a serem repostos, bem como seus custos em função do grau de aproveitamento da biomassa do tronco (madeira + casca e somente madeira).

Uso	Forma de colheita	Nutriente exportado (kg ha ⁻¹)			Nutriente a repor (kg ha ⁻¹)		
		N	P	K	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Até 12 cm	Madeira + casca	46,7	30,7	158,3	103,7 (45,62)*	190,0 (95,00)	328,7 (131,48)
	Madeira	24,2	19,8	115,8	53,7 (23,6)	122,5 (61,25)	240,4 (96,16)
Até 10 cm	Madeira + casca	63,6	39,3	204,6	141,3 (62,17)	243,2 (121,60)	424,8 (169,92)
	Madeira	33,2	25,7	149,2	73,7 (32,42)	159,0 (79,50)	309,8 (123,92)
Até 8 cm	Madeira + casca	71,4	43,4	225,8	158,6 (69,78)	268,6 (134,3)	468,9 (187,56)
	Madeira	37,3	28,4	164,3	82,8 (36,43)	175,7 (87,85)	341,2 (136,48)
Até 6 cm	Madeira + casca	74,4	44,7	233,8	165,3 (72,73)	276,6 (138,3)	485,5 (194,2)
	Madeira	38,7	29,3	169,7	86,0 (37,84)	181,3 (90,65)	352,4 (140,96)

* Custo do adubo

N = Uréia (45% N)

P₂O₅ = Superfosfato triplo (37% P₂O₅)

K₂O = Cloreto de potássio (58% K₂O)

Na Tabela 9, verifica-se que no caso do aproveitamento de um diâmetro de até 10 cm de madeira com casca, prática realizada pela Araupel, as quantidades de adubo a repor seriam de 141,3 kg ha⁻¹ de N na forma de Uréia, 243, 2 kg ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato triplo e

428 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de potássio, com um custo de R\$ 353,69 por hectare. No entanto se for coletada somente a madeira, sem a casca, as quantidades de adubo a repor serão inferiores, ou seja, 73,7 kg ha⁻¹ de N na forma de Uréia, 159,0 ha⁻¹ de P₂O₅ na forma de Superfosfato triplo e 309,8 kg ha⁻¹ de K₂O na forma de Cloreto de potássio, com um custo de R\$ 237,84 por hectare ou seja 32,7% inferior a primeira forma de colheita.

CONCLUSÕES

A biomassa estimada do primeiro desbaste foi de 43,15 Mg ha⁻¹ onde desta 11, 11, 14 e 64% encontram-se distribuídos nas grimpas, galhos, casca e madeira respectivamente.

Através da colheita da madeira sem casca até um diâmetro aproveitável de 12 cm, ocorrem as menores exportações de nutrientes para fora do sítio.

Por ocasião da colheita da madeira, em hipótese alguma deve-se colher as ponteiros, bem como os galhos e grimpas. Afinal de contas este material representa uma grande fonte de nutrientes de liberação lenta para as árvores remanescentes do desbaste.

Através da colheita da madeira sem casca irão ocorrer as menores exportações de nutrientes para fora do sítio.

A casca juntamente com os demais resíduos deve ficar no campo e se possível distribuídos de forma homogênea sobre o solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BINKLEY, D. Forest Nutrition Management. John Wiley & Sons, Inc. 290 p. 1986.
- BRAY, J. R. & GOHRAM, E. Litter production in forests of the world. *Advances in Ecological Research*, 2: 101-157. 1964.
- CALDEIRA, M. V. W.; SCHUMACHER, M. V.; TEDESCO, N.; PEREIRA, J. C.; SANTOS, E. M. Produção de biomassa em uma procedência Australiana de *Acacia mearnsii* De Wild. Plantada no sul do Brasil. *R. Árvore*, Viçosa-MG, v.24, n.2, p-201-206, 2000.
- CARBONERA PEREIRA, J.; SCHUMACHER, M. V.; HOPPE, J. M et al. Produção de biomassa em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. No estado do Rio Grande do Sul. *Revista Árvore*, v. 21, n.4, p.521-526, 1997.

- CARVALHO, P. E. R. Espécies florestais brasileiras, recomendações silviculturais, potencialidades e uso da madeira. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Colombo, Paraná. 1994. 640 p.
- CROMER, R. N.; CAMERON, D. N.; RANCE, S. J.; RYAN, P. A.; BROWN, M. Response to nutrients in *Eucalyptus grandis*. 1. Biomass accumulation. *Forest Ecol. and Manag.*, 62: 211-230. 1993.
- DE HOOG, R. J.; VAN GOOR, C. P.; BLUM, W. E. H. Response of planted *Araucaria angustifolia* to N, P, K, Ca and B fertilization, 3 and 7 years after application. IUFRO-MEETING. Forestry Problems of the Genus *Araucaria*. Proc. 136-144, Curitiba. 1979.
- DE HOOG, R. J. Site-nutrition-growth relationships of *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. in Southern Brazil. Albert-Ludwigs-Universitaet. Freiburg. 161 p. 1981. (Tese de Doutorado)
- DIETRICH, A. B. Relações entre dados analíticos do solo, análise foliar e dados de crescimento de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. *Floresta*, 8, 1, 81-84. 1977.
- DUTRA, A. Correlações entre condições edáficas e o crescimento da *Araucaria angustifolia* na Flona de Irati, PR. Tese de Mestrado. UFPR. Curitiba. 1981.
- FINGER, C. A. G. Fundamentos de biometria florestal. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 269p. 1992.
- 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. Universidade Federal de Santa Maria. 2000. 60p. (Dissertação de Mestrado)
- GONÇALVES, J. L. M.; STAPE, J. L.; BENEDETI, V.; FESSEL, V. A. G.; GAVA, J. L. Reflexos do cultivo mínimo e intensivo do solo em sua fertilidade e nutrição das árvores. In: GONÇALVES, J. L. M & BENEDETTI, V. (eds). Nutrição e Fertilização Florestal. Piracicaba: IPEF, 2000. p. 3-57.
- HOPPE, J. M. Correlações entre condições edáficas e o crescimento da *Araucaria angustifolia* na Flona de Passo Fundo, RS. Tese de Mestrado. Curitiba, 1980.
- KIMMINS, J. P. Forest Ecology. Collier Macmillan Canada, Inc: New York, 531p. 1987.
- KOZLOWSKI, T. T.; KRAMER, P. J.; PALLARDY, S. G. The Physiological Ecology of Woody Plants. Academic Press, Inc: Londom. 1991. 657p.

- KRAPFENBAUER, A. & ANDRAE, F. Inventur einer 17 jaehrigen Araukarienaufforstung in Passo Fundo, Rio Grande do Sul, Brasilien. Teil I: Biomasseninventur. Centralblatt fuer das Gesamte Forstwesen, 1976, 93 (2): 70-87.
- MADEIRA, M. & PEREIRA, J. S. Productivity, nutrient immobilization and soil chemical properties in an *Eucalyptus globulus* plantation under different irrigation and fertilization regimes. Water, Air and Soil Pollution. 54: 621-634. 1990/91.
- OTTO, H. J. Waldökologie. Stuttgart. Ulmer. 391 p. 1994.
- REIS, M. G. F. & BARROS, N. F. de. Ciclagem de nutrientes em plantas de eucaliptos. In: BARROS, N. F. & NOVAIS, R. F. (eds) Relação solo-eucalipto. Viçosa, UFV, p. 265-296. 1990.
- REISSMAN, C. B.; HILDEBRAND, E. E.; BLUM, W. E. H.; BURGER, L. M. Metodologia da amostragem e análise das acículas da *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze. 1. Influência da idade das acículas. Floresta, 7, 1, 5-12.
- REITZ, R.; KLEIN, R. M.; REIS, A. Projeto madeira do Rio Grande do Sul. Sellowia, Itajaí, n.34/35, 1983. 525p.
- SCHUMACHER, M. V. Naehrstoffkreislauf in verschiedenen Bestaenden von *Eucalyptus saligna* (Smith), *Eucalyptus dunnii* (Maiden) und *Eucalyptus globulus* (Labillardière) in Rio Grande do Sul, Brasilien. Viena, Austria, 167p. 1995. (Tese de Doutorado)
- SCHUMACHER, M. V. Estudo da biomassa e dos nutrientes de um povoamento de *Eucalyptus globulus* (Labillardière) subespécie *bicostata*. Revista Árvore, Viçosa-MG, v.22, n.2, p.281-286, 1998.
- SILVA, H. D. Modelos matemáticos para a estimativa da biomassa e do conteúdo de nutrientes em plantações de *Eucalyptus grandis*, de diferentes idades. UFPR, 1996. 101p. (Tese de Doutorado em Engenharia Florestal)
- TEDESCO, M. J. ; GIANELLO, C. BISSANI, C. A., BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre, Departamento de solos, UFRGS, 174p. (Boletim Técnico n.5).
- TURNER, J. & LAMBERT, M. J. Nutrient cycling within a 27-year-old *Eucalyptus grandis* plantation in New South Wales. Forest Ecol. and Manag. 6: 155-168. 1983.
- VAN GOOR, C. P. Reflorestamento com coníferas no Brasil. Aspectos ecológicos das plantações na Região Sul, particularmente com *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia* em São Paulo. B. Setor Inv. Flor., 9, Rio de Janeiro, 1965.

CONDUÇÃO DO CRESCIMENTO EM DIÂMETRO DE *Eucalyptus grandis* COM BASE EM ÁRVORES INDIVIDUAIS

MANAGEMENT OF DIAMETER GROWTH OF *Eucalyptus grandis* ON AN INDIVIDUAL TREE BASIS

Peter Spathelf¹; Leif Nutto²; Irene Seling³

RESUMO

O presente trabalho estabelece um programa para a condução do crescimento em diâmetro do *Eucalyptus grandis* com base na árvore individual. Foram amostradas 420 árvores em parcelas temporárias situadas em hortos florestais da empresa Klabin Riocell S.A., Guaíba, RS, Todeschini S.A., Cachoeira do Sul, RS, e no campus da Universidade Federal de Santa Maria, RS. Através de análise de regressão foi estabelecida uma relação estreita entre o diâmetro da copa e o dap, sendo expressa na forma: $\log \text{ diâmetro da copa} = 0,195 + 0,0141 * \text{dap}$, com um coeficiente de determinação de 0,757 e um erro padrão de estimativa de 0,081. Considerando uma cobertura de 70 % do dossel, foi derivada com essa equação o espaço vital requerido pelas árvores individuais ao longo do desenvolvimento do povoamento. Portanto, foi calculado para diferentes variantes de crescimento, através do diâmetro numa certa idade, o número de árvores que cabem num hectare (p.ex. 74, após 20 anos de rotação, com a variante de um incremento radial de 15 mm por ano). Com base nos resultados obtidos foi estabelecido um programa de desbaste.

