

SILVICULTURA

ANO VIII

JANEIRO-FEVEREIRO 1983

Nº 28



SBS

40 10 a 15 de MAIO - 1982
BELO HORIZONTE

**CONGRESSO FLORESTAL
BRASILEIRO**

ANAS COMISSÕES

Evolução Metodológica no Corte e Transporte de Madeira — "Feed-back" do Treinamento

ROGER DE NAZARETH ANCILLOTTI
RAPHAEL JOSÉ DOS SANTOS
EDNOR DOS SANTOS DE OLIVEIRA
VALTER OST
Depto. de Recursos Humanos — Aracruz Florestal
S.A.

Summary

Highly programmed forests, special topographical and climatic conditions, dearth of skilled labor, the world energy crisis, are factors that have a substantial influence on the development of new methods of training in felling and haulage of raw for manufacture of pulp.

In the training of chain saw operators forest equipment operators and huckers, training nowadays is done in less time, with a high level of safety on the job, achieving pre-determined objectives, aiming at constantly higher productivity. This is the result of sophisticated, realistic knowhow.

Resumo

Uma floresta altamente programada, condições topográficas e climáticas peculiares, escassez de mão-de-obra qualificada, crise energética mundial, são fatores que notadamente influenciaram a criação de novos métodos de treinamento no corte e transporte de matéria prima para a fábrica de celulose.

Na formação de motosserristas, operadores de máquinas florestais e carreteiros, hoje, o treinamento é realizado em menor tempo, com alto índice de segurança no trabalho, atingindo-se a objetivos pré-determinados e voltados para uma produtividade cada dia mais crescente, produto do "know-how" avançado e realista.

INTRODUÇÃO

Para se compreender o escopo deste trabalho é preciso saber que se trata de uma comunicação, tendo um construto dedutivo, que toma como paradigma conceitual as teorias desenvolvidas por Georges Balandier e Paul Mercier ^{2/} sobre o Trabalho nas Regiões em Vias de Industrialização. Para tanto compara a situação da Aracruz Florestal S.A. sob aquele prisma e faz ressaltar as coincidências empíricas tal como se fora de uma pesquisa "ex post facto".

a) Identificação. A Aracruz Florestal localiza-se no Estado do Espírito Santo situado na Região Sudeste, com área de 45.597 km², pelas características de relevo e clima, bem como pelas formas de povoamento vinculado à cultura cafeeira. Embora na Sudeste não acompanhou o processo de industrialização, ficando marginalizado quanto ao dinamismo econômico regional.

^{2/} Balandier e Mercier - Diretores de Estudos da Escola Prática de Estudos Superiores - Paris.

b) Estrutura Espacial. A atual estrutura resulta de fatores tais como; condições naturais, formas de povoamento, utilização da terra, política econômica do governo e, recentemente, ampliação do mercado urbano do Sudeste.

O Estado, possui oito microrregiões homogêneas que traduzem as diferenças do quadro natural e das formas em que se deu a ocupação do território.

O Município de Aracruz, sede da Empresa, situa-se na microrregião da Baixada Espírito-Santense, área cuja ocupação efetiva deu-se a partir da década de 40 com a derrubada das matas, comércio de madeira (toras, aparelhamento, carvoejamento, etc), abertura e erradicação de cafezais.

No Município, o ciclo não se completou, atingindo apenas as fases de derrubada e comércio de madeira, principalmente na forma carvoejamento, com agricultura insípida e de subsistência.

As áreas desmatadas ganharam nova utilidade através de matas plantadas de eucaliptos que têm como finalidade produzir matéria prima para fábrica de celulose ali instalada.

As transformações no tipo de atividades produtivas refletiram-se na fundiária com conseqüentes efeitos populacionais, significando uma redução de 10,46% na população rural e um incremento na população total de 22,60% entre os anos 70 a 80. O êxodo rural em grande parte foi absorvido pelos núcleos urbanos.

c) O Trabalho nas Regiões em Vias de Industrialização. Em todas as regiões subdesenvolvidas, que se encontram em fase de industrialização, o desenvolvimento industrial é nelas, em geral, fato recentíssimo e, em zonas muito circunscritas, sempre mal ligadas ao conjunto do país.

Convém lembrar que a industrialização é sempre traumática, apresentando uma gama variadíssima de problemas que vai do surgimento dos apóstolos do naturalismo ecológico a alteração do trabalho costumeiro. Duas séries de fatores, que se combinam e interagem, demonstram um elenco de situações concretas, a saber:

19-De um lado o processo de industrialização assume aspectos diferentes quanto; ampliação e ritmo de expansão, aos tipos de indústrias interessadas e a ordem que se implantam, ao planejamento, ou não, em que se desenvolvem.

No caso concreto da Aracruz, Município e Empresa, o reflorestamento se deu, obviamente, antes da fábrica de celulose, mas o tipo de aproveitamento do solo poderia ter sido outro o que acabaria definindo o tipo de indústria.

20-Do outro lado os contextos pré-industriais, onde se introduz o processo de industrialização, apresentam em certos limites, grande variedade nos níveis de desenvolvimento técnico e nos sistemas econômicos que são caracterizados por sua forma de organização social e revelam-se através de sua cultura e seus valores.

O franqueamento das sociedades tradicionais a processos de desenvolvimento, econômicos e sociais, inteiramente novos se efetua, pelos menos no primeiro momento, sob coação ou ação

externa, ou seja, o contexto não reage por si mesmo à necessidade da mudança, significando dizer que sem a presença de agentes catalizadores as mudanças não se dão.

A estrutura institucional responde mais rapidamente às mudanças. O mesmo não ocorre no comportamento dos segmentos populacionais, gerando uma defasagem considerável, e a maior em- contra-se na dificuldade da adaptação do homem ao trabalho.

- d) Economias Tradicionais e Trabalhos Costumeiros. Não se pode entender as defasagens sem que se conheça os traços essenciais das economias tradicionais e as formas de concepções costumeiras do trabalho.

Assim é que as economias tradicionais identificam-se, por:

. Agricultura, ou extrativismo predador, como atividade dominante.

. Economia de subsistência.

. Inércia e descontinuidade do desenvolvimento técnico.

Resultando as seguintes formas e concepções no trabalho costumeiro:

. Pequeno grau de especialização.

. O trabalhador não age como indivíduo e sim como elemento do grupo.

. Os grupos familiares, de extensão variável, constituem os quadros fundamentais do trabalho.

. O comportamento do trabalhador não decorre da estrutura e sim da opinião, aconselhamento e decisão dos chefes das clãs familiares e líderes religiosos locais.

. O desemprego é preferível à mudança ocupacional que, segundo, os valores do trabalhador possa representar a diminuição "status" profissional.

- e) Análise e Decisão. Diante do quadro crônico em que todas as carências afluem, inclusive as educacionais, por privação de oportunidades como reflexo do contexto sócio-econômico e tendo percorrido as etapas de reflorestamento, quando homem de alguma forma não sofreu impactos tecnológicos, mas apenas institucionais, a Aracruz Florestal defrontar-se-ia com as metas operacionais, claramente quantificadas, de entrega de madeira pelo demarramento da fábrica de celulose, tendo que responder a seguinte questão:

. Qual o nível de mecanização compatível entre o social e o econômico?

A resposta representou a escolha de um processo tecnologicamente avançado, mas permitidor da elevação do nível de emprego e da qualidade de vida no Município de Aracruz.

METODOLOGIA INICIAL DE TREINAMENTO

- a) Antecedentes. Desde o início a ARACRUZ FLORESTAL S/A. estava comprometida com os seguintes objetivos:

. Cumprir programações de plantio, proteção florestal, corte e transporte de madeira, em extensão, volumes e prazos previstos, com o maior rendimento de seus equipamentos, menores custos e, "vis-a-vis" da eficiência e eficácia de seus recursos humanos.

Após longo período de pesquisa empírica, através de visitas e estágios no exterior de seus técnicos, e exaustivos estudos locais, adotou os processos de Exploração Florestais, compatíveis com o seu comprometimento sócio-econômico, que haviam sido desenvolvidos na Suécia e adequados à região pela equipe do Departamento de Exploração Florestal.

Definido o processo de corte e transporte de madeira tornava-se imperioso a formação de mão-de-obra qualificada, capaz de operacionalizar o processo.

- b) O processo Assistemático de Treinamento. Para desenvolver e realizar o treinamento foi contratada uma empresa sueca "especializada" em treinamento e comércio de equipamentos de proteção individual.

O início de formação de mão-de-obra, conduzida pelos docentes suecos reinventou a Torre de Babel. O homem da região já tem extraordinárias dificuldades de se expressar e entender a língua pátria, imaginem tendo que aprender com suecos recém-chegados no Brasil.

Dois instrutores suecos fizeram extraordinários esforços e venceram as dificuldades da língua, em que pese a formação técnica, careciam de formação didática e metodológica.

Depois de marchas e contramarchas, iniciou-se o treinamento destinado à formação de instrutores locais para área de corte e transporte de madeira.

A clientela de treinandos foi obtida, no corte, da seleção entre os recém-formados de Técnicos Agrícolas e, no transporte, entre os encarregados de máquina de silvicultura.

A carga horária em corte, para formação de instrutores foi de 188 horas e no transporte de madeira de 342 horas.

Após conclusão de treinamento, resultou indicação de 10 instrutores de corte, apenas um não era técnico agrícola, e, em transporte, dois encarregados foram aproveitados.

Os resultados foram validados através de testes psicológicos e, segundo parecer da entidade avaliadora, 40% dos aprovados não reuniriam condições para o exercício da função.

A formação de Motosserristas iniciou-se com a clientela obtida de trabalhadores braçais, das atividades de roçada e capina. A carga horária era de 288 horas e a relação instrutor treinando era 1 para 2. Os requisitos de ingresso eram ligados a idade, altura e saúde aparente.

Houve uma evasão de 25% entre os 20 treinandos iniciais.

Este sistema de treinamento vigorou entre julho de 1977 a março de 1978, tendo fixado como Motosserristas apenas 40 treinandos com produção média 80 árvores/dia.

Na formação de operadores de trator florestal ("forwarder" e carregador em separado) a clientela foi obtida entre operadores de máquina pesada (trator de esteira) através de exames psicológicos. A duração de treinamento foi 296 horas por treinando e a relação era 01 instrutor para 04 treinandos, usando uma máquina. Após a conclusão de treinamento o novo operador fazia o ciclo carga/ deslocamento/ descarga em 35 minutos, após 31 dias úteis de treinamento. No mês de março de 1978 só existiam na Empresa 08 operadores.

METODOLOGIA ATUAL

- a) Antecedentes. A Gerência de Exploração Florestal, diante da proximidade da data de demarramento da fábrica e preocupada com os resultados de treinamento, em razão dos volumes disponíveis de madeira para entrega, concluiu que a velocidade de formação de mão-de-obra comprometeria o suprimento de madeira, fragilizando o processo.

A Diretoria, consciente do problema, aproveitando a saída do responsável de treinamento, Engenheiro Agrícola, que retornara à EMATER, empreendeu uma mudança; a admissão de outro profissional, na época, técnico de treinamento com formação nas áreas de ciências humanas e industriais.

O novo responsável, caracterizado por uma visão crítica e muita agressividade, e precisando conhecer o problema, fez uma análise profunda, com a ajuda dos instrutores, diagnosticando o problema redefiniu uma nova metodologia de treinamento operacional.

- b) O Novo Caminho. Na área de corte a relação instrutor/ treinando, na proporção de 1 para 5, nas três semanas consideradas básicas e nas últimas a relação passou de 1 instrutor para 10 treinandos.

A carga horária passou de 266 horas, máxima.

Reforçou a idéia de treinamento altamente individualizado de modo permitir que os mais aptos ingressassem na operação ainda na 5ª semana, ou seja com 240 horas de treinamento.

Ministrou seminário de 40 horas de formação de instrutores,

abordando técnicas de ensino, metodologia, "follow-up" e avaliação, bem como fundamentos de programação, elaboração de conteúdo didático para ensino, enfatizando normas de prevenção de acidentes do trabalho.

Os treinados em motosserra, hoje, ingressam na operação quando estão aptos a cortar 70 árvores/ dia.

No final de 78 a Empresa já contava 260 motosserristas em operação.

Na área de transporte de madeira e reformulação exigiu uma detida análise ocupacional e do posto de trabalho das operações realizadas pelo Trator Florestal e seu Operador, resultando nas seguintes fases de aprendizado:

- 1ª . A máquina e seus principais componentes.
- 2ª . Condução da máquina no carregador.
- 3ª . Movimentação do conjunto lçador de cargas.
- 4ª . Deslocamento da máquina no talhão.
- 5ª . Técnicas de carga e descarga.
- 6ª . Carregamento e condução da máquina em grota.