Palavras-chave: crescimento em diâmetro, projeção da copa, árvore individual, desbaste, *Eucalyptus grandis*

1. Engenheiro Florestal, Dr., Professor Visitante no Programa CAPES/DAAD. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900 Santa Maria, RS.
2. Engenheiro Florestal, Dr., Pesquisador Visitante do DAAD. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900 Santa Maria, RS.
3. Engenheira Florestal, Dr.^a, Professora Visitante. Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. CEP: 97105-900 Santa Maria, RS.

ABSTRACT

In the present work a thinning program for *Eucalyptus grandis* was established on an individual tree basis. Therefore, 420 trees were measured on temporary plots in forests of the companies Klabin Riocell (Guaíba), Todeschini (Cachoeira dos Sul) and the Federal University of Santa Maria, all located in Rio Grande do Sul, Brazil. A straight relationship between crown width and diameter at breast height was found by using regression analysis. The equation obtained was $\log \text{crown width} = 0,195 + 0,0141 * \text{diameter}$, with a coefficient of determination of 0,757 and a standard error of 0,081. With this equation the standing space of the individual trees was calculated over the whole rotation period, taking into account a crown cover of 70 %. Therefore the number of trees which can be grown on a hectare were derived for different variants of radial growth (e.g. 74 after 20 years within the variant of 15 mm per year). Based on these results a thinning program was established.

Key words: diameter growth, crown projection area, individual tree, thinning, *Eucalyptus grandis*

INTRODUÇÃO

O início dos grandes reflorestamentos com os gêneros *Pinus* e *Eucalyptus* no Brasil datam dos anos 60. Os incentivos fiscais, o aumento da demanda de madeira juntamente com a diminuição dos recursos florestais provocaram um aumento na produção florestal. Apesar disso, hoje, as áreas florestais plantadas só abrangem 7 milhões de hectares em comparação com 566 milhões de hectares de florestas nativas no Brasil (BROWN *et al.*, 1997).

O enfoque no manejo de plantações com espécies exóticas no Brasil, até hoje, concentra-se na otimização da produção volumétrica dos povoamentos para abastecer as indústrias de celulose e papel, muitas vezes em empresas verticalizadas (FLYNN & SHIELD, 1999). Porém, para aumentar os rendimentos e diversificar a produção, algumas empresas florestais promovem uma mudança na estratégia da produção, ou seja, estão objetivando uma produção de madeira com alta qualidade (LIMA *et al.*, 2000).

A produção de madeira de alta qualidade para serraria, painéis ou laminação requer alterações acentuadas no manejo dos respectivos

povoamentos. As mais importantes condicionantes de tal produção, hoje em dia, são dimensão e ausência de nós, pelo menos na primeira parte do fuste. O objetivo de produzir maiores dimensões leva, geralmente, a rotações mais longas. Uma alternativa, também, pode ser a promoção de árvores com critérios pré-selecionados, tais como alta vitalidade e qualidade do fuste, mediante desbastes fortes (ABETZ, 1975). Assim, o enfoque na produção é alterado para a árvore individual, sendo necessário parâmetros para a condução das mesmas.

Vários estudos destacam a ligação estreita entre as dimensões de árvores com variáveis da copa, especialmente diâmetro ou projeção da copa (ASSMANN, 1970 e SPIECKER, 1983). Conseqüentemente, o desenvolvimento da copa como variável expressando o espaço vital de uma árvore pode ser utilizado pela condução do seu crescimento em diâmetro. A expansão da copa, também é ligada às dimensões dos galhos e, portanto, influencia na desrama natural (DELEUZE et al., 1996; NELSON et al., 1981; NUTTO, 1999).

A espécie florestal analisada, *Eucalyptus grandis*, é amplamente utilizada no Brasil para a produção de madeira para celulose. Trata-se de uma espécie subtropical com origem australiana (norte de Nova Gales do Sul e sul de Queensland). Sua madeira de coloração rosa até marrom-avermelhada é também apropriada para a construção civil, indústria moveleira e laminação (LAMPRECHT, 1986). Na sua forma clássica, o manejo da espécie constitui-se na condução de povoamentos puros com uma idade de rotação de 7 até 10 anos, através do sistema de talhadia simples. Após o corte a rebrota é conduzida uma ou duas vezes e após, em geral, é efetuada a reforma do talhão (FINGER, 1991). No Sul do Brasil, povoamentos de *Eucalyptus grandis*, oriundos de sementes, mostram incrementos médios anuais (IMA) em torno de 20 a 45 m³ por hectare.

Diante do exposto, os objetivos do presente trabalho são:

- a) Analisar o espaço vital que o *Eucalyptus grandis* requer ao final da rotação para a produção de diâmetros pré-definidos;
- b) Estabelecer uma seqüência do espaço vital de árvores pré-selecionadas ("árvores-F") e os respectivos desbastes para atingir o diâmetro-meta, baseado na relação diâmetro da copa – dap.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Espaço vital e crescimento

A produção quantitativa e qualitativa de um povoamento é influenciada tanto pelo sítio quanto pelo tratamento silvicultural, especialmente o desbaste. Desbastes aumentam o espaço vital das árvores, permitindo a expansão da copa e raiz. Por outro lado, o crescimento do tronco é estreitamente relacionado ao desenvolvimento da copa (SPIECKER, 1983). A escolha de intensidades e intervalos apropriados de desbaste leva a diâmetros maiores e a melhoria da qualidade da madeira sem perdas significativas de volume (ASSMANN, 1970).

Programa de desbaste

No passado, além de índices de espaçamentos (p.ex. o índice de espaçamento relativo de HART-BECKING, HART, 1928), foram empregados vários outros métodos para o desbaste de um povoamento. Entre outros, foram desenvolvidas as curvas 'guias' do número de árvores (veja ABETZ, 1975) e os chamados diagramas de controle de densidade de povoamentos (stand density management diagrams, conforme DREW & FLEWELLING, 1979, DEAN & BALDWIN, 1993).

O inconveniente mais grave destes programas é a falta de flexibilidade na sua aplicação. São orientados apenas nos objetivos da produção, mas não no estágio atual (densidade, diferenciação das árvores, entre outros) do povoamento que pode variar muito. Nesses programas que levam em consideração também o estágio de um povoamento, estima-se as árvores a desbastar através do diâmetro e idade das chamadas árvores de futuro ("árvores-F" = árvores vitais, de boa qualidade, as quais são pré-selecionadas) e da relação do diâmetro "árvore-F" com as suas respectivas competidoras (SPIECKER, 1991; NUTTO, 1999).

MATERIAL E MÉTODOS

Hipóteses de trabalho

Conforme acima exposto, o diâmetro do tronco de uma árvore é, principalmente, ligado às dimensões da sua copa. Portanto, determina-se como hipótese deste trabalho a função:

$$dc = f(d_{1,3}, \text{demais variáveis}) \quad (1)$$

Onde: dc = diâmetro da copa, em metros; $d_{1,3}$ = diâmetro na altura do peito (1,3 m), em centímetros.

O diâmetro da copa é uma grandeza substituta para o espaço vital (tridimensional) da árvore (ASSMANN, 1970). Assim, a expansão da copa da árvore individual serve como variável guia para o desenvolvimento do diâmetro do fuste.

Amostragem e medições

Para estabelecer uma base ampla de dados do estudo, foram incluídos vários sítios, várias classes de diâmetro e altura, além de árvores crescendo com pouca concorrência, para estimar o fator limitante do sítio.

A expansão da copa (competição) da árvore individual é levantada analisando um conjunto de árvores amostrais. Uma pesquisa sobre o desenvolvimento da copa na dependência do espaço vital requer que se considere a situação de concorrência. Para obter informações sobre as árvores vizinhas e facilitar a amostragem, é aconselhável resumir várias árvores numa unidade. Depois de um estudo preliminar, foi calculado através de um método iterativo a variação dos parâmetros e o número de árvores para obter resultados estatisticamente seguros. Foi verificado que um número de 35 árvores por amostra seria o suficiente para considerar a variação das variáveis usadas para a modelagem. A primeira árvore de cada amostra foi escolhida por acaso com a ajuda de um ângulo e uma distância, gerados por um computador. Desta árvore, para a qual foram dadas as coordenadas (0/0), foram localizadas as outras árvores através do ângulo de desvio do norte e da distância. Em cada árvore foram medidas o dap, a altura total e a projeção da copa através da medição de oito raios com ângulos variáveis. Este método representa o melhor compromisso entre precisão e efetividade dos resultados com árvores de copas assimétricas (RÖHLE, 1986; SPIECKER, 1991). Com estes dados foram gerados mapas da distribuição e da projeção da copa (Figura 1).

A partir da obtenção dos polígonos da projeção da copa, foi calculada a área através do método triangular (RÖHLE, 1986). Depois de uma parte de árvores para cada amostra, foi destacada com uma linha desenhada à mão e foi calculada a área deste polígono com a ajuda de um

digitalizador. Da diferença entre este polígono e a soma das áreas das copas dentro do mesmo, obteve-se a percentagem da cobertura do dossel.

Este valor é de grande importância, porque nem toda área à disposição das árvores é usada pelas copas. Sempre tem uma área sem produtividade, devido à vários fatores (SPIECKER, 1991; NUTTO, 1999), que deve ser considerada usando modelos espaciais dependentes da distância.

Processamento dos dados

As funções foram ajustadas através de análise de regressão, utilizando o método de regressão 'stepwise' (SAS Institute). Para identificar o melhor modelo, foi utilizado o coeficiente de determinação ajustado (R^2_{adj}) e o erro padrão da estimativa (S_{yx}).

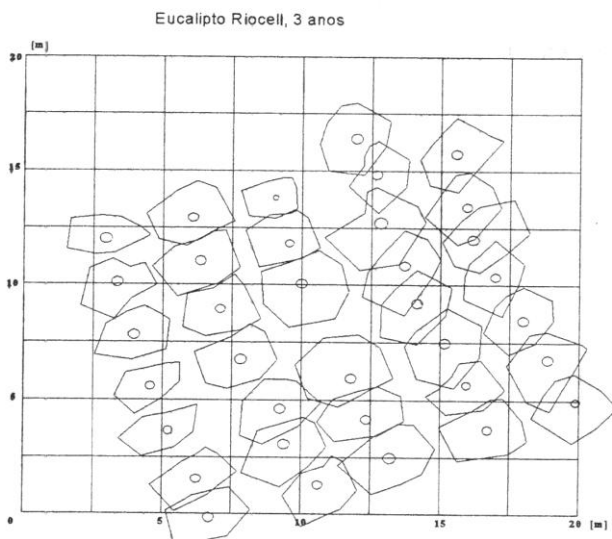


FIGURA 1: Mapa da distribuição e projeção da copa na unidade amostral 70 (povoamento com 3 anos, horto florestal Rc70).

Área de estudo e material

A área de estudo localiza-se:

1) Nos hortos florestais 2, 22, 51 e 503, da empresa Klabin Riocell S.A., no município de Guaíba, RS. Estes hortos florestais situam-se nas regiões da Depressão Central (22, 51 e 503) e Litoral (2), numa altitude entre 8 e 400 m acima do nível médio do mar, com as seguintes coordenadas geográficas: 30°09' e 30°23' S e 51°09' e 58°06' W. O relevo é suave até fortemente ondulado.

2) Na propriedade da Todeschini S.A., na Serra do Piquiri, sul do município de Cachoeira do Sul, numa altitude entre 100 e 500 m, limitadas pelas coordenadas geográficas de 30° e 31° S e 52° e 53° W.

3) Em duas áreas experimentais do Departamento de Ciências Florestais no campus da Universidade Federal de Santa Maria, em Santa Maria (altitude: 90 m), situada entre os paralelos 29°43' e 29°55' S e 53°42' e 53°48' W.

O clima na área dos hortos florestais é subtropical úmido, tipo Cfa, conforme a classificação climática de Köppen (MORENO, 1961). Isso significa ausência de secas e geadas singulares no inverno. As precipitações médias anuais são de 1322 mm. A temperatura média anual é 19,3° C, com temperaturas máximas em torno de 25°C e mínimas de 15,5°C (veja diagrama do clima segundo Walter, da área de Klabin Riocell na Figura 2).

Os sítios das áreas amostradas são dominados por solos do tipo latosolo (solos húmicos, ácidos, profundamente decompostos), bem como por solos litólicos (solos rasos, pouco decompostos). Como fatores limitantes nos sítios, constatam-se a inclinação e nos solos litólicos, a escassez de nutrientes.

A então vegetação nativa pertence às formações da Floresta estacional semidecidual (Depressão Central e Escudo Rio-Grandense) e Restinga (Litoral).

O material usado neste estudo, seguiu orientação dos critérios descritos anteriormente. Na Tabela 1 encontram-se algumas características dos povoamentos levantados de *Eucalyptus grandis*, oriundos de sementes.

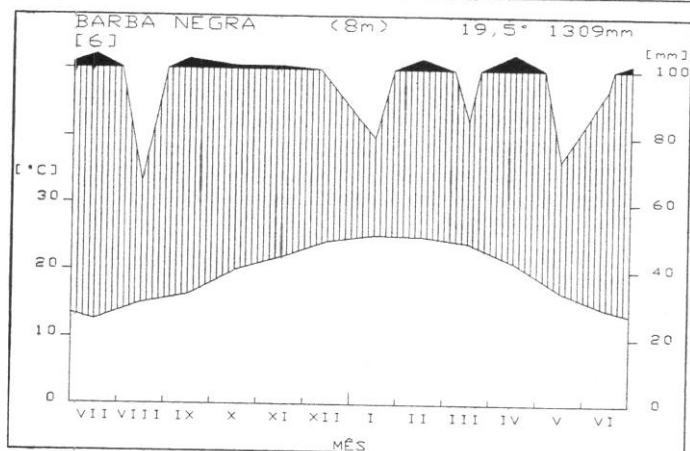


FIGURA 2: Diagrama do clima segundo Walter, para a região sudeste de Porto Alegre.

TABELA 1: Características dos povoamentos levantados.

Horto florestal /talhão	índice de sítio	Espaçamento (m x m)	idade (anos)	$d_{1,3}$ (cm)	$ir_{1,3}$ (cm)	altura dominante (m)	diâmetro da copa (m)
Rc70	28	3 x 2	3	12,9	2,15	15,0	2,6
Rc503	24	1,8 x 3	10	24,1	1,21	32,4	3,3
Rc2	31	3 x 2	12	32,3	1,34	36,5	4,8
Rc22	30	3 x 2	12	32,5	1,35	35,6	4,5
Rc22a	28 ¹	3 x 1,8	16	41,2	1,29	41,2	5,1
Rc51	31 ¹	2,7 x 2	19	49,4	1,30	47,5	8,4
Tf101	32	3,5 x 1,5	9	25,4	1,41	31,6	3,7
Tf202	20 ¹	3,5 x 1,5	20	27,5	0,69	31,3	3,4
Tf303	20 ¹	3,5 x 1,5	20	26,9	0,67	30,3	4,2
Tf404	30	3,5 x 1,5	9	25,6	1,42	33,1	4,3
UFS01	26	3 x 2	9	22,9	1,27	27,7	3,9
UFS02	25	3 x 2	9	22,0	1,22	26,9	3,3

¹ Extrapolação da idade (veja FINGER, 1991); $ir_{1,3}$ = incremento médio anual em raio do dap c/c.

A Tabela 2 mostra os resultados da análise de correlação.

TABELA 2: Coeficiente de correlação de PEARSON, $\text{Prob} > |R|$ com $H_0: R_{h_0}=0 / N=420$.

	Área da projeção da copa	Área basal	Diâmetro da copa (dc)	Dap
Área da projeção da copa		0,86	0,97	0,82
Área basal	0,86		0,88	0,98
Diâmetro da copa (dc)	0,97	0,88		0,87
Dap	0,82	0,98	0,87	

RESULTADOS

Definição do modelo de crescimento do diâmetro

Para estudar a relação entre as variáveis da copa e do diâmetro das árvores, foi feito primeiramente uma análise de correlação. Nesta, foi encontrada relação significativa entre os parâmetros área da projeção de copa e área basal da árvore individual. Para facilitar a aplicação na prática, foi substituída a projeção pelo diâmetro da copa e a área basal pelo dap. A

Todos os parâmetros são significativos a um nível de 1% de erro. A análise de regressão com os dados originais de diâmetro da copa como variável dependente e o dap como variável independente mostrou que o diâmetro da copa depende significativamente do dap, ou seja, uma copa maior leva a um diâmetro maior.

Depois da transformação de dc para logdc, os resíduos seguem uma distribuição normal com média igual a zero (Figura 3).

O resultado da análise dos resíduos através do teste estatístico do χ^2 , indica que pode ser suposta uma distribuição normal. Os resultados da análise de variância (Tabela 3), demonstram as características do modelo obtido. Observa-se que foram omitidos quatro valores como 'outliers'.

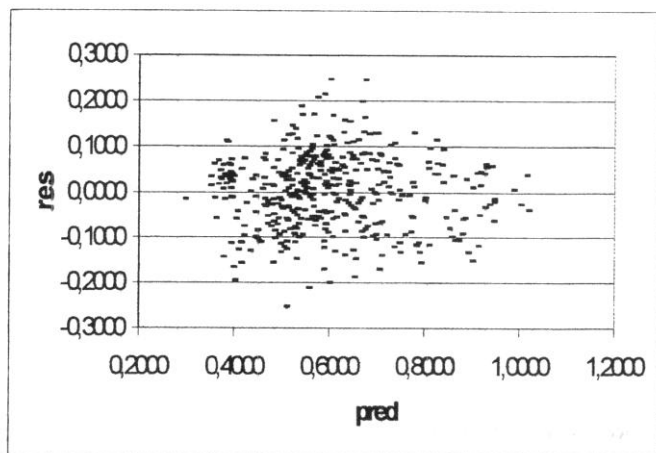


FIGURA 3: Ploter dos resíduos após a transformação da variável dc.

TABELA 3: Análise de variância.

FV	GL	SQ	QM	F	Prob>F	R ²
Modelo	1	8,477	8,477	1291	0,00001	0,757
Erro	414	2,718	0,0066			
Total	415	11,19				

Em que: FV = Fonte da variação; GL = Graus da liberdade; SQ = Soma dos quadrados; QM = Quadrado Médio; F = Estatística F de Snedecor; CV= Coeficiente de Variação, R² = Coeficiente de determinação

Na Tabela 4 são descritos os coeficientes do modelo final.

TABELA 4: Parâmetros estimados do modelo.

Variável	GL	Parâmetro estimado	T para H0: parâmetro=0	Erro padrão (RMSE)	Prob > F
intercepto	1	0,195	0,00001	0,0118	0,00001
dap	1	0,014	0,00001	0,0004	

Consequentemente, obteve-se o modelo final da seguinte forma (veja Figura 4):

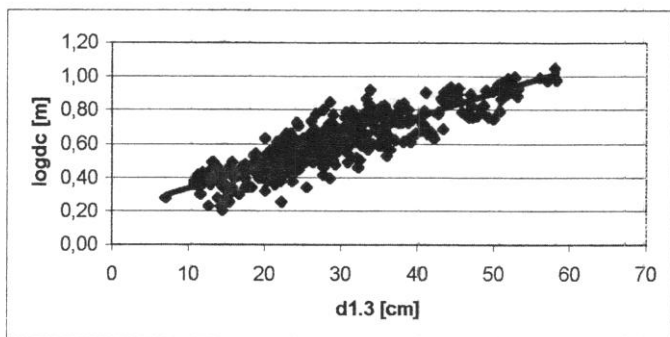


FIGURA 4: Modelo diâmetro da copa (dc) dependendo do dap ($R^2 = 0,757$).

Segundo o modelo derivado do diâmetro da copa, o crescimento diamétrico pode ser manejado através da regulação da competição. Além disso, em sítios de qualidade mais alta o espaço adicional oferecido pelos desbastes é ocupado mais rápido pelas árvores liberadas, devido ao maior potencial de expansão da copa (NUTTO, 2000). Isso indica que não somente o crescimento vertical (crescimento em altura), mas também o potencial do crescimento horizontal (expansão da copa) e também o crescimento em diâmetro, são influenciados pela qualidade do sítio. A Figura 5 mostra a correlação entre a qualidade do sítio e o crescimento radial da árvore mais grossa encontrada na parcela. Mesmo sem ter a possibilidade de comparar o potencial máximo do crescimento radial, pois isto somente seria possível comparando árvores solitárias, observa-se no entanto, uma tendência de crescimento maior em sítios melhores.

Isto deve ser considerado quando as ferramentas de decisão para o manejo do espaço vital de árvores individuais sendo aplicadas (Tabela 5).