A cada fase corresponde um objetivo específico com resultados definidos.

A decomposição resultou a fixação de 60 horas de carga horária por treinando, das quais 55 horas são de operação na máquina. O resultado final que habilita o treinando a operador é sua capacidade prática de fazer o ciclo carga/ deslocamento/ descarga, em 40 minutos, no máximo.

Um operador com 1200 horas de trabalho faz o mesmo ciclo com 25 minutos, ou seja 40% menor.

c) Processo de Seleção. Na área de corte os candidatos, do ponto de vista médico, fazem hoje exames ligados a capacidade pulmonar e audiometria, além de aspectos gerais de articulação, com ênfase na região lombar.

No caso de candidatos a operador de trator florestal, o processo seletivo não tem expectativas amparadas em estereótipos, por saber que no contexto sócio-econômico, a formação simbólica escolar é bastante deficiente e que o fato decorreu de carências de oportunidades em função das reduzidas e também das necessidades que o trabalhador viu-se ainda na infância e adolescência.

Uma das premissas de seleção é entender que qualquer contingente humano, que não tenha formação escolar, pode demonstrar aptidão e inteligência, que o trabalho daquele que seleciona é acessar e mensurar aquelas aptidões, que os testes abstratos de inteligência podem mensurar a inteligência virtual e o raciocínio, mesmo entre os analfabetos.

d) Monitores de Treinamento e a Formação de Carreiros. A profissão de motorista dentro do contexto sócio-econômico é aquela que apresenta maior oferta, até pela simplicidade do processo de formação, que está ligada à fase de industrialização do País.

A ARACRUZ FLORESTAL S/A., neste ano, terá um contingente de 338 carreiros e tinha nos seus quadros 132 carreiros. O preenchimento das vagas está se dando por recrutamento interno, tendo em vista que temos 156 motoristas em nossos quadros. O efetivo, hoje, de 300 carreiros se compõe de 60% obtido internamente pela via do recrutamento em treinamento interno. O treinamento é ministrado por Monitores de Treinamento, obtidos dos carreiros de maior experiência, capacidade de verbalização e rendimento profissional sem falhas.

A transformação de Carreiros e Monitores se dá através de treinamento de um mínimo de didática.

Os novos carreiros são treinados por um período de 60 horas.

e) Mobilidade e Nomadismo. O êxodo rural e a posterior fixação do homem na zona urbana, leva que os choques com uma realidade diferente, do ponto vista relação de trabalho/ comando, traga mudanças significativas na vida dos trabalhadores pelas exigências do modelo econômico que a Empresa implantou. A fuga às normas, a busca de uma situação mais favorável de trabalho transformam o contingente em mão-de-obra, marcadamente nômade

e o fenômeno não decorre de sazonalidade, pois que a Empresa tem trabalho permanente.

O fato, entre os qualificados, só acontece com os motosserristas que é fracamente explicado pelo processo de produção muito exigente que acaba exaurindo as energias do homem.

Portanto o treinamento compensa as perdas causadas pelo "turnover", mas o processo de profissionalização do homem como Motosserrista não se completa.

CONCLUSÕES

A retroalimentação ("feed-back") de treinamento demonstra que:

- 1ª . Nenhuma tecnologia, por mais desenvolvida e sofisticada, garante por si só os resultados que dela se espera.
- 2ª . Os programas de treinamento "pret-a-porter" (pronto para ser usado) não devem ser praticados sem uma prévia análise do contexto sócio-econômico-cultural onde se situa a Empresa.
- 3ª . O fato das pessoas possuírem diferentes níveis de embasamento simbólico-cultural não transforma os carentes em pessoas estúpidas ou imbecis.
- 4ª . Toda tecnologia elaborada, não localmente, não se ajusta adequadamente a qualquer contexto, por lhe faltar o "volksgeist" (espírito do povo) decorrente dos fatores de etnia necessárias à sua elaboração e toda técnica é enganjada por refletir o momento histórico do contexto onde se deu.
- 5ª . O profissional estrangeiro, qualquer que seja a origem do país desenvolvido de onde é oriundo, raramente é incompetente, mas quase sempre reflete os interesses da tecnoestrutura de sua origem e que só se revelam através de análises rigorosas.
- 6ª . A aplicação da tecnologia e seus efeitos devem, antecipadamente, ser estudadas por profissionais das ciências sociais para permitir a sua sociometria.
- 7ª . Sem coragem e energia não se altera o ritualismo da verdade aparente que, por força da repetição, ganha foros de verdade incontrastável.
- 8ª . Cabe a elite pensante, onde quer que esteja, cumprir o papel de alavanca impulsionadora do progresso pois que a sua falência ou omissão transferira para o povo o ônus de seus efeitos.
- 9ª . O êxodo rural, causa da mobilidade e nomadismo, representa uma ruptura da "erlebnis" (vivência) que precisa ser revista e revertida, sem o que não haverá estabilidade, nem maturação dos quadros profissionais. O homem que percorreu os processos de qualificação ocupacional deve ter a possibilidade de incorporar e internalizar o novo "status" profissional na medida em que as mudanças, a que se submeteu, devem lhe propiciar uma ascensão nos seus padrões com efetiva melhoria na qualidade de sua vida. Se o fato não se reverter à disponibilidade de mão-de-obra para certos tipos de atividades tenderá a desaparecer, gerando a necessidade de um novo salto tecnológico num País sabidamente carente de recursos econômicos e com grande crescimento demográfico.
- 10ª . O artífice e beneficiário do progresso é sempre o homem na sua dimensão menor, ou seja indivíduo.

Diante das premissas finalizamos com certeza que Aracruz Florestal cumpre honradamente o seu papel econômico-social com bastante empenho.

DEMONSTRATIVO TREINAMENTO

1. CORTE E TRANSPORTE DE MADEIRA

PERÍODO - 1979 a 1981

FORMAÇÃO	INSCRITOS	TREINADOS	CLASSIFICADOS	SITUAÇÃO ATUAL	
				EFETIVOS	TREINANDOS
MOTOSSERRISTAS	1301	946	298	291	80
ENC? MOTOSSERRA	41	37	31	44	5
OP. TRAT. FLORES.	66	62	36	98	6

2. ÍNDICES DE PRODUÇÃO MOTOSSERRISTA (Médio)

EVOLUÇÃO (m³s /t/d *)

ANO	FINAL DE TREIN.		NA CALSSIF.		** NA OPERAÇÃO	
	TEMPO	RENDIM.	TEMPO	RENDIM.	TEMPO	RENDIM.
1979	216 hs	10 m ³	400 hs	14 m ³	200 hs	18 m ³
1980	216 hs	12 m ³	400 hs	16 m ³	200 hs	20 m ³
1981	216 hs	13,4 m ³	400 hs	17 m ³	200 hs	22 m ³

Obs.: * Metro cúbico sólido/tempo/dia.

** Após cinco meses da classificação.

3. TEMPO DE EMPREGO/REMUNERAÇÃO (atual)

DISTRIBUIÇÃO/ANO/SALÁRIO MÉDIO

CARGOS	-01	+01	+02	+03	+04	+05	+06	+10	REMUNERAÇÃO	
									SALÁRIO	PRÊMIO PROD.
MOTOSSERRISTA	11	16	93	90	52	11	07	02	28.056,00	6.500,00
ENC? MOTOSSERRA	-	-	03	11	15	04	01	07	52.946,00	-
CARRETEIROS	174	01	07	13	35	05	04	09	63.566,00	-
ENC? CARRETEIROS	21	-	02	01	03	-	02	-	80.355,00	-
ENC? TRAT. FLORES.	-	-	-	-	-	01	-	06	77.498,00	-
OP. TRAT. FLORES.	01	03	07	15	14	17	03	37	52.164,00	4.600,00

QUADRO DEMONSTRATIVO DE PROMOÇÕES NA EMPRESA

A M O S T R A G E M																								
C A R G O S																								
	AJ. PRODUÇÃO	ENC. TURMA	AUX. ESCRITÓRIO	TRATORISTA	CARRETEIRO	ENC. MÁQ. FLORESTAL	CP. MÁQ. FLORESTAL	SUPERVISOR DE CORRE	ENC. DE CARRETEIROS	ENC. DE MOTOSERRISTA	LUBRIFICADOR	MOTOSERRISTA	OFICIAL MANUT. CIVIL	ENC. DE MANUTENÇÃO	ASS. ADMINISTRATIVO	MECÂNICO	ESCRITURÁRIO	SUP. DE SILVICULTURA	ELETRICISTA MANUTENÇÃO	ENC. DE PESQUISA	CP. MÁQ. PESADA	AUX. ADMINISTRATIVO	CP. PICADOR FLORESTAL	TOTAL
AJ. PRODUÇÃO	55	47	03	39	-	-	19	-	-	03	68	314	11	01	-	02	-	-	02	01	13	-	09	527
AJ. PESQUISA	-	02	02	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	08	-	-	-	13
ENC. DE TURMA	-	-	01	01	-	03	03	02	-	12	-	02	-	05	-	01	-	08	-	02	-	-	-	40
AUX. ESCRITÓRIO	-	-	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-	-	-	-	03	-	-	03	-	17	-	25
TRAT. AGRÍCOLA	-	02	-	-	-	-	55	-	-	-	-	-	-	01	-	02	-	-	-	-	11	-	38	109
MOTORISTA	-	-	-	-	77	-	03	-	-	-	01	-	-	04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85
ENC. MÁQ. FLORESTAL	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	02
CP. MÁQ. FLORESTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	02
SUP. DE CORRE	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01
ENC. DE CARRETEIROS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENC. MOTOSERRISTA	-	-	-	-	-	01	-	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	03
LUBRIFICADOR	-	-	-	-	-	-	03	-	-	-	-	-	-	03	-	01	-	-	-	02	-	-	-	09
MOTOSERRISTA	-	02	-	-	-	-	-	-	-	08	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	11
OFIC. MANUT. CIVIL	-	-	-	01	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	03
ENC. MANUTENÇÃO	-	01	-	-	02	03	02	01	01	-	-	-	-	02	01	-	01	-	-	01	-	-	-	15
ASS. ADMINISTRATIVO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	01
MECÂNICO	-	01	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	03	-	-	-	01	-	-	-	-	-	06
ESCRITURÁRIO	-	-	-	-	-	-	-	02	-	-	-	-	-	03	-	-	-	-	-	01	-	-	-	06
SUP. SILVICULTURA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01
ELET. MANUTENÇÃO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
ENC. PESQUISA	-	-	01	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	-	03	-	-	-	-	-	-	05
CP. MÁQ. PESADA	-	-	-	-	01	20	01	-	-	-	-	-	-	03	-	02	-	-	-	-	-	-	-	27
AUX. ADMINISTRATIVO	-	-	02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	01	-	-	-	-	-	-	03
CP. PIC. FLOREST.	-	-	-	-	-	-	13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	13
TOTAL	55	56	09	41	79	09	119	07	03	27	10	316	11	22	05	10	05	12	04	15	27	18	47	907
OUTROS	-	06	15	02	-	-	01	01	-	02	07	-	04	08	04	17	01	02	-	-	-	02	-	72
TOTAL FINAL	55	62	24	43	79	09	120	08	03	29	17	316	15	30	09	27	06	14	04	15	27	20	47	979

LITERATURA CONSULTADA

FRIEDMAM, D. & NAVILLE, P. et al. Tratado de sociologia do trabalho. São Paulo, Cultrix, 1973. 2 v.

MANN, P. Métodos de investigação sociológica. Rio de Janeiro, Zahar, 1979. 200 p.

BASTOS, L. et al. Manual para elaboração de projetos e relatórios de pesquisa, teses e dissertações. Rio de Janeiro, Zahar, 1979, 117 p.

FREGE, G. Lógica e filosofia da linguagem. São Paulo, Cultrix, 1978. 157 p.

CASTRO, C. Estrutura e apresentação de publicações científicas. São Paulo, Câmara Brasileira do Livro, 1976. 70 p.

CERQUEIRA, L. A. & OLÍVIA, A. Introdução à lógica. Rio de Janeiro, Zahar, 1980. 110 p.

JESSUP, G. & JESSUP, H. Seleção e avaliação no trabalho. Rio de Janeiro, Zahar, 1979. 134 p.

IBGE. Sinopse preliminar do censo geográfico; IX recenseamento geral do Brasil. Rio de Janeiro, IBGE, 1981. 34 p. tab.

MORGAN, J. S. Administração da mudança. Rio de Janeiro, Zahar, 1976. 253 p.

HANDY, C. B. Como compreender as organizações. Rio de Janeiro, Zahar, 1978. 498 p.