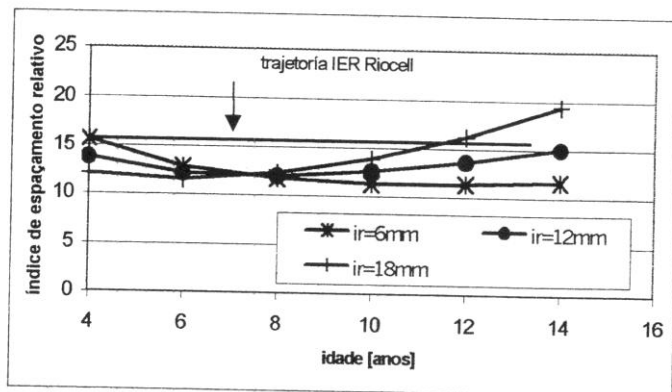


FIGURA 5: Crescimento radial máximo em função da qualidade do sítio.

TABELA 5: Ferramenta de decisão para o manejo do diâmetro de copa, dependendo do diâmetro-meta num determinado período de rotação e considerando o índice de sítio.

idade [anos]	ir=6 mm			ir=9 mm			ir=12 mm			ir=15 mm			ir=18 mm		
	DAP	dc	N/ha	DAP	dc	N/ha	DAP	dc	N/ha	DAP	dc	N/ha	DAP	dc	N/ha
4	48	1,83	2659	72	1,98	2275	96	2,14	1947	120	2,31	1666	144	2,50	1425
6	72	1,98	2275	108	2,22	1801	144	2,50	1425	180	2,81	1128	216	3,16	893
8	96	2,14	1947	144	2,50	1425	192	2,92	1044	240	3,42	764	288	3,99	560
10	120	2,31	1666	180	2,81	1128	240	3,42	764	300	4,15	518	360	5,04	351
12	144	2,50	1425	216	3,16	893	288	3,99	560	360	5,04	351	432	6,37	220
14	168	2,70	1220	252	3,55	707	336	4,66	410	420	6,13	237	504	8,05	138
16	192	2,92	1044	288	3,99	560	384	5,45	300	480	7,44	161	576	10,17	86
18	216	3,16	893	324	4,49	443	432	6,37	220	540	9,04	109	648	12,84	54
20	240	3,42	764	360	5,04	351	480	7,44	161	600	10,99	74	720	16,23	34

Em que: dc = diâmetro da copa (m), para um grau de cobertura de 70 % pelo dossel, ir = incremento radial médio (mm/ano); dap = diâmetro à altura do peito (mm); N = número máximo de eucaliptos por hectare (com uma área de cobertura de 70 % do dossel).

O dc da tabela indica a diâmetro da copa que deve ser atingido na idade correspondente, para que o crescimento em diâmetro da árvore esteja conforme os objetivos pré-estabelecidos. Da idade e do incremento radial resulta um certo dap. Considerando uma área coberta pelo dossel de 70 % pode ser calculado com o modelo estabelecido, o número máximo de eucaliptos que cabem num hectare.

O desenvolvimento do número de árvores pode servir como linha de desbaste (Figura 6).

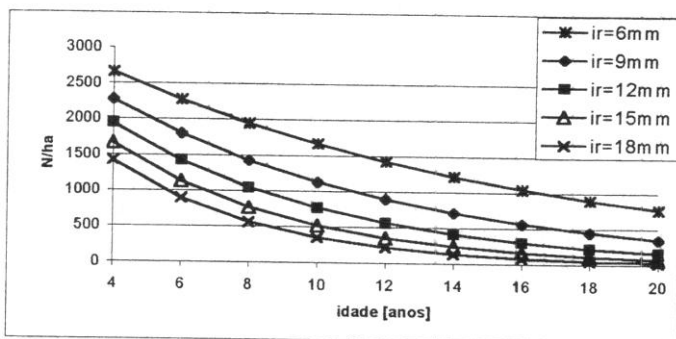


FIGURA 6: Desenvolvimento do número de árvores em cinco variantes de manejo.

Mantendo-se uma baixa densidade do povoamento, ou seja, uma baixa competição pelo espaço vital entre as árvores, o crescimento em diâmetro pode ser aumentado e vice-versa. Os respectivos números de árvores dadas para uma certa idade, significam que aquelas árvores, podem manter um crescimento radial pré-estabelecido. No caso de um diâmetro-meta de 60 cm na altura do peito, em 20 anos de rotação numa estratégia de 'clearwood', o que significa um crescimento médio radial de 15 mm por ano, 74 árvores de futuro (árvores-F) cabem num hectare. A densidade deve ser reduzida de 1666 árvores por ha (idade = 4 anos) para 518 na idade de 10 anos e finalmente 74 na idade de corte. Se apenas um dap de 25 cm em 10 anos quer ser atingido, numa estratégia 'pulpwood', o número de árvores-F ficaria ao redor de 760. Neste sentido, a regulamentação da

densidade do povoamento permite escolher a variante apropriada para os objetivos do proprietário. A implementação prática de um programa de produção de madeira de alta qualidade com desbastes, ainda requer, além da idade de rotação, a determinação do número e da data das intervenções. Para facilitar as operações foram determinados três desbastes, na idade de 6, 12 e 16 anos, num período de rotação de 20 anos. É assumido um índice de sítio de 28 (primeira rotação, preparação do solo profundo; FINGER, 1991). Também é assumido um povoamento uniforme, o que resulta num diâmetro médio do coletivo desbastado semelhante ao do coletivo remanescente. O programa para a produção de madeira de alta qualidade é comparada com um programa convencional de produção de madeira para celulose (Tabelas 7 e 8). Enquanto a estratégia de produção de madeira para celulose leva a uma produção de 473 m³ por ha em 10 anos, com o programa apresentado consegue-se significativamente aumentar o diâmetro médio (produção em 20 anos 1320,2 m³).

TABELA 7: Dados para um programa do tipo manejo para 'clearwood' (variante $ir=15$ mm/ano, veja Tabela 6) com cinco desbastes e uma idade de rotação de 20 anos, começando numa densidade inicial de 3 x 2 m (1667 mudas), onde: N: número de árvores; d_g : diâmetro da árvore com área basal média; G: área basal; h_0 : altura dominante; V desb: volume do desbaste.

Operação	idade [a]	N		d_g	G	h_0	V desb.
		<i>antes</i>	<i>depois</i>				
Desbaste 1	6	1128	764	18	28,7	25,5	103,9
Desbaste 2	8	764	518	24	34,6	30,2	144,9
Desbaste 3	10	518	351	30	36,6	33,7	167,1
Desbaste 4	12	351	161	36	35,7	35,0 ¹	277,5
Desbaste 5	16	161	74	48	29,1	40,8 ¹	256,9
Corte final	20	74	-	60	20,9	44,2 ¹	269,9

¹ IS = 28, (tabela de produção FINGER, 1991), extrapolação da altura para idades acima de 14 anos

TABELA 8: Dados da tabela de produção (seg. FINGER, 1991) para um povoamento com idade de 10 anos, índice de sítio 28, onde: N: número de árvores; d_g : diâmetro da árvore com área basal média; G: área basal; h_o : altura dominante; V: volume.

Operação	idade [a]	N	d_g [cm]	G [m ² /ha]	h_o [m]	V [m ³ /ha]
Corte final	10	1461	19,0	40,9	33,7	473,0

DISCUSSÃO

Os resultados do trabalho permitem escolher o número de árvores segundo um diâmetro-meta e uma idade de rotação pré-estabelecidos. Portanto, o modelo apresentado assemelha-se às curvas 'guias' de desbaste introduzidas por ABETZ (1975) para *Picea abies*, na Alemanha. O modelo do diâmetro da copa proposto, pode ser comparado com análises feitas em povoamentos de *Eucalyptus grandis* na região de Cachoeira do Sul, RS. Os desbastes efetuados com a manutenção de 60 % da área basal da testemunha SCHNEIDER et al. (1998), obtiveram 250 árvores por ha cont diâmetro igual ou superior a 27,5 cm e 50 árvores com diâmetro igual ou superior a 32,5 cm e inferior a 35,0 cm após 189 meses de idade. Segundo os autores, um desbaste mais leve, levou a distribuições menos favoráveis quanto ao número de árvores grossas.

Estudos na África do Sul, mostraram que árvores individuais de espécies com crescimento rápido como *Eucalyptus grandis*, são capazes de conquistar um enorme espaço vital em poucos anos. Foi possível, através de desbastes fortes e contínuos, alcançar diâmetros de 80 cm em 22 anos de idade. Mas neste caso restaram somente 32 árvores por hectare (FLORENCE, 1996). Naturalmente, a qualidade destas árvores não serviu para fins mais sofisticados, mas ficou evidenciado a enorme capacidade de expansão da copa, com um crescimento em diâmetro de 4 cm por ano. Em plantios de *E. grandis* para a produção de madeira serrada ou laminação, na Austrália e Tasmânia, já se usa espaçamentos de 3,3 x 3m (1000 árvores/ha) até 4,5 x 4,5 m (500 árvores/ha), considerando o crescimento enorme desta espécie nos primeiros anos (SCHÖNAU & COETZEE, 1989). Mesmo com espaçamentos mais densos, recomenda-se uma poda artificial junto com os desbastes, baseadas nas árvores pré-selecionadas, com o fim de obter um fuste limpo de maior dimensão (NEILSON & PINKARD, 2000; MOHAMMED et al., 2000).

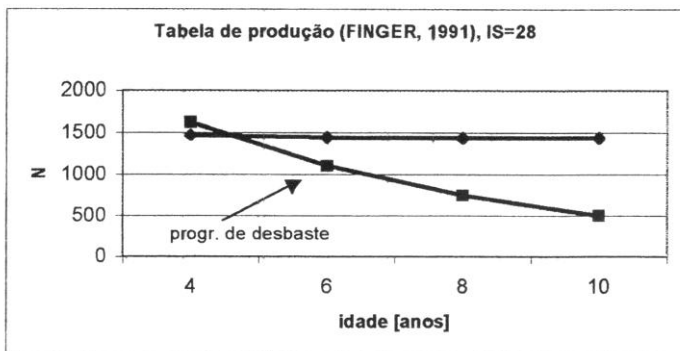


FIGURA 7: Desenvolvimento do número de árvores para *Eucalyptus grandis* na tabela de produção estabelecida por FINGER (1991) com IS=28 (preparação de solo profundo).

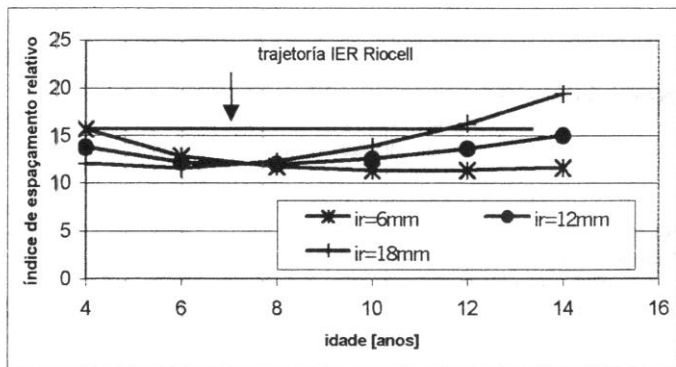


FIGURA 8: Índice de espaçamento relativo para três variantes de desbaste de *Eucalyptus grandis*, comparada com a trajetória atual do índice da empresa Klabin Riocell.

Em comparação com a tabela de produção estabelecida por FINGER (1991), no programa de produção de madeira para serraria (variante $ir=15$ mm), o número de árvores é reduzido para 1128 na idade de 6 anos. Assim, é possível aumentar o dap para 30 cm em comparação com o da tabela de 19 cm, na idade de 10 anos. Estudos na Europa mostram, que árvores com copas grandes e simétricas, com crescimento em diâmetro maior, podem ser esperadas menores tensões de crescimento LENZ & STRASSLER (1959), um dos principais problemas no uso da madeira de eucalipto para serraria (LISBÔA, 1993, MALAN, 1993).

No manejo de plantações, ainda é comum a aplicação de índices de densidade, como por exemplo, o índice de espaçamento relativo (IER) (veja BREDENKAMP & BURKHART, 1990). Com esse índice é possível determinar o espaço médio, com o decorrer do crescimento em altura. Na variante mais forte de desbaste no trabalho apresentado, o IER sobe até o valor de 20, o que excede a trajetória estabelecida pela empresa.

CONCLUSÕES

Existe uma relação estreita entre os parâmetros diâmetro da copa e o dap. Usando esta relação, pode-se estimar o espaço vital de uma árvore com alta precisão. Assim, o crescimento de diâmetro da árvore pode ser conduzido pela regulamentação da concorrência, quer dizer, por desbastes. Essa função oferece as possibilidades básicas para tratamentos e desbastes da árvore individual. Assim, pode servir como base no manejo de *Eucalyptus grandis* para a produção de madeira de qualidade, com enfoque na escolha de poucas árvores de boa vitalidade e qualidade.

O manejo baseado na condução do tamanho da copa é limitado pela qualidade do sítio. Não só o crescimento em altura depende dos fatores solo e clima, mas também a expansão horizontal máxima da copa. Para sítios diferentes, deve ser considerado um incremento diamétrico máximo no plano de manejo.

Mostra-se, que os índices de espaçamento relativo e a tabela de produção, geralmente usados para maximizar a produção volumétrica de madeira, são menos apropriados para um manejo que visa produzir madeira com alta qualidade. Considerando que tratamentos florestais com este fim na Austrália, incluem uma poda artificial e o espaçamento inicial dos plantios não excede 1000 árvores por hectare.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos Engenheiros Florestais José Antônio Totti, Jorge Klein e José Luiz Bazzo (Klabin Riocell S.A., Guaíba, RS) pela concessão das parcelas para o levantamento dos dados. No mesmo sentido, agradecemos também ao Supervisor Agro-Florestal Ipageu Gulart Teixeira, Todesflor e ao Gerente Sr. Dalci Maso, Todesmade (Cachoeira do Sul, RS). Finalmente, agradecemos ao Engenheiro Florestal M.Sc. Geedre A. Borsoi por sua gentileza de fazer a revisão do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABETZ, P. Eine Entscheidungshilfe für die Durchforstung von Fichtenbeständen. **Allg. Forstzeitschrift**, n. 30, 1975. p. 666-667.
- ASSMANN, E. **Principles of forest yield study**. New York: Pergamon Press, 1970. 506 p.
- BREDENKAMP, B.V., BURKHART, H.E. An examination of spacing indices for *Eucalyptus grandis*. **Canadian Journal of Forest Research**, v. 20, 1990. p. 1909-1916.
- BROWN, A.G., NAMBIAR, E.K.S., COSSALTER, C. **Plantations for the Tropics - Their Role, Extent and Nature**. In: NAMBIAR, E.K.S. & BROWN, A.G. Management of Soil, Nutrients and Water in Tropical Plantations Forests. Canberra: ACIAR Monogr. n. 43, xii., 1997. 571 p.
- DEAN, T.J., BALDWIN, V.C.Jr. **Using a Density-Management Diagram to Develop Thinning Schedules for Loblolly Pine Plantations**. Southwest Forest Experiment Station. Research Paper SO 275, 1993. 7 p.
- DELEUZE, C.; HERVE, J-C.; COLIN, F : Modelling crown shape of *Picea abies*: spacing effects. **Canadian Journal of Forest Research**, 1996. 26p.
- DREW, J.T.; FLEWELLING, J.W. Stand Density Management: an Alternative Approach and its Application to Douglas-fir Plantations. **Forest Sci.**, v. 25, n. 3., 1979. p. 518-532.
- FINGER, C.A.G. **Ein Beitrag zur Ertragskunde von *Eucalyptus grandis* und *Eucalyptus saligna* in Südbrasilien**. Tese de doutorado, Universität für Bodenkultur, Wien, 1991. 135 p.
- FLORENCE, R.G. Ecology and silviculture of eucalypt forests. **Colingwood, Australia: CSIRO Publishing**. 1996. 413 p.

- FLYNN, R. & SHIELD, E. Eukalyptus: Progress in Higher Value Utilization - A multiclient study of Who, Where, How and Why eucalyptus is being utilized in the world markets, 1999. Arquivo eletrônico.
- HART, H.M.J. **Stem density and thinning: a pilot experiment to determine the best spacing and thinning method of teak.** Proefsta. Boschwesen, Batavia, Meded 21. 1928.
- LAMPRECHT, H. **Silvicultura nos Trópicos.** Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ), Eschborn, 1990. 343 p.
- LENZ, D. & STRASSLER, H.J. **Contribution to the study of splitting of beech logs (*Fagus sylvatica* L.).** In: Mitteilungen der Schweizerischen Anstalt für das Forstliche Versuchswesen, v. 35, n. 5, 1959. p. 369-411.
- LISBÔA, C.D.J. **Estudo das tensões de crescimento em toras de *Eucalyptus grandis* Hill.ex Maiden.** Tese de doutorado, Curitiba, 1993. 274 p.
- LIMA, J.T., TRUGILHO, P.F., MENDES, L.M. Tendências no uso de madeira serrada de Eucalypto. **Revista da Madeira**, v. 8, n. 49., 2000. p. 44-48.
- MALAN, F.S. The wood properties and qualities of three South-African-Grown Eucalyt Hybrids. Suid-Afrikaanse Bosbouydskrif, n. 167, Pretoria, **South Africa**, 1993. p. 35-44.
- MOHAMMED, C., BARRY, K., BATTAGLIA, M. et al. Pruning associated stem defects in plantations of *E. nitens* and *E. globulus* grown for sawlog and veneer in Tasmania. In: IUFRO CONFERENCE ON "THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS", 2000, Launceston, Tasmania, Australia. Proceedings ... Launceston. Arquivo eletrônico.
- MORENO, J.A. **Clima do Rio Grande do Sul.** Porto Alegre: Secretaria da Agricultura-RS, 1961. 41 p.
- NEILSON, W.A., PINKARD, E.A. Developing silvicultural regimes for sawlog and veneer production from temperate eucalypt plantations in Tasmania. In: IUFRO CONFERENCE ON "THE FUTURE OF EUCALYPTS FOR WOOD PRODUCTS", 2000, Launceston, Tasmania, Australia. Proceedings ... Launceston. Arquivo eletrônico.
- NELSON, N.D., BURK, T., ISEBRANDS, J.G. Crown architecture of short-rotation intensively cultivated *Populus*. I. Effects of clone and spacing on first-order branch characteristics. **Canadian Journal of Forest Research**, 1981. p. 73-81.

- NUTTO, L. **Neue Perspektiven für die Begründung und Pflege von Eichenbeständen.** Freiburger Forstliche Forschung, n. 5, 1999. 190 S.
- NUTTO, L. Manejo do crescimento de diâmetro de *Araucaria angustifolia* (Bert.) o Ktze. baseada na árvore individual. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 2, 2000. No prelo.
- RÖHLE, H. Vergleichende Untersuchungen zur Ermittlung der Genauigkeit bei der Ablotung von Kronenradien. **Forstarchiv**, v. 57, 1986. p. 67-71.
- SCHNEIDER, P.R., FINGER, C.A.G., HOPPE, J.M., DRESCHER, R., SCHEEREN, L.W., MAINARDI, G., FLEIG, F.D. Produção de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden em diferentes intensidades de desbaste. **Ciência Florestal**, v. 8, n. 1, 1998, p. 129-140.
- SCHÖNAU, A.P.G., COTZEE, J. Initial spacing, stand density and thinning in eucalipt plantations. **Forest Ecology and Management** v. 29, 1989. p. 245-266.
- SPIECKER, H. Durchforstungsansätze bei Eiche unter besonderer Berücksichtigung des Dickenwachstums. **Allg. Forst- u. Jagd-Zeitung**, v. 154, n. 2. 1983. p. 21-36.
- SPIECKER, H. **Zur Steuerung des Dickenwachstums und der Astreinigung von Trauben- und Stieleichen.** Schriftenreihe der Landesforstverwaltung Baden-Württemberg n. 72, 1991. 155 p.

**ATIVIDADES DE PESQUISA NO INSTITUTO PARA
CRESCIMENTO FLORESTAL ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT
FREIBURG**

**RESEARCH ACTIVITIES IN FOREST GROWTH INSTITUTE
ALBERT-LUDWIGS-UNIVERSITÄT FREIBURG**

Heinrich Spiecker¹

No Instituto para Crescimento Florestal - IWW, são pesquisados o crescimento das árvores associado ao ambiente que ocupam e desenvolvidos métodos de controle e decisão para a descrição desse crescimento. As áreas de pesquisa do Instituto podem ser divididas em três linhas a saber: (i) bases ecológicas do crescimento, (ii) controle do crescimento da floresta e, (iii) bases metodológicas para o estudo do crescimento.

O estudo das bases ecológicas do crescimento está relacionado com o sítio (solo, clima atual e passado, emissões, disponibilidade de nutrientes e água) e de influências bióticas em povoamentos equiâneos e inequiâneos, puros e mistos. O controle do crescimento é estabelecido em função das condições locais (espaçamentos, desbastes, objetivos da produção e dinâmica natural das árvores e da floresta) em povoamentos equiâneos e inequiâneos, puros ou mistos, sendo pesquisados métodos de decisão, com enfoque especial para a obtenção de sortimentos de maior valor, bem como aumentar a segurança ao empreendimento florestal.

Os principais projetos de pesquisa que se encontram em andamento ou foram recentemente concluídos podem ser descritos como:

A - Projetos na área das bases ecológicas do crescimento da floresta.

A1 - Efeito do clima e do tempo no crescimento das árvores.