Aspectos Dendrométricos e de Aproveitamento de Madeira, no Corte e em Serrarias, em Primeiro Desbaste de *Pinus* Tropicais

WILSON DE OLIVEIRA CAMPOS
LUIZ ROBERTO CAPITANI
GERALDO ÉRICO SPELTZ
WALTER DISSMAN
Reflorestadora Sacramento "RESA" Ltda.
MILTON DE ASSIS NEVES
Acadêmico do Curso de Eng. Florestal — ESALQ
— USP

I - INTRODUÇÃO

No período de 1.971 a 1.975, foi implantado na Região de Sacramento - Minas Gerais, uma área de 18.000 ha com espécies de *Pinus* tropicais, estando hoje toda a floresta com idade entre 7 e 11 anos, tendo atingido portanto a idade própria para desbastes (VEIGA - 1976).

As várias técnicas de desbastes difundidas no país apresentam características próprias para serem aplicadas nas condições em que foram criadas.

Vários métodos foram testados, visando escolher aquele mais econômico, aliado ao desenvolvimento futuro do povoamento (SIMOES - 1.974).

Dentre as diversas opções de utilização de madeira de *Pinus*, provenientes de primeiro desbaste destaca-se a produção de cavacos com várias utilizações, carvão e madeira serrada.

Para as condições do presente estudo, em que a madeira serrada apresenta melhores possibilidades de comercialização que a madeira roliça para cavaco, torna-se necessário desenvolver métodos de desbaste que proporcione maior porcentagem de madeira para serraria em primeiro desbaste.

Devido rendimento em madeira serrada estar diretamente relacionado ao diâmetro, comprimento e concidade da tora, e a madeira obtida em primeiro desbaste apresentar diâmetros pequenos e limitações de comprimento da tora, devido à presença de tortuosidades no fuste, os custos de produção de madeira serrada podem apresentar-se altos, tornando a atividade ante-econômica.

Visando verificar as proporções de madeira obtida de povoamentos de *Pinus oocarpa* em primeiro desbaste e os rendimentos em madeira serrada por comprimento e classe de diâmetro, foi desenvolvido o presente estudo em povoamentos com tres classes de qualidade.

II - REVISÃO BIBLIOGRAFICA

Apesar das empresas madeireiras terem adotado sistemas de desbastes diferentes, conforme suas necessidades, e existir diversos estudos econômicos de diferentes sistemas testados, somente alguns apresentam o tipo, proporções e qualidade de material lenhoso obtido em primeiro desbaste de povoamentos de *Pinus*.

CARNEIRO (1.973), ressalta que desbaste não é um elemento corte de árvores, e que os critérios devem ser muito bem estudados e pesquisados, não só sob o aspecto do momento exato a se efetuar o desbaste, mais também quais as árvores a cortar, a quantidade das mesmas e a rotação da espécie por sítio.

BURGER (1), constata com base em vários ensaios realizados na Inglaterra que:

- Quanto mais pesado o desbaste, maior o diâmetro no corte final.
- Quanto mais baixo o desbaste, maior o diâmetro no corte final.
- Quanto mais cedo o desbaste, maior o diâmetro no corte final.
- Um desbaste mais tardio com peso menor, resulta num maior diâmetro no corte final.

BAGGIO (1.978), em levantamento dos sistemas de exploração usados em florestas de coníferas implantadas no sul do Brasil, observa que os rendimentos decrescentes das operações se traduziram em custos por metro estereo ao aumentar a distância entre ramais.

HOFFMANN & THAME (1.970), citado por VEIGA (1.976), baseando-se na comparação dos respectivos incrementos anuais no volume de madeira de *Pinus caribaea* v. *caribaea*, com diferentes taxas de juros, diz que a idade ótima de desbaste para a espécie é 7 anos, para 0,10 de taxa de juros ao ano.

Para *Pinus caribaea* v. *hondurensis*, a idade ótima de corte é 6,48 anos, para a mesma taxa de juros de capitalização contínua de 0,10 ao ano.

STHOR (1.981), avaliação técnica e econômica de dois métodos de extração no primeiro desbaste em *Pinus*, adotou o desbaste sistemático a cada 6a. linha e seletivo tipo baixo, entre os ramais, retirando 45,7 por cento das árvores, produzindo um volume de 108,0 m³ / ha.

FABER et alii (1.975), estudando o crescimento e tabelas de produção para *Pinus elliottii* em tres classes de qualidade elaborou tabelas de produção, para áreas basais máxima de 30 e 60 m²/ha e desbaste de 30% e 40% das árvores, considerando um número inicial de 2.300 e 4.000 plantas por hectare.

SIMOES et alii (1.974), em estudo econômico de sistemas de desbastes em povoamentos de *Pinus caribaea* v. *hondurensis* com idade de 7 anos, testando nove critérios de desbaste, concluiu que a quantidade de madeira extraída pelo desbaste não diferiu entre os tratamentos, mas foram superiores ao tratamento em que o desbaste é realizado por baixo, retirando 30% do número de árvores, por ser este um desbaste relativamente leve. Concluiu também que, nas operações de corte e desgalhamento o desbaste mecânico de toda terceira linha mostrou-se mais eficiente e que os rendimentos das operações foram crescentes com grau de sistematização do desbaste. O incremento da área basal durante o primeiro ano após o desbaste não evidenciaram significativamente qualquer tratamento.

COSTA COELHO et alii (1.973), cita os incrementos volumétricos abaixo relacionados, com volume retirado no 1º desbaste aos 7 - 8 anos e no 2º desbaste aos 10 - 11 anos, para *Pinus elliottii* e *Pinus caribaea* v. *hondurensis*.

O espaçamento inicial era de 2 x 2 m, com porcentagem média de extração de 40-45% em cada desbaste.

KROMKA (1.971), apresenta dados informativos sobre desbastes executados em plantações de *Pinus* spp no estado de São Paulo, ressaltando a importância do prévio conhecimento dos diâmetros remanescentes e futuros.

Espécie	Local	IMA (m ³ c/c/ha)	Volume retitado	
			1º Desb.	2º Desb.
<i>Pinus elliottii</i>	Avaré	25	35	65
	Itapetininga	25	32	56
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Casa Branca	7	4	9
	Avaré	40	50	88
	Piracicaba	45	75	95
	Itirapira	30	40	50

III - MATERIAL E MÉTODO

Os povoamentos de *Pinus oocarpa* utilizados para obtenção do material para a presente análise, foram implantados em abril de 1.972, no espaçamento de 3,0 metros entre linhas por 2,0 metros entre plantas, não sendo utilizado adubo ou corretivo no plantio, no Horto Florestal Chapadão do Bugre, localizado no município de Sacramento - Minas Gerais.

Localizado a 19°54'57" de latitude sul, 47°08'51" de longitude oeste e 1.200 metros de altitude, o local apresenta relevo plano, com clima subtropical moderado úmido, com temperatura média anual entre 18° e 20°C e precipitações médias anuais entre 1.400 e 1.800 mm. Os solos dominantes são arenossolos ferrálicos e ferralsolos ácidos, cobertos originalmente por campos altimontanos e cerrado (GOLFARI - 1.975).

Com 8 anos de idade, os povoamentos foram classificados em cinco classes de qualidade, sendo que para o presente estudo, foram coletadas informações de áreas classificadas nas tres melhores classes de qualidade.

Foram testados tres sistemas de desbaste, com dois critérios de toragem, abaixo descritos.

Sistema 1 - Corte sistemático a cada 6a. linha e seletivo nas restantes, remanesecendo 1.110 árvores por ha.

Sistema 2 - Corte sistemático a cada 6a. linha e seletivo nas 1a. e 5a. linhas, remanesecendo 50% das árvores nestas linhas. Remanescentes 1.110 árvores por ha.

Sistema 3 - Corte sistemático a cada 9a. linha e seletivo nas restantes, ao nível de 33%; remanesecendo 1.000 árvores por ha.

Crítérios de Toragem:

a) Desponta do fuste ao limite mínimo de 11 cm sem casca, desgalhamento e toragem obtendo-se aproveitamento máximo para serraria.

b) Toragem com posterior desgalhamento obtendo-se o máximo aproveitamento para Serraria.

Obs, O diagrama abaixo apresenta o diâmetro e flexa mínima admitida por comprimento de tora.

Em cada repetição, foi lançado uma unidade de amostra para determinar as características dos povoamentos.

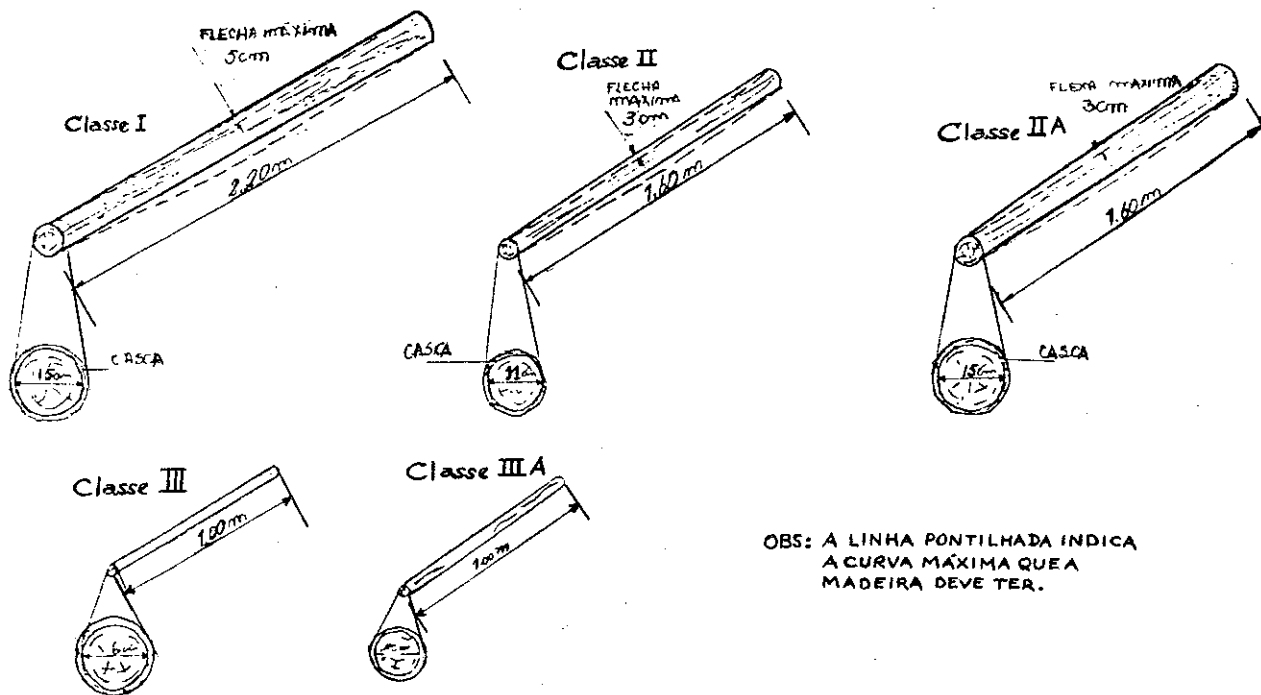
Após empilhamento, foram medidos as dimensões das pilhas e diâmetro com casca e sem casca das pontas dos toretes.

Utilizando-se a fórmula de Smalian, foi determinado o volume com e sem casca dos toretes; obtendo-se por pilha, o volume em esteiros, metros cúbicos com casca e sem casca; fatores de empilhamento e fatores de desconto de casca por comprimento. Calculou-se também o volume de perdas.

Os toretes foram classificados em classes de diâmetro, base ponta mais fina, por comprimento e classe de qualidade da floresta.

Foram obtidas toras para serraria com 1,0; 1,6 e 2,2 metros de comprimento. As toras com 1,6 e 2,2 metros, foram classificados em tres classes de diâmetro, base ponta mais fina. Foram amostradas toras por classe de diâmetro e comprimento, determinado seu volume sólido sem casca e posteriormente desdobradas em serraria automática Moosmayer-Link, para determinar o rendimento em madeira serrada.