Neste projeto foram estudadas e quantificadas a influência do clima e do tempo sobre o crescimento das árvores sob a influência do sítio e da estrutura do povoamento.

As bases para esta pesquisa são a análise do crescimento em altura e radial das árvores no período referente ao último século. Para isso foram

¹ Professor, Dr., Instituto Para Crescimento Florestal, Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, Bertoldstr. 17, D-79.085 Freiburg, Alemanha.

das estações climatológicas da Alemanha. As reações de crescimento sob estudados os perfis de densidade do anel anual e a estrutura celular dentro deste anel, assim como, as frações estáveis de isótopos contidos na parede celular. Esses resultados são sempre relacionando aos registros climáticos diferentes condições de umidade, temperatura e radiação solar em sítios com diferentes gradientes climáticos, desde planícies até o cume de altas montanhas, sobre diferentes exposições e diferentes capacidades de armazenamento de água.

O zoneamento comparou as reações de crescimento de *Picea*, *Abies*, *Fagus* e *Quercus* como base para o desenvolvimento de modelos multivariados de crescimento relacionados ao clima. O emprego de diferentes métodos de análise de anéis anuais de crescimento possibilitou a análise quantitativa das relações clima e crescimento para cada um dos processos e sob diferentes combinações de sítios e gradientes climáticos.

A2 - Monitoramento do crescimento de *Picea*, *Fagus* e *Pinus* na Floresta Negra, na região alta da Schwaben e no alto Reno.

Essa pesquisa está instalada em diversos locais. Parte nos arredores de Freiburg, em Schauinsland, Distrito Florestal de Schluchsee, onde estão instaladas áreas do Projeto ARINUS, nas áreas de pesquisa SFB-433, localizadas no Distrito Florestal Tuttlingen, e nas planícies do Alto Reno, em Hartheim.

Nesses locais são realizadas avaliações contínuas e com alta precisão, das variações radiais no fuste de *Picea*, *Fagus* e *Pinus*. Adicionalmente, em algumas destas árvores, são avaliadas as variações radiais nas partes mais altas do fuste, em galhos e também nas raízes.

Simultaneamente são registradas as temperaturas do ar, do câmbio e do solo, a umidade do ar e do solo, bem como são registradas o final das fenofases.

Por meio dessas análises são obtidas informações de curto, médio e longo prazo que podem explicar a influência sobre o crescimento das árvores. A comparação destas relações em diferentes locais permite obter maior conhecimento sobre o tema crescimento e ambiente.

A3 - Estudo da influência ambiental sobre o crescimento de *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus* spp. e *Fagus sylvatica* (L.) com base na análise de imagens para descrição e quantificação da estrutura celular em amostras de madeira.

Nesta pesquisa foram investigadas as variações ocorridas em nível celular decorrentes do crescimento em diâmetro de *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus* spp. e *Fagus sylvatica* (L.), sob a influência das mudanças ambientais.

Para isso, foram desenvolvidos métodos de preparação de amostras de madeira que permitissem alta resolução para, após fotografadas, serem automaticamente analisadas via computador.

Na avaliação das influências climáticas sobre o desenvolvimento da estrutura celular, foram utilizados registros climáticos obtidos da rede climatológica da Alemanha.

A influência de fatores não climáticos sobre o crescimento das árvores foram avaliados com o auxílio de experimentos de adubação, de clones, bem como, árvores com influências abióticas e bióticas distintas e conhecidas. Com base nestes parâmetros as estruturas celulares inter e intra-anuais foram paralela e concomitantemente comparadas buscando identificar as maiores semelhanças nas dimensões radiais do tronco.

Com a ajuda de observações dendroecológicas de longo prazo foram descritas as condições ambientais relevantes para o crescimento, bem como foram esclarecidas as reações celulares a tais influências ambientais. Os resultados servem também para o desenvolvimento de funções de crescimento.

A4 - Causas da aceleração do crescimento de florestas na Europa: Relação entre a mudança nos padrões de crescimento de *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus* spp. e *Fagus sylvatica* (L.) e a nutrição de florestas na Europa: Projeto da União Européia - EU-Projekt Nr. FARI6 CT98-4124

O objetivo desta pesquisa interdisciplinar é esclarecer as causas das variações de crescimento observadas já a várias décadas nas florestas européias.

No estudo são avaliadas as complexas relações existentes entre nutrição e crescimento das florestas de *Picea abies* (L.) Karst., *Quercus* spp. e *Fagus sylvatica* (L.) com especial atenção às variações espaciais e temporais.

Todos os dados provem de medições contínuas em sistemas ecológicos específicos, bem como de inventários nacionais e internacionais. Os dados empíricos são trabalhados com procedimentos multivariados de séries temporais e de geoestatística e, avaliados

quantitativamente para posterior desenvolvimento, calibração e validação de modelos básicos de processos de ecologia florestal.

**A5 - Arquivo de dados ambientais e climáticos da parte sul dos Andes:
Uma chave para a compreensão do clima global.**

Este projeto é coordenado pelo PD. Dr. Rolf Kilian do Instituto Geológico da Universidade de Freiburg, e tem como objetivo estudar diferentes arquivos ambientais e climáticos para verificar a possibilidade de reconstrução das condições do clima no período pós-glacial na região sul dos Andes. Paralelamente as análises dendroecológicas de sequências de anéis anuais de crescimento estão sendo pesquisados, assim como os sedimentos de lagos e de turfas.

Ao longo de um transecto no sentido leste-oeste, localizado no prolongamento sul dos Andes, foram coletadas fatias de *Pilgerodendrum uviferum*, *Nothofagus betuloides*, *N. antarctica* e *N. pumilio*, os quais estão sendo preparados, medidos e analisados no IWW. Adicionalmente, o IWW colaborará na análise estatística das séries dendrocronológicas.

B - Projetos na área do controle de crescimento das florestas

B1 - Crescimento de copas, desrama natural e desenvolvimento da forma de *Quercus* spp., *Fagus sylvatica* (L.), *Fraxinus excelsior* (L.), *Acer* spp e *Prunus avium* (L.).

As folhosas propiciam uma estrutura ecológica mais variada, florestas de valor econômico mais elevado e de menor risco. Num primeiro passo foi estudada a dinâmica da expansão das copas e a desrama natural das árvores em relação ao fator competição.

No estudo foram consideradas todas as formas de estabelecimento da floresta, especialmente a regeneração natural e a regeneração em pequenas clareiras, sendo também examinadas a situação da competição das árvores no passado e no presente buscando determinar seu efeito sobre a copa e a forma do fuste. Atenção especial foi dedicada a desrama natural e a forma do tronco.

Sob esta base foi desenvolvido um modelo de crescimento que permite estimar o volume comercial do tronco livre de galhos em função de índices de concorrência.

Paralelamente foram estudados a variabilidade natural da largura e da estrutura dos anéis anuais de crescimento.

Os resultados permitiram obter modelos para simular o crescimento em diâmetro e a desrama natural. Estes modelos devem servir também para florestas mistas permitindo a livre escolha da meta de produção com base em objetivos econômicos, sob a consideração de fatores externos ou exógenos.

B2 - Crescimento dos povoamentos velhos de *Fagus sylvatica* (L.)

O crescimento potencial de *Fagus sylvatica* (L.) em idade avançada é subestimada nas tabelas de produção hoje utilizadas. Assim, neste projeto foram estudados o crescimento do volume e do diâmetro em povoamentos velhos de *Fagus sylvatica*, com base em um grande número de parcelas permanentes mensuradas em longo período. As informações coletadas serviram para investigar as mudanças de tendências nos níveis dos incrementos e a influência de fatores internos e externos ao povoamento.

Os dados também serviram para estudar a distribuição do incremento do povoamento sobre a árvore individual, bem como sobre o coletivo de árvores com o objetivo de alargar e aprofundar o conhecimento sobre o desenvolvimento do valor econômico e das possibilidades de condução de povoamentos velhos de *Fagus*.

B3 - Administração de florestas mistas de espécies nobres na Europa

Dentro do projeto coordenado pelo Instituto Florestal Europeu (EFI) esta sendo pesquisado o crescimento, a estabilidade e o desenvolvimento do valor de florestas mistas de espécies nobres (freixo, acer, choupo, cereja). Os objetivos são: descrever o significado destas árvores de madeira nobre na Europa; analisar o manejo destes povoamentos e, como resultado descrever o estado atual, bem como um modelo de produção para estas espécies. Este novo modelo deve concentrar-se nas relações atuais de custo/benefício nas fases de implantação da floresta, manutenção, desbaste e desrama devendo os resultados serem concentrados sobre o crescimento. O projeto orienta-se nos requisitos práticos para que a empresa florestal possa conduzir, com facilidade, o manejo de árvores individuais em povoamentos mistos.

B4 - Método de controle da árvore futuro (Z-baum)

Trata-se da formulação de novo programa silvicultural de desbaste seletivo orientado para as árvores futuro, assim como para a condução de

florestas mistas jovens, contendo muitas espécies. Deste modelo desenvolveu-se uma silvicultura prática que se orientou na condução do crescimento da árvore, permitindo também o seu controle. Assim, o método de controle da árvore futuro permitiu conhecer para o talhão o grau de realização da meta, a necessidade de intervenção, o êxito da condução controle, o tempo para atingir os objetivos de produção, o rendimento de madeira por espécie, dap, número de árvores, e seu valor relativo. Também foram conhecidos o grau de estoqueamento e os riscos de produção.

O programa "Z-Baum" - árvore futuro - permite conhecer para qualquer tamanho de floresta, e a qualquer momento, informações do estoque e de seu valor, sendo um instrumento eficiente para decisões atuais, assim como, para planejamentos de médio e longo prazo. Este programa esta sendo empregado em algumas empresas florestais.

B5 - Efeitos da aceleração do crescimento na administração de florestas na Europa

Em decorrência do aumento do incremento, bem como do alto volume de madeira estocado nas florestas tem sido necessário introduzir mudanças na administração florestal. Assim, neste projeto de pesquisa foi realizado uma descrição histórica e do estado atual das florestas da Europa; o desenvolvimento de estratégias de administração para a manutenção da sustentabilidade sob condições dinâmicas; a descrição de cenários de desenvolvimento da floresta sob diferentes estratégias de administração, bem como a estimativa das vantagens, custos e riscos vinculados às diferentes estratégias de administração.

C - Bases metodológicas da pesquisa de crescimento

C1 - Anéis anuais como arquivo ambiental

As influências do ambiente, como por exemplo, alterações do clima e da atmosfera, da concorrência, assim como de outras influências abióticas e bióticas, modificam a estrutura anatômica bem como a composição química e física do anel de crescimento.