IDENTIFICAÇÃO DOS TORETES QUANTO AS CLASSES



IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros dendrométricos, apresentados a seguir, foram obtidos de unidades de amostra com 600 m², lançadas em locais com três classes de qualidade diferentes, com três repetições

Parâmetros	CLASSE DE QUALIDADE			
	I	II	III	
1 - Nº de árvores por hectare	1.406	1.606	1.122	
2 - Diâmetro médio (cm)	16,39	14,31	15,78	
3 - Altura média (m)	10,89	10,03	10,60	
4 - Área seccional média (m ²)	0,02114	0,01608	0,01973	
5 - Área basal (m ² /ha)	29,41	25,74	21,40	
6 - Volume (m ³ c/c)	Individual	0,10792	0,08062	0,10049
	Por hectare	149,88	129,02	108,62
7 - Volume (m ³ s/c)	Individual	0,07738	0,05623	0,07156
	Por hectare	107,35	89,65	77,07
8 - Volume (m ³ s/c)	Individual	0,07313	0,05146	0,06723
	Comercial	101,36	82,29	72,15
9 - Volume (estercoos por hectare)	230,82	198,69	167,28	
10 - IMA (estercoos/ha/ano)	28,85	24,84	20,91	

Com base nos volumes em estercoos e metros cúbicos com e sem casca da madeira obtida foram determinados os fatores abaixo apresentados; por classe de toretê:

I T E N S	CLASSE DE TORETE			
	III	IIIA	II	I
1 - Número de toretos por st c/c	75	36	23	-
2 - Número de toretos por m ³ c/c	122	53	25	16
3 - Número de toretos por m ³ s/c	166	73	46	21
4 - Coeficiente de empilhamento (m ³ c/c st c/c)	0,612	0,688	0,648	-
5 - Coeficiente de empilhamento descontando a casca (m ³ s/c/st c/c)	0,450	0,477	0,495	-
6 - Fator de desconto de casca (m ³ s/c/m ³ c/c)	0,737	0,713	0,760	0,768

Classe III - Toretos com 1 metro de comprimento, com diâmetro mínimo de 6 cm sem casca na ponta mais fina.

Classe IIIA - Toretos com 1 metro de comprimento, com diâmetro mínimo de 11 cm sem casca na ponta mais fina.

Classe II - Toretos com 1,6 metros de comprimento com diâmetro mínimo de 11 cm sem casca na ponta mais fina.

Classe I - Toretos com 2,2 metros de comprimento com diâmetro mínimo de 15 cm sem casca na ponta mais fina.

O quadro 1 e Figura 1 apresentam as proporções de toretos obtidos por classe de diâmetro e por classe de toretê, para as diferentes qualidades dos povoamentos de *Pinus oocarpa*

O quadro 2 apresenta as proporções de volume sem casca obtido por classe de toretê, por tratamento e classe de qualidade dos povoamentos.

O quadro 3 apresenta o volume total retirado em m³ sem casca por hectare, para os diferentes tratamentos, repetições e classe de qualidade da floresta.

Verifica-se pela Figura 1, as proporções de toretos de 1,0 metro para cavaco são aproximadamente iguais nas diferentes classes de qualidade da floresta, e são distribuídos nas menores classes de diâmetro dos toretos.

Os toretos destinados para serraria, estão distribuídos em classes

de diâmetro maiores, e consegue-se maiores de toretos em florestas com qualidade melhor. Pelo quadro 1, verifica-se que obtém-se maior número de toretos para serraria em povoamentos com qualidade melhor.

Observa-se pelo quadro abaixo, que obtém-se maior volume de madeira no desbaste, em sítios com qualidade melhor, para um mesmo sistema de desbaste.

Tratamento	CLASSE DE QUALIDADE	VOLUME RETIRADO	CLASSE DE TORETE			
			III	IIIA	II	I
6a. linha + seletivo	I	24,4	58,77	18,25	17,38	11,67
	II	18,93	63,47	16,85	14,07	7,60
	III	20,23	51,08	18,20	22,17	10,17
6a. linha + sel(1a. e 5a.)	I	21,11	56,20	13,14	22,63	11,97
	II	19,77	55,50	15,30	28,83	8,30
	III	19,62	57,78	16,27	23,32	7,94
9a. linha + seletivo	I	18,62	48,47	22,62	20,73	11,92
	II	16,44	67,77	15,90	15,81	5,08
	III	16,19	53,18	19,47	21,33	7,08

Para os três sistemas de desbaste testados obteve-se maior volume por hectare no corte, utilizando-se o corte sistemático a cada 6a. linha, mais seletivo nas restantes, remanesecendo 60% das árvores, e seletivo na 1a. e 5a. linha remanesecendo 67% das árvores.

Sendo que a proporção de madeira obtida para serraria é aproximadamente igual para os três sistemas testados, não apresentando variação acentuada com a qualidade da floresta.

Observa-se pelo Quadro 3, que obtém-se maior volume por hectare quando a toragem é realizada para a ponta do fuste. Com a toragem ao limite de 11 centímetros, ocorrem perdas de parte do fuste, por sobrar partes que não apresentam comprimento suficiente para utilização.

O quadro abaixo apresenta os rendimentos em madeira serrada, obtido no desdobro, por classe de tora, e classe de madeira serrada.

	CLASSE II (1,6m)				Classe I (2,2m)	
	Ø 11,0-12,9		Ø 13,0-14,9		Ø 15,0-16,9	
	Ø 15,0-16,9	Ø 17,0-18,9	Ø 19,0-20,9	Ø 21,0-22,9	Ø 23,0-24,9	Ø 25,0-26,9
Rend. Total	41,8%	36,0%	52,9%	42,1%	48,7%	49,9%
Proporção P/ Classe de Qualidade	1a.	53,5	63,6	67,1	62,8	71,1
	2a.	20,9	26,5	21,3	23,5	16,7
	3a.	16,4	4,0	10,5	11,9	7,0
	4a.	9,1	5,8	1,0	1,8	5,1

* Madeira obtida de reaproveitamento de costaneira.

Verifica-se que o rendimento em madeira serrada aumenta com o diâmetro de toretê, obtendo-se grande proporção de madeira de primeira.

Verifica-se também que obtém-se pequena proporção de madeira serrada no reaproveitamento de costaneira, sendo que esta proporção é maior diâmetro, com 2,2 metros de comprimento.

IV - RESUMO E CONCLUSÕES

Visando escolher um sistema de desbaste que proporcione maior proporção de madeira para serraria, testou-se em povoamentos de *Pinus oocarpa*, três sistemas de desbaste e dois métodos de toragem em três diferentes classes de qualidade da floresta.

O corte sistemático a cada 6a. linha mais seletivo nas laterais apresenta-se com o melhor, por proporcionar mais volume por hectare no desbaste, retirar menor número de árvores por hectare e apresentar maior rendimento na operação de corte.

Os sítios com qualidade melhor proporcionam maior volume no desbaste, e quando a toragem é realizada da base para a ponta do fuste.

O rendimento em madeira serrada aumenta com diâmetro do toretê, e obtém-se maior proporção de madeira serrada obtida no reaproveitamento de costaneiras.

Os resultados permitiram obter parâmetros dendrométricos e coeficientes para a espécie em questão.

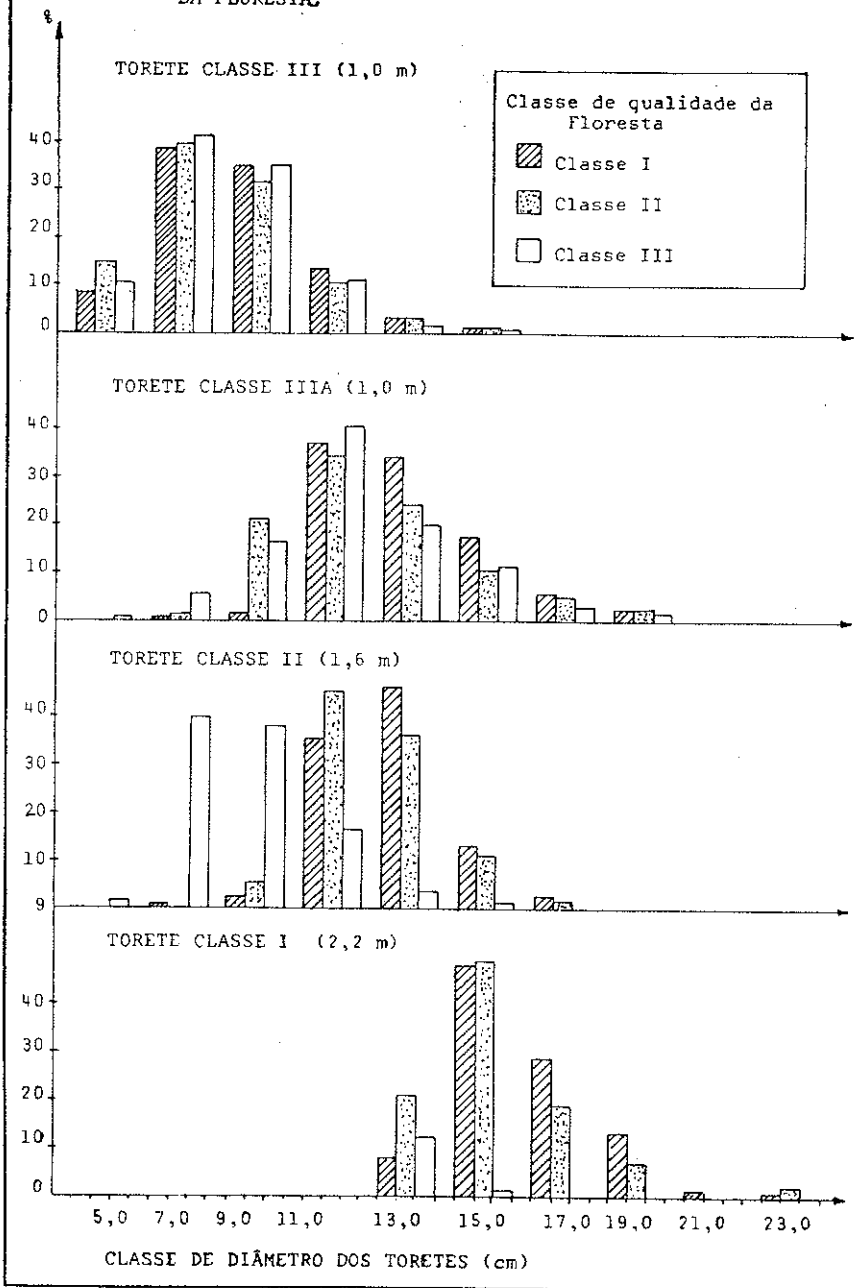
QUADRO 01:- FREQUÊNCIA E PROPORÇÕES DE TORETES OBTIDOS POR CLASSE DE DIÂMETRO, PARA CADA COMPRIMENTO DOS TORETES E CLASSE DE QUALIDADE DO POVOAMENTO.

		CLASSE DE DIÂMETRO											
Classe Qualid.	Classe Comprimento	5,0	7,0	9,0	11,0	13,0	15,0	17,0	19,0	21,0	23,0	TOTAL	
I	III F	589	2757	2488	977	204	69	41	7			7.132	
	%	8,2	38,6	34,9	13,7	2,9	1,0	0,6	0,1			100%	
	III _A F		3	10	302	281	140	44	19	10	2	811	
	%		0,4	1,2	37,2	34,6	17,3	5,4	2,3	1,2	0,2	100%	
II	II F			16	244	320	90	15	4	4		693	
	%			2,3	35,2	46,2	13,0	2,2	0,6	0,6		100%	
	I F					30	183	110	52	5		381	
	%					7,9	48,0	28,9	13,6	1,3	0,3		
III	III F	1091	2856	2265	762	213	66	10	03	00	01	7.267	
	%	15,0	39,3	31,2	10,5	2,9	0,9	0,13	0,04	0,00	0,01	100%	
	III _A F	01	07	130	206	144	64	30	15	05	01	603	
	%	0,1	1,2	21,6	34,2	23,9	10,6	5,0	2,5	0,8	0,2	100%	
III	II F			34	271	215	68	10	02			600	
	%			5,7	45,2	35,8	11,3	1,7	0,3			100%	
	I F				02	27	62	24	09	-	03	127	
	%				1,5	21,2	48,8	18,9	7,1	0,0	2,3	100%	
III	III F	569	2239	1901	584	91	31	12	03			5.430	
	%	10,5	41,2	35,0	10,7	1,7	0,6	0,2	0,1			100%	
	III _A F	4	61	178	430	213	121	32	19	6	2	1.066	
	%	0,4	5,7	16,7	40,3	19,9	11,3	3,0	1,8	0,6	0,2	100%	
III	II F	10	262	251	107	21	7					658	
	%	1,5	39,8	38,1	16,2	3,2	1,1					100%	
	I F	2	18	46	33	14	1					114	
	%	1,7	15,8	40,8	28,9	12,3	0,9					100%	

QUADRO 02:- PROPORÇÕES DE VOLUME SEM CASCA OBTIDO POR CLASSE DE TORETE, POR TRATAMENTO E CLASSE DE QUALIDADE DA FLORESTA.