Os anéis anuais de árvores podem ser datados retrospectivamente a muitos séculos, oferecendo, portanto, valiosa informação sobre as relações ambientais do passado.

Desta forma o objetivo dessas pesquisas no IWW é obter as informações armazenadas em anéis anuais e torna-los disponíveis para

pesquisas ambientais. Para isso são necessários procedimentos de preparação de fatias do tronco; de medições da estrutura celular com procedimentos ótico e mecânicos visando conhecer o conteúdo físico e químico através de técnicas de alta resolução sob assistência de computador.

C2 - Elaboração de um banco de dados científico no IWW

O objetivo deste projeto é a formação e manutenção de um banco de dados agrupando informações que estão dispersas em diferentes formatos, sistemas e tipos de documentação, através de um sistema objeto-relacional, em ORACLE 8.0.

No projeto esta sendo desenvolvido um banco de dados abrangente para armazenagem de dados de crescimento, que possibilite rápido acesso, e que seja integrado com rotinas de análise.

A filosofia de um banco de dados objeto-relacional, é a possibilidade de ampliação constante em um sistema aberto. O ORACLE 8.0, na versão servidor/cliente em plataforma, Windows NT, permite a administração eficiente de grande quantidade de dados, além de possuir numerosas ferramentas e várias interfaces com softwares como EXCEL e ACCESS.

No desenvolvimento do projeto será possibilitado o uso do banco por outros institutos de pesquisa, via INTERNET.

Como primeiro passo será gerada a base de dados do IWW, sendo seguido pela integração dos dados em ORACLE. No terceiro passo, o esquema conceitual será finalizado, sendo a conversão do esquema objeto-relacional realizada em SQL e PL/SQL.

O design de ambiente será desenvolvido em VISUAL BASIC e JAVA. Esta sendo planejado com o Instituto para Crescimento Florestal e Informática Florestal da Technische Universitaet Dresden um intercâmbio de módulos de programa gráfico e numérico. Posteriormente deverá ser disponibilizada a ligação com um sistema de informações geográficas (SIG) visando permitir a representação espacial das relações de crescimento.

D - Projetos encerrados

D1- Projetos no âmbito das bases ecológicas do crescimento florestal

D1.1 - Tendências de crescimento das florestas européias - A produtividade dos povoamentos se modificou?

O crescimento das florestas européias mudou claramente nas últimas décadas. Embora neste projeto os dados e métodos utilizados difiram consideravelmente, quase todos os resultados mostram tendências semelhantes. Estes resultados sinalizam que a produtividade dos povoamentos cresceu sendo observado redução de crescimento, somente em casos de extrema poluição e sob condições climáticas muito desfavoráveis.

As possíveis causas do aumento de incremento pode ser decorrente do tipo de utilização anteriormente dado ao solo, ao manejo florestal, aos efeitos de perturbações naturais, à mudança climática incluindo deposições nitrogenadas e aumento da concentração de CO₂ atmosférico. A interação entre os fatores influentes é também analisada. As reações do crescimento decorrentes podem ser alteradas em diferentes locais e diferentes florestas.

Da mesma maneira, os incrementos de produtividade dos povoamentos influencia a composição de espécies e a circulação de nutrientes alterando consideravelmente a economia florestal.

D1.2 - Mudança da produtividade do sítio florestal - uma pesquisa sobre o crescimento do volume e da altura da *Picea* e *Fagus* na Schwaben e em e em áreas da Floresta Negra.

Refere-se ao acompanhamento do projeto "Tendência de crescimento das florestas europeias".

D1.3 - Análise dendroecológica das relações entre clima e crescimento de árvores ao longo de um transecto da Floresta Negra a Lothringen. Projeto da União Européia - EU-Projekt Nr. : EV5V-CT94-0437.

Neste projeto de pesquisa da Comunidade Europeia coordenado pelo IWW foram examinadas as influências do clima e do ambiente sobre o crescimento da *Picea*, *Abies*, *Fagus* e *Quercus* ao longo de um transecto que vai do oeste da Floresta Negra à planície de Lothringen, na França.

Com base em dados climáticos diários e mensais foram quantificadas as reações de crescimento das árvores, as quais foram avaliadas pelo crescimento radial, pela análise da estrutura celular intra-anual, pela densidade no interior dos anéis e, pelo exame de isótopos da parede celular.

A comparação e a combinação dos resultados destes três métodos de pesquisa permitiram comprovar seu emprego para descrever as relações

de clima e crescimento e para o desenvolvimento de modelos para descrever essas relações.

D1.4 - Efeitos do magnésio, nitrogênio e da umidade sobre o comprimento das acículas, da distância entre nós e sobre o crescimento do diâmetro de *Picea* e *Abies* em experimentos de adubação.

Nas parcelas experimentais do projeto ARINUS localizadas em Schluchsee e Villingen foram pesquisados os efeitos da adubação com $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ e/ou MgSO_4 sobre a dinâmica de crescimento de *Picea*. As doses foram conhecidas após a determinação da disponibilidade nutricional do local, da condição do ambiente e da capacidade de armazenamento de água no solo. Também foram determinadas a mudança da forma do fuste, bem como o crescimento da copa, pela análise dos anéis de crescimento e da medição do crescimento anual do tronco (medição do comprimento dos entre nós).

Além do registro contínuo das mudanças radiais na forma da árvore foram analisadas a formação das acículas e o conteúdo de nutrientes nelas contido, em cada idade.

Pela diferença entre parâmetros de crescimento levantados nas diferentes áreas pesquisadas pode-se quantificar e descrever a dinâmica do incremento. Estes resultados foram comparados e relacionados com os resultados de outros grupos de pesquisa, os quais se dedicaram ao estudo da circulação do nitrogênio.

D2 - Projetos de pesquisa na área de controle do crescimento da floresta

D2.1 - Inventário contínuo das florestas do Parque Nacional Berchtesgaden

Com base na rede de parcelas permanentes do inventário florestal de 1983 e 1984 foi realizado entre 1995 e 1998 uma segunda medição da floresta com o objetivo de conhecer o estado atual e o crescimento da floresta entre esses períodos.

No primeiro e no segundo inventário foi utilizado o método da contagem angular de Bitterlich, bem como o método dos círculos concêntricos. Este procedimento permitiu a comparação entre o primeiro e o segundo inventário e a extensão dos resultados para toda a região. O

registro paralelo dos dados obtidos com os dois métodos permitiu adicionalmente a comparação destes métodos em uma grande área.

Além das variáveis dendrométricas normalmente medidas, em um inventário florestal, foram também levantadas a quantidade de árvores mortas, o estrato arbustivo, os danos causados por animais selvagens e pelo turismo de massa.

O relatório do inventário apresentou os dados básicos para a divisão dos talhões e para a condução da floresta.

D2.2 - Aspectos do crescimento de florestas de *Fagus* sob manejo de árvores individuais.

A liberação repentina de uma árvore no talhão causada pelo corte de outra árvore provoca uma mudança brusca nas condições de crescimento da remanescente. Assim, neste projeto foi estudado a reação do crescimento e a vitalidade da árvore na dependência de diferentes parâmetros de árvores individuais, com especial atenção as classes sociais. Baseado nas reações de crescimento avaliados em conexão com o levantamento qualitativo do material pesquisado foi possível modelar as características econômicas das classes sociais das árvores.

D2.3 - Controle do crescimento de *Abies* e *Picea* com base no comprimento relativo da copa.

Para a realização do manejo florestal buscando a transformação de florestas equiâneas puras com estrato único em florestas mistas, inequiâneas e de vários estratos é necessário o desenvolvimento de novas técnicas de condução e de aproveitamento de árvores individuais.

Um ponto chave se refere ao conhecimento histórico da competição sofrida e exercida pela árvore, a qual tem sido descrita pelo comprimento da copa.

Assim, pesquisas realizadas para fornecer tais informações permitiram desenvolver diretrizes para a condução de árvores individuais. Essas diretrizes forneceram o comprimento de copa relativo para atingir um determinado incremento diamétrico e as condições necessárias para que a árvore alcance-se determinada dimensão horizontal e vertical de copa.

E - Bases metodológicas para a pesquisa de crescimento.

E1 – Reações do incremento de árvores às variações do clima e do tempo em diferentes altitudes no sudoeste da Alemanha (bioindicadores).

Em diversos sítios localizados ao longo de um gradiente de alturas entre 200m NM, em Oberheintal até altitudes situadas perto de 1230m NM, ao sul da Floresta Negra foram pesquisadas a evolução e as reações do crescimento de *Picea*, *Fagus* e *Pinus*.

Nesta pesquisa foram determinados o crescimento das variáveis dendrométricas, bem como dados meteorológicos, climáticos e hidrológicos com o objetivo de conhecer a reação das árvores à variação das condições ambientais (bioindicadores). Paralelamente, em cooperação com o Instituto de Microtécnica de Freiburg, tem sido desenvolvidos biosensores, que permitem obter, continuamente e com grande precisão, o crescimento das árvores. Um ponto de grande interesse tem sido avaliar a possibilidade de estimar, bem como o limite do uso da impedâncioespectroscopia para medições ao ar livre.

BANCO DE DADOS SOBRE A *Araucaria angustifolia*

***Araucaria angustifolia* DATABANK**

César Augusto Guimarães Finger¹; Paulo Sérgio Pigatto Schneider²

A *Araucaria angustifolia* é uma espécie florestal de grande interesse para o Brasil quer pelo carácter económico que representou, quer pelo carácter ecológico e paisagístico que ainda representa.

De distribuição natural, quase que exclusiva do território brasileiro, dominava a paisagem dos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, ocorrendo também, em estreita faixa, na província argentina de Misiones. Na direcção norte encontravam-se exemplares em locais de grande altitude nos estados de São Paulo, Rio de Janeiro e Minas Gerais.

A exploração desta espécie forneceu o capital inicial para o estabelecimento de diversas actividades económicas. A abundância dos pinheiros nas florestas sul brasileiras era tal que somente foram utilizadas as toras de maiores dimensões, de maior qualidade, livre de defeitos e nós, ficando as demais porções do tronco sobre o solo, abandonadas.

Em época não muito distante, a oferta de árvores era tamanha que eram oferecidas à venda para serem cortadas quando o comprador desejasse. Ao vendedor importava que fossem cortadas para dar espaço a agricultura e a pecuária. Na época era comum o pensamento de que nunca deixariam de existir, tal a sua abundância.

A realidade mostrou-se outra, estando a espécie, atualmente, com área bastante reduzida em toda a região de ocorrência natural.

A preservação da *Araucaria angustifolia* pode ser obtida pela existência de parques, mas o restabelecimento desta árvore na paisagem depende muito mais do estabelecimento e gestão, por parte do Estado Brasileiro, de uma política duradoura que incentive e garanta ao proprietário da floresta, o direito ao plantio, ao corte, ao desdobro, ao beneficiamento e a comercialização da madeira.