Classe Qualid.	Tratamentos		B L O C O A				B L O C O B				B L O C O C			
	Desbaste	Toragem*	III	III _A	II	I	III	III _A	II	I	III	III _A	II	I
I	6a linha	A	51,0	9,5	29,3	10,3	64,6	10,5	13,4	11,5	74,1	-	13,8	12,1
	+ seletivo	B	48,8	26,8	11,2	13,1	40,6	26,2	19,4	13,7	73,5	-	17,2	9,3
	6a linha	A	46,8	10,4	29,8	12,9	61,5	14,5	23,5	0,5	47,6	15,8	27,9	8,6
	+ sel. 1a e 5a	B	45,1	21,9	19,9	13,1	68,4	3,1	26,1	2,4	67,8	-	20,6	11,6
II	9a linha	A	51,0	18,3	19,8	10,9	50,3	18,0	23,4	8,3	66,1	-	26,0	7,8
	+ seletivo	B	34,9	10,7	27,3	27,0	46,3	31,1	14,5	8,1	42,2	35,0	13,4	9,4
	6a linha	A	53,1	23,6	18,9	4,3	41,3	24,0	19,4	15,2	79,7	-	12,9	7,4
	+ seletivo	B	75,1	11,2	3,4	10,3	64,8	11,6	19,0	4,6	66,8	13,8	10,8	8,6
III	6a linha	A	54,9	9,1	28,0	2,2	38,4	11,4	34,4	15,8	73,9	-	21,9	4,1
	+ sel. 1a e 5a	B	33,2	29,6	22,6	14,5	50,3	11,1	20,4	18,2	82,3	-	15,7	2,0
	9a linha	A	71,6	11,8	14,7	1,8	49,3	30,3	15,1	5,2	85,8	-	12,6	1,5
	+ seletivo	B	59,6	12,6	24,9	2,8	59,2	8,9	11,9	15,9	81,1	-	15,7	3,3
III	6a linha	A	84,1	4,4	9,1	2,4	43,8	20,1	23,8	12,3	41,1	27,6	27,6	3,6
	+ seletivo	B	59,8	16,5	14,8	8,8	52,7	9,3	26,0	11,9	25,0	31,3	21,7	22,0
	6a linha	A	49,1	13,7	25,3	11,8	62,0	11,5	18,8	7,7	38,0	26,4	28,0	7,5
	+ sel. 1a e 5a	B	71,8	5,1	23,1	0,0	61,3	16,1	16,8	5,8	40,5	24,8	27,9	6,9
III	9a linha	A	61,9	19,0	19,0	0,0	45,7	29,1	17,3	7,9	53,0	6,2	25,1	5,4
	+ seletivo	B	75,9	7,4	13,8	2,8	50,4	28,7	17,1	3,7	32,2	26,4	25,7	15,6

Figura 1: PROPORÇÕES DE TORETES POR CLASSE DE DIÂMETRO E QUALIDADE DA FLORESTA.



QUADRO 03:- VOLUME TOTAL RETIRADO EM m³ SEM CASCA POR HA POR TRATAMENTO E CLASSE DE QUALIDADE DA FLORESTA.

Classe Qualid.	Tratamentos		B L O C O S			MÉDIA
	Desbaste	Toragem	A	B	C	
I	6a linha	A	12,88	21,16	42,07	25,37
	+ seletivo	B	11,82	33,21	25,16	23,40
	6a linha	A	13,77	19,16	30,21	21,05
	+ sel. la e 5a	B	13,93	16,16	33,45	21,18
	9a linha	A	17,95	25,92	13,24	19,03
	+ seletivo	B	13,14	16,32	25,18	18,21
MÉDIA	A		14,87	22,08	28,51	21,82
	B		12,96	21,90	27,93	20,93
II	6a linha	A	17,88	18,27	14,21	16,79
	+ seletivo	B	24,33	23,99	14,88	21,07
	6a linha	A	17,61	14,05	19,00	16,89
	+ sel. la e 5a	B	21,38	27,49	19,11	22,66
	9a linha	A	17,88	14,65	14,62	15,72
	+ seletivo	B	15,58	13,25	22,66	17,16
MÉDIA	A		17,79	15,66	15,94	16,46
	B		20,43	21,58	18,88	20,30
III	6a linha	A	32,44	13,55	12,27	19,42
	+ seletivo	B	21,44	23,28	18,44	21,05
	6a linha	A	20,60	22,22	13,88	18,90
	+ sel. la e 5a	B	8,66	24,11	28,27	20,35
	9a linha	A	11,66	18,81	8,84	13,10
	+ seletivo	B	15,66	12,77	29,44	19,29
MÉDIA	A		21,57	18,19	13,66	17,14
	B		15,25	20,06	25,38	20,23

VI - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 - BAGGIO, A.J., STOHR, G.W.P., Resultados preliminares dos sistemas de exploração usados em Florestas implantadas em coníferas no Sul do Brasil. Revista Floresta Vol. IX (2) Curitiba - PR 1978
- 2 - BURGER, D., Ordenamento Florestal, 3a. Edição - Curitiba - PR.
- 3 - CARNEIRO, J.G.A., Desbastes Florestais. Revista Floresta. Ano IV nº 3 (1.973).
- 4 - COSTA COELHO, L.C., ARRUDA DIAS, R., KRONKA, F.J.N., Características de utilização do material lenhoso proveniente do desbaste de *Pinus* spp. Seminário Paulista de Silvicultura P(31-50) 1.973.
- 5 - FABER, D., GOOR, C.P., HEINSDJK, D., OLDENKAMP, L., KRONKA, F.J.M ASCOLY, B.R., NASCIMENTO, R., Estudo sobre o crescimento e tabelas de produção preliminares de *Pinus elliottii* (Engelm) para o sul do Brasil. Silvicultura em São Paulo 9(87-116) 1.975
- 6 - SIMOES, J.W., BERGER, R., BARBOSA LEITE, N., BERTOLANI, F., NICOLIETO, N., VILLELA FILHO, A., Estudo econômico de Sistemas de Desbastes. Revista do IPEF nº 9. Piracicaba-S.P. 1.974.
- 7 - VEIGA, A.A., CARRÃO FILHO, A.M., Execução de um desbaste em *Pinus taeda*. Silvicultura em São Paulo. Ano 415 (4) 17-21. 1965/66.
- 8 - STOR, G.W.D., BAGGIO, A.J., Avaliação técnica e Econômica de dois métodos de Extração no Primeiro desbaste em *Pinus*. Brasil Madeira nº 52 (37-41) Brasília. maio/1.981.
- 9 - GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do estado de Minas Gerais para reflorestamento. Série técnica nº 3. Belo Horizonte - MG.
- 10 - KRONKA, F.J.N., VEIGA, A.A., Dados Informativos sobre desbastes executados em plantações de *Pinus* spp no Estado de São Paulo. ABCP nº 1 (IV Convenção Anual) São Paulo nov/1.971.

A Produção de Biomassa Florestal na Suécia, Hoje, Comparada com a do Brasil

TOMAS JONSSON

Elof Hansson do Brasil

Summary

Sweden has got no domestic oil production. The costs of the imported fossil fuel to Sweden accounts for approx. 1/4 of the total import value.

Since the mid 70:ies, an intensive development and research program has been initiated to try to create domestic means for energy production. The most realistic and promising alternative is the use of forest residues, which by 1990 is estimated to cover 20% of the total energy need in the country.

Different trends, regarding the choice of raw material, harvesting techniques, transport systems, are to be recognized. The main systems are: 1) energy forest cultivation, 2) stump harvesting, 3) harvesting of residuals, 4) tree part logging, 5) chip harvesting.

All systems (apart from 1) are today implemented in a large scale and on a commercial basis. A further expansion in this field is expected.

Brazil has also got enormous energy demands. The growth potential of the forests, the relative low costs of labour and the long transport distances speak for locally established forests for energy purposes. Aracruz in Espírito Santo has shown the financial advantages by using chips as fuel. With the efficient harvesting equipment (Elof Hansson ABC 8/60) and a well functioning organization, Aracruz saves this way 2/3 of the energy costs.

Let's hope that with proper technique and good planning Brazil and Sweden can increase its domestic biomass production and by doing so reduce the oil bills. Hopefully the experiences and results in the two countries can be exchanged and of value to both.

A Suécia tem uma magnitude de recursos naturais no seu território. Minério de ferro e outros minerais estão sendo explorados e formam a espinha dorsal da nossa bem reputada produção de aço e de equipamentos mecânicos. Nas extensas florestas fornecem a matéria prima para as importantes indústrias de papel e celulose e de madeira. As condições para a agricultura são razoáveis.

Porém, um item crucial que não possuímos é petróleo. A importação necessária de combustíveis fósseis está custando ao país grandes somas - mais que 25% do valor total das importações se refere ao petróleo. Consequentemente, por razões financeiras e estratégicas, o objetivo tem sido um aumento da produção nacional de energia. Este desenvolvimento está sendo feito já há uma década e veremos em seguida quais as alternativas existentes.

Para gerar eletricidade, usinas nucleares e hidrosistemas com represas são viáveis e já existem em grande número. Porém, por razões ecológicas e políticas, não podem ser ampliadas.

Grandes somas de dinheiro têm sido destinadas para pesquisas referentes à produção de energia proveniente de vento, ondas e sol. Há muitas dúvidas quanto ao potencial real dessas fontes de energia. Na Suécia não há depósitos de carvão aproveitáveis.

A probabilidade de um desenvolvimento significativo da produção de biomassa florestal é boa. Como a metade da área do nosso país está coberta de florestas, a matéria prima

existe. Cientistas de Forestry College afirmam que é técnica, econômica e biologicamente possível de colher 25% adicionais de fibras em forma de tocos, galhos, topos e árvores pequenas (17 milhões de m³ sólido de biomassa). Topos, galhos e tocos, após o corte final, são em volume altamente importantes (19 milhões de m³ sólido).

A exploração de turfa, em terras pantanosas, também está considerada promissora, porém tem pouca aplicação para as condições brasileiras, motivo pelo qual está sendo deixada de lado.

Gostaria agora de demonstrar e descrever as diferentes tendências e técnicas atualmente usadas na Suécia para aproveitamento da biomassa florestal.

Há dois ou três anos, as primeiras experiências, no campo, com florestas energia foram estabelecidas. O conceito deste método novo e inconveniente é a criação de florestais de espécies pioneiras de rápido crescimento, que possam ser cortadas após 3-5 anos.

O objetivo principal dessas plantações experimentais é documentar todas as operações e cuidadosamente acompanhar os resultados das mesmas. Perguntas a serem respondidas se referem ao seguinte:

- De que maneira o solo precisa ser preparado e como o solo e o lençol d'água reagem em relação às plantações de floresta energia?
- Quais as espécies mais indicadas?
- Qual o espaçamento que cria o incremento mais alto e as melhores condições para o corte?
- Que espécies de nutrientes devem ser aplicadas e a que intervalos?
- Qual a melhor época para corte e como deve ser o procedimento?, etc.

Um grande número de conclusões já foram tiradas. Os melhores locais para florestas energia são os pantanos ou terras já cultivadas anteriormente. As propriedades de solo permitem uma construção relativamente fácil de drenagem, plantações e corte mecânicos. Espécies de incremento alto foram determinadas. *Salix aquatica* e *S. viminalis* parecem crescer bem na Suécia. As doses necessárias de fertilizantes são conhecidas. Calcário deve ser aplicado a fim de conseguir um pH de, no mínimo, 5,5. Durante a fase inicial, uma quantidade adicional de fósforo, cálcio e microelementos é dada. Em seguida, a filosofia consiste em suprir nutrientes a medida que as plantas necessitem, o que significa pequenas doses frequentes e variando durante o período de crescimento e com a idade das plantas.

Hoje, pensa-se que é conveniente plantar 10-20.000 mudas por hectare, o que proporciona o melhor rendimento e as melhores condições de corte.

Técnicas de uma colheita mecanizada ainda não foram experimentadas numa escala prática; porém, já existem na prática.

O rendimento anual equivalente a 6 toneladas de óleo por hectare e ano foi medido e parece promissor. Muitos detalhes, porém, precisam ser investigados com mais minúcia antes que as florestas energia possam ser consideradas como uma forma estabelecida de suprimento de energia.

O corte de tocos tem sido praticado há mais de 7 anos. A falta de fibras para as indústrias suecas de celulose, assim como a demanda crescente de cavacos para fins energéticos, estimularam o desenvolvimento desta técnica. O volume consideravelmente grande dos tocos, isto é, 15-30% do volume total da árvore, e as condições favoráveis de operação após o corte final, inspiraram algumas companhias florestais a entrar neste campo.

Escavadores com um equipamento especial tiram os tocos do solo e os empilham. Para diminuir o volume de material não desejado (assim como pedras, terra, etc.), os tocos são cortados em pedaços menores com uma faca extra dura.

Normalmente, os tocos são deixados no campo por algum tempo, a fim de permitir uma lavagem natural, e são depois transportados por "forwarders" e caminhões especialmente projetados. Antes da picagem, que é feita em terminais, é necessário limpar os tocos novamente.

A Suécia já recebe, hoje, algum suprimento marginal de cavacos desta maneira. Os cavacos são produzidos a um custo alto e a limpeza e picagem são tecnicamente difíceis. Como efeito lateral positivo, o corte dos tocos dá melhores condições para o plantio e menores riscos de ataques de insetos (*Hylobius abietis*).

Cinco milhões de m³ sólido de madeira é considerado um volume viável de aproveitamento de tocos, anualmente.

Um outro método de produção de cavacos a partir de resíduos é de colher topos, galhos, etc. após o corte final mecanizado. Os processadores atualmente em uso na Escandinávia deixam grandes pilhas de resíduos atrás. Com "forwarders" mais ou menos convencionais, este material é transportado até a estrada onde pode ser picado ou transportado até um terminal. O transporte rodoviário de material não picado é muito caro, devido às propriedades volumosas dos resíduos. Para comprimir os galhos e topos nos caminhões ainda não existem dispositivos eficientes. Assim sendo, a tendência é de picar os resíduos à beira da estrada e transportar os cavacos. Nossa associada na Suécia está construindo um picador para trabalhar à beira da estrada, sem operador, controlado via rádio, e que funcionará da seguinte maneira:

Quando o "forwarder", carregado com resíduos, se aproxima da estrada, o operador aciona o picador por controle remoto. A descarga é feita diretamente no picador. Os cavacos são soprados para containers prontos para serem carregados em semitrailers. Isto será um método barato e eficaz.

As vantagens da picagem num terminal são: uma boa capacidade de armazenagem, uma alta eficiência do picador e a possibilidade de misturar ou peneirar o material. Porém, isto não compensa os transportes extremamente caros e as operações adicionais envolvidas.

Entre as grandes companhias florestais suecas existe hoje um interesse sincero em aproveitar partes da árvore. A filosofia e as condições atrás deste sistema são as seguintes:

- A Suécia possui grandes áreas cobertas com florestas que precisam de desbaste;
- Os custos do corte convencional, semi-mecanizado com motosserra, em florestas jovens são altos;
- Nenhum método inteiramente mecanizado tem provado funcionar satisfatoriamente em desbastes;
- Da parte da indústria de celulose e dos produtores da energia existe uma demanda grande de matéria prima.

O procedimento, quando se trata de aproveitamento das partes da árvore, começa pela abertura de um carregador e depois as árvores selecionadas são derrubadas. Desgalhamento e traçamento não são efetuados. Um "forwarder" com uma grua comprida (alcance 10-12 m), equipada com uma garra com serreta, traça, carrega e transporta as árvores até a estrada. Com esta técnica, as operações demoradas - corte dos galhos e empilhamento manuais - na floresta, foram eliminadas.

Os caminhões destinados ao transporte rodoviário têm um dispositivo especial para comprimir as partes volumosas das árvores. A experiência adquirida indica que este sistema se torna anti-econômico quando a distância de transporte ultrapassa 100-150 km.

Na fábrica, as partes das árvores são colocadas num tambor rotativo onde serão descascadas e desgalhadas. A casca, os galhos e pedaços pequenos são utilizados para queima, o resto é aproveitado para produção de celulose.

Os problemas ainda não solucionados, com esse sistema, são:

- Os caminhões não recebem carga máxima;
- A medida e o valor desta nova qualidade de madeira não foram estabelecidos.

Da parte das grandes companhias florestais existe uma convicção de que o aproveitamento das partes das árvores será uma alternativa para o manejo econômico das florestas jovens, assim conseguindo a necessária matéria prima adicional para vários fins.

Finalmente quero descrever o sistema móvel de produção de cavacos, uma maneira de grande reputação e bastante difundida de produzir cavacos para fins energéticos.

Os resíduos empilhados em grandes pilhas, após o corte final mecânico, significam boas condições de trabalho para o picador. Normalmente, há um intervalo antes da picagem. Isto para permitir que as folhas caiam dos galhos, fertilizando o solo. Recomendações foram publicadas quanto aos lugares e épocas em que topos e galhos não devam ser colhidos. Acredita-se que em solo extremamente seco e arenoso, a retirada de matéria orgânica exerce uma influência negativa. Este ecotipo é, porém, raro na Suécia.

O picador móvel merece uma descrição detalhada. Normalmente o picador é acoplado a um "forwarder", a fim de assegurar as operações sob diversas condições de terreno e tempo. A alimentação é feita através de uma grua para uma mesa alimentadora bem dimensionada. O picador é do tipo de tambor, normalmente com um diâmetro de 1.000 mm. Os cavacos são jogados e soprados até um container montado na parte posterior do "forwarder" e, ao descarregar, o container pode bascular os cavacos num container maior no caminhão. O picador é acionado através de um motor separado.

Algumas condições têm que ser preenchidas para que esta unidade, operada por um só homem, possa funcionar eficientemente.

- A estrada deve ficar perto da área de trabalho para minimizar o tempo de transporte em terreno;
- Os containers demandam espaço e devem ser colocados inteligentemente, a fim de possibilitar carregamento e transporte independentes;
- O picador deve ser equipado com rádio para assegurar o contato com a oficina, os caminhões e supervisores;
- A área de trabalho precisa ser razoavelmente grande (>3 ha) para minimizar o tempo de traslado entre os objetos.

Testes e cálculos científicos e controles práticos do arrançamento com relação a todos os métodos existentes indicam claramente que picadores móveis são as unidades mais econômicas para produção de biomassa refinada para fins energéticos.

Já descrevi os métodos correntes, os equipamentos e as idéias sobre produção de biomassa florestal na Suécia hoje. Vamos agora voltar ao Brasil e dar uma olhada breve na situação aqui.

O Brasil tem uma área terrestre enorme e uma população grande. Esses dois fatores certamente indicam que o país tem potencial e grandes perspectivas. Ambos os fatores, porém, também significam grandes demandas de, entre outras coisas, petróleo. Ao meu modo de ver, a consciência dos custos e da dependência da energia é bem difundida neste país e, em vários campos, medidas práticas foram tomadas para alterar a atual situação. Os depósitos de carvão no sul do país estão sendo explorados numa escala maior, os gigantescos hidrosistemas estão em andamento e até usinas nucleares estão sendo inauguradas.

Produção de biomassa florestal para fins energéticos, no Brasil, tem também recebido a devida atenção e diversas companhias já estão envolvidas, com êxito, neste campo. Apesar de eu ter pouca experiência aqui, posso sentir que muitas outras empresas também já estão no estágio de planejamento e construção, e desejo a todas elas um grande sucesso.

Para ilustrar o potencial no campo de biomassa aqui, tomo a liberdade de descrever Aracruz em Espírito Santo, que para mim simboliza um projeto bem planejado, executado e equipado.

Como todos sabem, as indústrias de celulose usam muita energia. Este fato básico era óbvio para os diretores e consultores da Aracruz. Com uma previsão inteligente, planejaram e construíram, desde o início, as instalações para produção de energia a partir de cavacos. Quanto ao equipamento, entraram em contato com Elof Hansson e nós fornecemos os picadores móveis ABC 8/60. Hoje, têm 19 unidades em operação, produzindo cavacos e energia barata para a indústria. Esperamos que o exemplo da Aracruz possa inspirar e ensinar a outros consumidores de energia a explorarem as riquezas adormecidas das florestas brasileiras.

Concluindo, vamos observar alguns fatos a respeito das condições comuns e únicas quanto à energia, na Suécia e no Brasil, hoje.

Suécia

- necessita de muita energia para aquecimento e ventilação (> 30% do consumo total de óleo);
- requer energia em quantidades desiguais durante o ano. A demanda maior acontece exatamente quando a produção de biomassa é mais difícil;
- tem madeira e turfa como reservas exploráveis de energia;
- tem custos extremamente altos de mão-de-obra e, por isso, introduziu sistemas altamente mecanizados e de grande investimento para colheita de biomassa florestal;
- já tem receptores de cavacos relativamente perto das áreas de produção e pode, portanto, entregar um material bastante volumoso (leia: cavacos);
- permite um comprimento de 24 metros dos caminhões, o que significa maiores cargas por viagem;
- tem um rendimento médio de madeira por hectare de 3-4 m³ sólido por ano.

Brasil

- precisa de energia em grande escala para uso industrial e para transporte;
- tem um consumo de energia bastante regular durante todos os meses do ano;
- ainda tem um potencial para hidrosistemas e para uma produção maior de carvão, assim como de biomassa florestal;
- tem custos relativamente baixos de mão-de-obra e está, consequentemente e corretamente, trabalhando com menor automatização na colheita de biomassa;
- tem uma tendência de ter que refinar (leia: peletizar) a biomassa a fim de permitir transportes mais longos;
- tem normalmente caminhões "pequenos", o que torna o transporte mais caro;
- tem a sorte de possuir florestas que rendem 5-10 vezes mais que as suecas.

A Motosserra na Exploração Florestal — Aspectos Ergonômicos no seu Uso — A Segurança e a Medicina do Trabalho

ELISEU LACERDA
Universidade Federal do Paraná

Resumo

Trata-se de uma COMUNICAÇÃO daquilo que o autor vem realizando no sentido de u'a maior conscientização do setor, com fins à melhor adaptação do HOMEM AO TRABALHO e, sobretudo, do TRABALHO AO HOMEM.

As necessidades, no 2º aspecto, TRAB/HOMEM, são:

- Racionalização da jornada de trabalho
- Adaptações dos períodos de descanso a cada tempo curto de trabalho efetivo
- Aplicação plena dos princípios da ERGONOMIA, com fins a diminuir os acentuados aspectos de ALTOS RISCOS no trabalho com a motosserra, destacando:
 - 1-Ruídos
 - 2-Vibrações
 - 3-Posição de trabalho
 - 4-Altos riscos inerentes ao processo
 - 5-EPIs

No 1º aspecto, as necessidades prioritárias são:

- 1-Aporte calórico diário
- 2-Obediência às Leis no que diz respeito à faixa etária
- 3-Qualificação e Treinamento.

I. INTRODUÇÃO:

O presente trabalho visa demonstrar a necessidade de maiores cuidados no uso da motosserra. É fruto de várias observações no campo e na oficina, com especial atenção aos seguintes aspectos:

I.1. Minimizar os Riscos Profissionais: 1

Isto é, aqueles decorrentes de condições precárias, inerentes:

- 1.a. ao ambiente
- 1.b. ao processo
- 1.c. à máquina

os quais são capazes de afetar:

- 1.1. a saúde
- 1.2. o bem-estar
- 1.3. a segurança
- 1.4. a produção
- 1.5. a produtividade

Sempre que elaboramos um Plano de Trabalho, dois aspectos são observados:

1.A. Adaptação do HOMEM ao TRABALHO.

O porte físico, o treinamento, a alimentação e outros parâmetros são levados em conta quando se procura esta adaptação do HOMEM ao TRABALHO.

Pesquisa realizada pelo autor, no Paraná, mostra o seguinte quadro de faixa etária por serviço executado na floresta de Pinus (procurou-se a mínima idade para o máximo esforço físico):

- 1.A.1. de 8 a 10 anos: auxiliar de motosserrista
- 1.A.2. de 10 a 12 anos: machadeiro no desgalhamento
- 1.A.3. de 14 a 16 anos: motosserrista (inclusive mulheres)

Ora, se levarmos em conta os Riscos citados em 1 (a, b, c) e mais os aspectos legais que a

situação envolve (inclusive a não observância das Normas Técnicas), concluímos que há necessidade de melhores procedimentos com respeito à adaptação do HOMEM ao TRABALHO.

1.B. Adaptação do TRABALHO ao HOMEM.

É o princípio da ERGONOMIA.

Estudada sob os aspectos da Antropometria (dimensões, formas, pesos, etc) além da habilidade, capacidade e limitações do ser humano, procura a ERGONOMIA, auxiliada pela:

Fisiologia
Medicina Industrial
Física
Anatomia

Estatística e outros ramos do conhecimento humano, promover a perfeita adaptação do TRABALHO ao HOMEM.

I.2. O segundo aspecto ao qual voltamos a nossa atenção foi o de levantar dados estatísticos em Exploração Florestal, visando criar subsídios que possibilitem uma segura orientação no sentido de estimular a perfeita PREVENÇÃO DE ACIDENTES E DE DOENÇAS OCUPACIONAIS.