Uma política racional para o setor florestal baseada no princípio de rendimento sustentado é a única forma de perpetuar esta e outras espécies florestais.

¹ Engenheiro Florestal, Dr. Professor de Biometria Florestal, Departamento de Ciências Florestais, Centro de Ciências Rurais, Universidade Federal de Santa Maria. CEP 97. 105-900 Santa Maria, RS. Pesq. CNPq.

² Académico do Curso de Graduação em Engenharia Florestal da UFSM.

A prática tem deixado claro que é impossível controlar e impedir o abate de árvores de forma policial e que a manutenção e ampliação das áreas florestais requer o estabelecimento da confiança dos proprietários de terras de que lhes será permitido o aproveitamento das árvores para seu benefício, de seus descendentes e da sociedade.

Assim, a preservação da *Araucaria* em seu habitat é tema de grande complexidade e requer ação de muitos: desde o proprietário de terras, universidades e institutos de pesquisa até órgãos governamentais e de políticos para a formulação de uma política florestal fundamentada no uso da floresta com base no rendimento sustentado.

Com o fim de contribuir para a compilação e manutenção, bem como facilitar o acesso ao conhecimento técnico-científico e prático, foi criado o Banco de Dados sobre a *Araucaria angustifolia*.

Trata-se de um banco de dados eletrônico, de acesso público a todos os interessados nesta espécie florestal. Na páginas seguintes encontram-se as imagens das páginas que podem ser acessadas no banco de dados.

O Banco tem base física no Programa de Pós-graduação em Engenharia Florestal e Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Santa Maria, e reúne publicações diversas (livros, teses, dissertações, monografias, artigos, textos, separatas, revistas e fotos) relacionadas com a espécie. Cada escrito encontra-se relacionado com citação bibliográfica completa, contendo: o título, nome do autor, local de publicação, editora, data e um pequeno resumo onde o leitor pode tomar conhecimento sobre o tema. Quando pertinente encontra-se, também o nome e data do evento onde foi divulgado.

O acesso é feito via internet no endereço: w3.ufsm.br/araucaria. Ao acessar o Banco o usuário seleciona o idioma das telas entre o português, inglês, espanhol e alemão.

Na sequência é exibido no idioma selecionado uma pequena descrição do banco de dados e seus objetivos.

Na base desta página encontram-se as chaves de seleção "PESQUISAR" - que ao ser selecionada permite a busca de títulos através da inserção de palavras-chave, "CADASTRAR" - permite acessar o menu para entrada de dados. Essa chave é aberta a todos aqueles que desejam contribuir com informações que venham a enriquecer o Banco. As informações digitadas são enviadas por e-mail ao coordenador do Banco que, após a conferência, as disponibilizará a todos interessados no Banco de Dados. A terceira chave de seleção "CONTROLE" é de uso restrito e serve para controle de inserções de dados.

Após a definição das palavras-chave e do "click" em pesquisar o programa de busca listará os títulos encontrados, os quais ao serem "clikados" abrirão nova página contendo as informações do trabalho (citação bibliográfica completa e o resumo). O retorno à lista de títulos pode ser obtido ao acionar o botão de retorno do browser. O retorno ao menu de busca se dá pelo acionamento do botão de retorno no pé da página.

Para colaborar com a formação e manutenção do Banco de Dados sobre a *Araucaria angustifolia*, com a inclusão de títulos que ainda não se encontram catalogados no Banco, basta acionar o botão "CADASTRAR" acionando a primeira página do link para cadastramento. Nesta deve ser lecionada a janela a ser aberta, correspondente ao tipo de material a ser catalogado. Para isso seleciona-se entre as alternativas: LIVRO, REVISTA, ANAIS, TRABALHOS TÉCNICOS, TESES/ DISSERTAÇÃO/ MONOGRAFIA.

Ao acionar qualquer um desses botões será aberta uma nova página contendo campos a serem preenchidos de acordo com a opção selecionada. Todos os dados solicitados são facilmente compreendidos não requerendo maiores detalhes para seu preenchimento. Após o preenchimento das referências bibliográficas é desejado que seja digitado um resumo do trabalho. Esse resumo irá fornecer informações valiosas para os usuários.

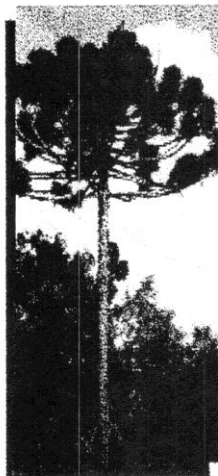
Ao acionar o botão "CADASTRAR" desta página, será enviado por e-mail ao Banco de Dados para ser disponibilizado via " on-line" a todos os usuários.

Na seqüência será aberta nova página em cujos campos é solicitado o e-mail do colaborador para que, caso haja necessidade, seja feito contato com o mesmo.

Assim, o Banco de Dados sobre a *Araucaria angustifolia*, torna-se um instrumento valioso para a catalogação e preservação do conhecimento sobre esta importante espécie florestal.

Esse Banco esta aberto a toda a comunidade sem nenhum custo, solicitando-se apenas que, os detentores de informações colaborem com a formação e ampliação da base de dados digitando-as na página específica.

Em futuro próximo o Banco contará com mais um serviço, devendo conter fotografias referente a espécie.



Banco de Dados sobre a

Araucaria angustifolia

Pinheiro Brasileiro - Pinheiro do Paraná

Português

Araucaria angustifolia Databank

Araucaria angustifolia

Parana Pine - Brazilian Pine

English

Banco de Datos sobre

Araucaria angustifolia

Pino Brasil - Pino Paraná

Español

Datenbank über

Araucaria angustifolia

Pinheiro brasileiro - Pinheiro do Paraná

Deutsch



Banco de Dados sobre a

Araucaria angustifolia

Pinheiro Brasileiro - Pinheiro do Paraná

UFSM - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal



O banco de dados sobre a *Araucaria angustifolia* surge para reunir e tornar acessível a todos os interessados o conhecimento técnico e científico sobre esta importante espécie florestal da flora brasileira e em especial da região sul do país.

A necessidade de centralização dos dados sobre a espécie ficou evidente durante a realização do 1º Simpósio do MERCOSUL sobre a araucária, realizado em Lages, Santa Catarina, sob a promoção da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Santa Catarina e da Universidade Federal de Santa Catarina.

Para tornar este banco capaz de satisfazer o interesse de todos solicita-se as pessoas físicas, jurídicas e instituições públicas e privadas, nacionais e estrangeiras que possuem livros, artigos e/ou trabalhos técnicos e científicos sobre a espécie que envie as informações conforme solicitado na página de cadastramento de informações deste banco de dados.

Prof. Dr. César Finger
Coordenador do Banco de Dados

[Pesquisar](#)

[Voltar](#)

Este trabalho é uma adaptação do Fisto Web Index - nov/1998.

Programação CGI (Perl) - Giancarlo Marques de Moraes

Programação HTML - Giovani Akira Faganello

Universidade Federal de Santa Maria - Centro de Processamento de Dados

Banco de Dados sobre a *Araucaria angustifolia*



Entre com a palavra-chave que deseja realizar a pesquisa

Pode usar acento e cedilha

Palavra-chave

pesquisar

limpar

1001

acessos desde 01/02/99.

Voltar

Banco de Dados sobre a *Araucaria angustifolia*

Resultado da pesquisa em BD Araucária

ECOPHYSIOLOGICAL ASPECTS OF ARAUCARIACEAE WITH SPECIAL
CONSIDERATION OF ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA (Bert.) O.Ktze.

AVALIAÇÃO DE SÍTIO PARA *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. Ktze, EM POVOAMENTOS
ARTIFICIAIS

AÇÃO DE REGULADORES DE CRESCIMENTO NA PROPAGAÇÃO VEGETATIVA POR
ESTAQUIA DE *Ilex paraguariensis* Saint Hilaire E *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE.

SITE - NUTRITION - GROWTH INTERRELATIONSHIP OF ARAUCARIAS

RELAÇÃO CRESCIMENTO-SÍTIO DE *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE EM
POVOAMENTOS PLANTADOS

O PINHEIRO BRASILEIRO NA SILVICULTURA PAULISTA

Título: SITE - NUTRITION - GROWTH INTERRELATIONSHIP OF
ARAUCARIAS

Autor: BLUM, W.E.H.

Local: CURITIBA-PR

Editora: FUEF

Data: 1980

Evento: PROBLEMAS FLORESTAIS DO GÊNERO ARAUCARIA/ ENCONTRO
DA IUFRO

Data do evento: 21-28/10/79

Disponível em: BIBLIOTECA CENTRAL DA UFSM

Resumo

Baseado nas características do crescimento da biomassa aérea, do sistema radicular da Araucaria e num inventário nutricional uma primeira aproximação sobre a fisiologia nutricional deste gênero é descrita. Dados sobre os níveis de nutrientes foliares e fatores influentes, como, idade, época, clima e outros, são discutidos, avaliando-se as correlações entre teores de nutrientes nas ascúculas e dados de crescimentos de florestas tanto das plantadas como das naturais em experimentos ou em vasos com fertilização. Correlações entre sítio e crescimento são discutidas com relação especial aos resultados analíticos de solo e de sítios, incluindo parâmetros fisiogeográficos, interdependências entre a Araucaria e outras espécies e efeitos de fertilização. Baseado nisto são tiradas conclusões sobre o tipo de crescimento e o a fisiologia nutricional especial da Araucaria, dando recomendações sobre um pesquisa futura no gênero.

[Voltar](#) [Volver](#) [Zurück](#) [Back](#)



Banco de Dados sobre a
Araucaria angustifolia

Pinheiro Brasileiro - Pinheiro do Paraná

Livro

Revista

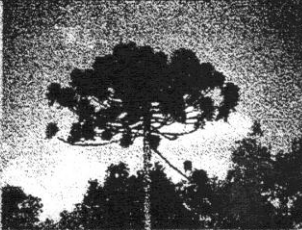
Anais

Trabalhos Técnicos

Tese / Dissertação / Monografia

Voltar

Banco de Dados sobre a *Araucaria angustifolia*



Titulo:

Autor(es):

Data:

No. de páginas:

Disponível em:

Resumo

Voltar

***BANCO DE DADOS DE
ARAUCÁRIA***

***PROGRAMA DE PÓS-
GRADUAÇÃO EM
ENGENHARIA FLORESTAL
PPGEF/UFSM***

E-mail:

ppgef@creta.ccr.ufsm.br

***ENDEREÇO ELETRÔNICO DO
BD ARAUCÁRIA:***

<http://w3.ufsm.br/araucaria/>