No Brasil há cerca de 900 mil tuberculosos ² (quadro típico de povo subnutrido) e estatísticas demonstram que quase a metade dos operários trabalha sob "fadiga crônica"; isto significa que o primeiro passo a adotarmos para perfeita prevenção de acidentes (e de doenças ocupacionais) é alimentarmos bem o operário.

O número de motosserras, no Brasil, em 1981, era de 250.000, com cerca de 200.000 em plena atividade. Entram no mercado cerca de 70.000/ano, as quais, em sua maioria, servirão para substituir as usadas. Se considerarmos que a metade trabalha com, pelo menos, 1 ajudante, teremos uma população mínima de 300.000 operários carentes de melhor atendimento.

Considerando-se, ainda, a estatística que mostra a seguinte POSSIBILIDADE DE OCORRÊNCIA DE ACIDENTES COM MOTOSSERRISTA:

Parte do Corpo	Possibilidade	% do Corpo
a. Cabeça, pescoço e olhos	29,5 %	10
b. Tronco (frente e costas)	1,7 %	36
c. Membros Superiores	48,7 %	18
d. Membros Inferiores	20,1 %	38

estes dados refletem a necessidade de maiores cuidados quando da Programação de Trabalho com a motosserra.

Neste quadro, excluímos os danos causados pelo ruído:

- a. ao aparelho auditivo
- b. ao sistema nervoso
- c. ao sistema cardio-circulatório
- d. fadiga
- e. queda na produção
- f. acidentes e doenças ocupacionais, específicos.

E apenas 0,6% dos operadores usam tampão de ouvido, efetivamente.

II. DESENVOLVIMENTO DO TRABALHO:

Estudos realizados pelo autor, por ocasião do 3º Curso de Atualização em Exploração Florestal, na Fazenda Canguiri, no Paraná, mostraram que o aporte calórico para o operário florestal, em todas as suas atividades é, em média, muito elevado.

Sabemos que, dentro da Classificação Internacional do Trabalho — Muito Grande, Grande, Moderado e Pequeno — o uso de motosserras, em termos de aporte calórico necessário está:

- acima da do machadeiro (corte)
- abaixo da do empilhador (baldeio)

Ora, nas condições atuais de alimentação e de jornada de trabalho, é irracional uma Programa-

ção de Trabalho que atribua ao motosserrista a tarefa de carregar e empilhar, manualmente, as toras.

Com base nos cálculos obtidos neste estudo, chegamos à conclusão de que o aporte calórico necessário, dentro da Classificação do Trabalho Florestal³ é o seguinte:

1. Muito Grande (4.500 cal/d)	carregar toras em acíves carregar mudas em acíves puxar cabo do guincho florestal subir em árvores (coleta sementes)
2. Grande (4.100 cal/d)	uso de motosserras uso de serras manuais
3. Moderado (3.200 cal/d)	Uso do machado roçada manual plântio manual condução de tratores
4. Pequeno (3.000 cal/d)	conserto e revisão de equipamentos trabalhos gerais de viveiros.

Como a nossa preocupação era voltada ao trabalho a ser recomendado ao motosserrista, os dados de necessidade de aporte calórico foram levantados com este profissional.

III. PROCEDIMENTOS:

Foi usada motosserra de peso médio (6,8 kg, líquido), e operador com 80 kg, treinado.

No cálculo de Índice de Rendimento do Pulso, o valor encontrado foi de IRP = 4,08.

Pulsção normal (real) PR = 87.

Pulsção média de trabalho PT = 151,66

Nestas condições, o aporte calórico necessário foi de 10,54 cal/min.

O operador realizou todas as tarefas necessárias à obtenção da madeira, até o empilhamento:

Preparo — derrubada — desgalhamento — traçamento — carregamento — empilhamento — paradas técnicas — descanso.

Local: Fazenda Canguiri, Quatro Barras, Paraná.⁴

Considerando-se que um homem normal necessita de 1.700 cal/d para as demais atividades, o que, para a realização deste trabalho efetivo de derrubada, desgalhamento, traçamento, carregamento e empilhamento, ele consome de 4 a 5 horas por dia, o seu aporte calórico diário, mínimo, deverá ser de, aproximadamente, 4.230 cal.

De acordo com as observações, as atividades que mais desgastaram o operador foram, na ordem:

- carregar e empilhar toras, manualmente
- desgalhar
- traçar
- derrubar
- demais tarefas (abastecer, etc).

Com a ajuda de um Decibelímetro comum, para medição de ruído contínuo, foram levantados os níveis de pressão acústica gerados pelo modelo de motosserra usado

Considerou-se a distância menor entre a fonte e o ouvido do operador, o qual, para plena segurança, trabalhou com tampão de ouvido tipo concha.

Foi registrado o nível de ruído em 102,0 dB para os pontos de alta rotação, o qual se tornou por base para o trabalho do motosserrista.

IV. CONCLUSÕES:

a) Sendo a carga e o empilhamento as operações mais desgastantes na fase de obtenção da madeira (derrubada até o empilhamento) e considerando-se que a motosserra exige esforço físico Grande por parte do operador e, tendo em vista, ainda, que, no Brasil, os operadores de motosserra são, em geral, mal alimentados:

Não devemos atribuir-lhe uma Programação que exija a carga e o empilhamento manuais.

b) O Módulo de Produção para esta Fase deve ser formada por:

- 1 motosserra
- 1 motosserrista
- e, no mínimo, 1 ajudante ou 2 ajudantes, caso em que executarão, entre outras, a tarefa do empilhamento (ou embandeiramento).

c) O ruído causado pela motosserra foi de 102,0 dB, no ouvido do operador, o que significa um valor de 17,0 dB acima do permitido por Lei e que é determinado pelas Normas Técnicas, para a atual e usual jornada de trabalho, sem auxílio de tampão de ouvido.

d) Os EPIs necessários aos motosserristas são:

EPI	DEPRECIÇÃO	NECESS./ANO	CUSTO/ANO
Capacete c/Tampão e Protetor	12 meses	1	1.900,00
Botas	6 meses	2 pares	8.000,00
Luvas	4 meses	3 pares	3.900,00
Calças	6 meses	2	8.400,00
TOTAL:			Cr\$ 22.200,00

Na base de 1.920 horas trabalhadas por ano, com estes equipamentos, teremos o custo de Cr\$ 11,56/h, o que representa apenas 3,1% do custo da motosserra + motosserrista.⁵

Nota-se que uma blusa ou camisa com reforço é EPI dispensável para motosserrista.

Por outro lado, o tampão é o equipamento mais importante de proteção.

Para melhor compreensão desta importância, em termos legais, o motosserrista só poderia trabalhar, por dia:⁶

- com a motosserra mais ruidosa: 15 minutos
- com a motosserra menos ruidosa: 45 minutos

Jornada real de trabalho, atualmente: 480 minutos, ou 32 vezes mais.

Jornada real de trabalho efetivo: 360 minutos, ou 24 vezes mais.

V. RECOMENDAÇÕES:

V.1. A Programação ideal para esta Fase de Exploração deve prever a participação de, no mínimo, 1 ajudante para cada motosserrista.

V.2. Para atender a necessidade do aporte calórico ideal do motosserrista, em clima temperado, peso de 65 kg, recomendamos a seguinte dieta/dia:⁷

2.a. valor calórico total:	4.058,85 cal
2.b. hidrato de carbono:	596,76 g
2.c. proteína	177,63 g
2.d. lipídio ou gorduras:	106,81 g

os quais serão consumidos em:

arroz	200 g
feijão	100 g
carnes	300 g
massas	60 g
farinha	50 g
vegetal A	150 g
vegetal B	150 g
vegetal C	150 g
frutas A	150 g
frutas B	150 g
doces industr.	50 g
pão	150 g
leite	1,0 l
açúcar	50 g
ovos	2 u
óleo comest.	50 ml

o que representa um gasto médio diário de US\$ 3,90.

V.3. Considerando-se que:

- a) o valor médio em geração de ruído é de 105,0 dB (a menos ruidosa gera 102,0 dB).
 - b) há elevada vibração em modelos de motosserras sem o dispositivo anti-vibratório.
 - c) os riscos profissionais relativos ao processo a ao ambiente são elevados.
 - d) os custos dos EPIs são, relativamente, baixos (3,1% do do módulo).
 - e) há sensível aumento na produção quando do uso adequado dos EPIs.
- recomendamos o uso dos EPIs pelos motosserristas e ajudante(s) próximo(s):

Motosserrista	Ajudante
Tampão tipo concha (40)	Tampão (20)
Capacete c/protetor	Capacete s/protetor
Botas c/biqueira aço	Botas s/boqueira aço
Luvas	—
Calça reforçada	—

V.4. Observar, por ordem de importância, as características positivas de uma motosserra:

1. o menos ruidosa possível
2. com dispositivo anti-vibratório
3. com freio de corrente
4. o mais leve possível

V.5. Que toda Empresa programe cursos de treinamento e/ou qualificação para os seus motosserristas, condição "sine qua non" para o melhor desempenho do HOMEM e da MÁQUINA.

Com recursos do Incentivo Fiscal próprios para este fim (portanto, o custo ZERO) e contando com a estrutura de apoio que determinadas empresas e instituições públicas oferecem, estes cursos (mecânica, manutenção e técnicas no uso da motosserra) com duração de 48 horas, trarão as bases para o desenvolvimento harmônico ao setor — desprotegido até mesmo pela falta de uma legislação específica — contribuindo para o atingimento do bem-estar e da paz social.

¹ 6º. Curso de Enq.⁴ de Segurança do Trabalho — U.F.Pr. — 1976

² Departamento Intersindical de Estudos e Pesquisa de

Saúde e Ambientes de Trabalho (DIESAT) — 1981.

³ Organização Internacional do Trabalho — Genebra.

⁴ 3º. Curso de Atualização em Exploração Florestal — 1981.

⁵ Base de Custo/Hora: Motosserra Mc Culloch 660, março 1982.

⁶ Consolidação das Leis do Trabalho — C.L.T.

⁷ Nutricionista Ana Lúcia B. Chaves — U.F.Pr.

Influência da Produtividade Florestal nos Custos de Transporte de Carvão Vegetal no Estado de Minas Gerais

ALOISIO RODRIGUES PEREIRA
Sociedade de Investigações Florestais — UFV
GERALDO GALDINO DE PAULA JÚNIOR
Depto. de Matemática — UFV

Summary

The objective of this research was to minimize total transportation costs of charcoal from the producing regions to the consumers.

Four different productivity levels were considered: 10, 20, 30 and 40 st/ha/year, for the years 1982 and 1985. The methodology employed was linear programming, using the transport model. The forested areas of the whole State were considered as producing charcoal, the steel industries are the consumers. Thirty-one producing and 14 consuming regions were used in the analysis.

The final analysis showed that an increase in the forest productivity contributes significantly to a reduction in both costs and transportation radius. Steel mills located in Caeté and Itaúna showed highest transportation costs, the mills in Ouro Preto and Várzea da Palma the lowest.

Resumo

O objetivo deste trabalho foi minimizar os custos totais de transporte de carvão vegetal a partir das regiões produtoras até às regiões consumidoras, levando-se em consideração cinco diferentes níveis de produtividade: 10, 20, 30 e 40 st/ha/ano, para os anos de 1982 e 1985. A metodologia empregada foi a programação linear, utilizando-se o modelo de transporte. Utilizou-se toda a área reforestada do Estado, e denominou-se como regiões produtoras e as indústrias siderúrgicas foram denominadas de regiões consumidoras, perfazendo um total de 31 regiões produtoras e 14 regiões consumidoras.

De acordo com os resultados obtidos verificou-se que o aumento da produtividade das florestas de eucaliptos contribui significativamente para reduzir os custos e raios de transporte de carvão vegetal. As indústrias siderúrgicas localizadas em Caeté e Itaúna tiveram os custos de transporte mais elevados, e as localizadas em Ouro Preto e Várzea da Palma os mais reduzidos.

1. INTRODUÇÃO

O transporte do carvão vegetal atualmente é feito na quase totalidade, por meio de rodovias, utilizando-se caminhões cuja capacidade de carga varia de 30 a 100 metros cúbicos de carvão vegetal por viagem. Os custos de transporte de carvão vegetal incidem em cerca de 40% nos custos fi-

nais do produto posto-usina. O carvão vegetal é também um dos fatores que tem maior participação nos custos finais de uma tonelada de gusa, chegando a participar com cerca de 60% dos custos.

O Estado de Minas Gerais é o maior consumidor de carvão vegetal, consumindo anualmente, cerca de 18 milhões de metros cúbicos, entretanto, mais de 80% desse carvão é originário de florestas nativas e o restante de florestas plantadas.

Sabe-se, entretanto, que de acordo com normativas do IBDF, as empresas siderúrgicas consumidoras de carvão vegetal deverão tornar auto-suficientes na produção própria de carvão a partir de 1995, logicamente, a partir de agora a participação do carvão vegetal de florestas plantadas deverá elevar de ano a ano até atingir 100%. De acordo com PEREIRA (1982), o Estado de Minas Gerais tem até 1980, cerca de 626 mil hectares de florestas de eucalipto plantadas com recursos de incentivos fiscais, sem destinação industrial, o que daria para auto-suficiência das empresas existentes atualmente.

A baixa produtividade das florestas plantadas deverá ser uma grande restrição na obtenção da auto-suficiência, por isso deverá abranger uma maior área, para cumprir as normativas do IBDF. Ainda, trabalhos de PEREIRA (1980), demonstram que as florestas estão sendo implantadas cada vez mais distantes dos centros consumidores de carvão vegetal, e isso deverá contribuir para elevar significativamente os custos de transporte de carvão vegetal.

PEREIRA (1982), comenta que em razão da baixa produtividade das florestas de eucalipto existentes no Estado, os raios de transporte para aquisição de carvão vegetal elevarão gradativamente, tendo em vista que as florestas mais próximas dos centros consumidores não são suficientes para satisfazer a demanda de carvão. Entretanto, com o aumento da produtividade das florestas é possível instalar-se novas indústrias siderúrgicas no Estado, sem prejudicar o consumo de carvão das já existentes.

O objetivo deste trabalho é verificar a influência da produtividade das florestas de eucalipto existentes no Estado de Minas Gerais, na minimização dos custos de transporte de carvão vegetal, para os anos de 1982 e 1985, e determinar as quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das origens aos destinos, para os diferentes níveis de produtividade.

2. METODOLOGIA

O estudo abrangeu toda área coberta com florestas de eucaliptos do Estado de Minas Gerais, excluindo do estudo somente as florestas que estavam comprometidas com as indústrias de papel e celulose.

Neste trabalho empregou-se o modelo de transporte,

uma extensão da programação linear que visa minimizar os custos totais de transporte necessário para abastecer n regiões consumidoras a partir de m regiões produtoras. A apresentação matemática do modelo de transporte pode ser encontrada em DANTZIG (1963), HILLIER & LIBERMAN (1974) e BAZARAA (1977), entre outros. O custo unitário de transporte entre a origem i e o destino j é representado por C_{ij} . A quantidade a ser transportada da origem i ao destino j é representada por X_{ij} . Assim, a formulação matemática da minimização do custo total de transporte pode ser expressa pela função-objetivo:

$$\text{Minimizar } Q = \sum_{i=1}^m \sum_{j=A}^n C_{ij} X_{ij}$$

sendo Q o custo total de transporte, obtido pela determinação dos valores de X_{ij} , que satisfaçam as restrições. A primeira restrição é que o somatório das quantidades totais X_{ij} , a serem transportadas das origens a_i deve ser menor ou igual as quantidades ofertadas:

$$\sum_{j=A}^n X_{ij} \leq a_i \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m)$$

onde a_i é a oferta de carvão vegetal na região i . A segunda restrição é que as quantidades totais X_{ij} , a serem transportadas para os destinos b_j devem ser maior ou igual as quantidades nessa região:

$$\sum_{i=1}^m X_{ij} \geq b_j \quad (j = A, B, C, \dots, n)$$

onde b_j é a procura de carvão vegetal na região j . A última restrição apresenta uma situação em que os valores X_{ij} não podem ser negativos:

$$X_{ij} \geq 0 \quad (i = 1, 2, 3, \dots, m) \text{ e } (j = A, B, C, \dots, n)$$

Os custos unitários de transporte de carvão vegetal foram determinados, em função do preço pago pelas siderúrgicas para transporte rodoviário; foram coletados os preços de várias empresas, onde se tinha a distância e o preço, o que permitiu elaborar uma tabela de fretes, para se calcular o custo de transporte das origens até os destinos.

Na determinação das estimativas das ofertas de carvão vegetal de eucalipto, partiu-se de dados obtidos junto a delegacia estadual do IBDF de Minas Gerais. Os dados referem-se às áreas reflorestadas com eucaliptos com e sem incentivos fiscais a partir de 1952, por município e por ano de plantio. Considerou-se a rotação final de 21 anos, sendo realizados neste período três cortes, um a cada sete anos, com uma produtividade variável de 10, 20, 30 e 40 st/ha/ano, evidentemente que para cada nível de produtividade deve ocorrer uma mudança na oferta de carvão vegetal (Quadros 1 e 2).

Para cálculos das demandas de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais partiu-se dos dados fornecidos pelo IBDF-MG, os quais representavam a demanda de carvão vegetal pelas indústrias siderúrgicas de acordo com o plano integrado, florestal-industrial, considerando também as expansões. De acordo com a legislação vigente, as empresas consumidoras de carvão vegetal tem prazo de até 1995 para tornarem-se auto-suficientes na produção de carvão vegetal, e em 1985 essas empresas deverão estar produzindo pelo menos 50%

QUADRO 1 - Estimativas das ofertas de carvão vegetal de eucalipto, para o Estado de Minas Gerais, para os diferentes níveis de produtividade para o ano de 1982

Regiões Produtoras	Produção de carvão (MDC/ano) / Níveis de produtividade (st/ha/ano)			
	10	20	30	40
1. Barbacena	9.712,80	19.425,60	29.138,40	38.851,20
2. Buritizeiro	318.520,00	637.040,00	955.560,00	1.274.080,00
3. Carbonita	297.990,00	595.980,00	893.970,00	1.191.960,00
4. Caratinga	55.428,80	110.857,60	166.286,40	221.715,20
5. Claro dos Poções	66.400,00	132.800,00	199.200,00	265.600,00
6. Corinto	228.599,60	457.199,20	685.798,80	914.398,40
7. Formiga	73.368,00	146.737,60	220.106,40	293.475,20
8. Governador Valadares	3.451,00	6.902,00	10.303,00	13.804,00
9. Grão Mogol	-	-	-	-
10. Guanhães	80.030,40	160.060,80	240.091,20	320.121,60
11. Itaúna	68.100,30	136.200,60	204.300,90	272.401,20
12. Juiz de Fora	36.154,80	72.309,60	108.464,40	144.619,20
13. Lagoa da Prata	156.831,80	313.663,60	470.495,40	627.327,20
14. Manhuaçu	1.855,00	3.710,00	5.565,00	7.420,00
15. Monte Alegre de Minas	309.960,40	619.920,80	929.881,20	1.239.841,60
16. Nova Era	90.893,25	181.786,50	272.679,75	363.573,00
17. Ouro Preto	22.705,10	45.410,20	68.115,30	90.820,40
18. Paracatu	315.952,40	631.904,80	947.857,20	1.263.809,60
19. Patrocínio	2.941,60	5.823,20	8.824,80	11.766,40
20. Perdizes	231.006,00	462.012,00	693.018,00	924.024,00
21. Ponte Nova	11.278,60	22.557,20	33.835,80	45.114,40
22. Prata	61.008,00	122.016,00	183.024,00	244.032,00
23. Riacho dos Machados	-	-	-	-
24. Rio Pardo de Minas	34.990,00	69.980,00	104.970,00	139.960,00
25. Sabará	82.802,50	165.605,00	248.407,50	331.210,00
26. São Gonçalo do Abaeté	39.440,00	78.880,00	118.320,00	157.760,00
27. Sete Lagoas	60.271,95	120.543,90	180.815,85	241.087,80
28. Três Marias	137.836,90	275.673,80	413.510,70	551.347,60
29. Ubã	12.420,80	24.841,60	37.262,40	49.683,20
30. Uberaba	178.871,20	357.742,40	536.613,60	715.484,80
31. Viçosa	-	-	-	-
Total	2.988.822,00	5.977.644,00	8.966.466,00	11.955.288,00

QUADRO 2 - Estimativas das ofertas de carvão vegetal de eucalipto, para o Estado de Minas Gerais, para os diferentes níveis de produtividade para o ano de 1985

Regiões produtoras	Produção de carvão (MDC/mês)/Níveis de produtividade (st/ha/ano)			
	10	20	30	40
1. Barbacena	8.422,75	16.845,50	25.268,25	33.691,00
2. Buritizeiro	1.432.068,00	2.864.137,60	4.296.206,40	7.728.275,20
3. Caratinga	148.064,80	296.129,60	444.194,40	592.259,20
4. Carbonita	670.921,60	1.341.843,20	2.012.764,80	2.683.686,40
5. Claro dos Poções	150.246,40	300.492,80	450.739,20	600.985,60
6. Corinto	653.985,00	1.307.970,00	1.961.955,00	2.615.940,00
7. Formiga	82.302,00	164.604,00	246.906,00	329.208,00
8. Governador Valadares	3.451,00	6.902,00	10.353,00	13.804,00
9. Grão Mogol	319.930,80	639.861,60	959.792,40	1.279.723,20
10. Guanhães	91.094,05	182.188,10	273.282,15	364.376,20
11. Itaúna	102.044,70	204.089,40	306.134,10	408.178,80
12. Juiz de Fora	12.727,75	25.455,50	38.183,25	50.911,00
13. Lagoa da Prata	40.586,25	81.172,50	121.758,75	162.345,00
14. Manhuaçu	196,00	392,00	588,00	784,00
15. Monte Alegre de Minas	324.559,00	649.118,00	973.677,00	1.298.236,00
16. Nova Era	88.650,45	177.300,90	265.951,35	354.601,80
17. Ouro Preto	126.830,00	253.660,00	380.490,00	507.320,00
18. Paracatu	614.899,70	1.229.799,40	1.844.699,10	2.459.598,80
19. Patrocínio	7.000,00	14.000,00	21.000,00	28.000,00
20. Perdizes	13.894,80	27.789,60	41.684,00	55.579,20
21. Ponte Nova	8.553,30	17.106,60	25.659,90	34.213,20
22. Prata	-	-	-	-
23. Riacho dos Machados	72.000,00	144.000,00	216.000,00	288.000,00
24. Rio Pardo de Minas	1.280.957,20	2.561.914,40	3.842.871,60	5.123.828,80
25. Sabará	81.632,25	163.264,50	244.896,75	326.529,00
26. São Gonçalo do Abaeté	8.000,00	16.000,00	24.000,00	32.000,00
27. Sete Lagoas	98.622,65	197.245,30	295.867,95	394.490,60
28. Três Marias	195.342,75	390.685,50	586.028,25	781.371,00
29. Ubá	280,00	560,00	840,00	1.120,00
30. Uberaba	77.420,00	154.840,00	232.260,00	309.680,00
31. Viçosa	245,00	490,00	735,00	980,00
Total	6.714.929,00	13.429.858,00	20.144.787,00	26.859.716,00

de todo o consumo de carvão vegetal. Tendo em vista a legislação, considerou-se que para o ano de 1982 a demanda de carvão vegetal próprio será de 30% em relação a demanda total, e para 1985 esse percentual deverá elevar-se para 50%. (Quadro 3).

QUADRO 3 - Estimativa da demanda de carvão vegetal de eucalipto pelas indústrias siderúrgicas do Estado de Minas Gerais, para os anos de 1982 e 1985, sem incluir nova siderúrgica

Regiões consumidoras	Consumo de carvão vegetal de eucalipto (MDC/ano)	
	1982*	1985**
Belo Horizonte	835.697	1.461.826
Bom Despacho	117.589	195.983
Caeté	386.080	643.467
Divinópolis	518.474	864.124
Governador Valadares	47.628	79.380
Itaúna	391.581	652.636
João Monlevade	547.453	912.422
Ouro Preto	259.590	432.650
Pitangui	183.708	306.180
Santos Dumont	164.353	273.922
São João del Rei	23.400	39.000
Sete Lagoas	957.970	1.596.616
Timóteo	442.333	1.142.400
Várzea da Palma	99.834	166.390
Total	4.975.690	6.766.996

* Consideraram-se 30% da demanda total de carvão vegetal

** Consideraram-se 50% da demanda total de carvão vegetal.

O modelo proposto tem o objetivo de minimizar o custo total de transporte necessário para abastecer 14 regiões consumidoras de carvão vegetal, a partir de 31 regiões produtoras. Na determinação das regiões produtoras, utilizou-se o mapa do Estado de Minas Gerais, dividido em microrregiões homogêneas, e considerou somente as que tinham áreas reflorestadas e não estavam comprometidas com as indústrias de papel e celulose do Estado. Considerou-se como centro referencial da região, o município mais central, e quando este município não tinha reflorestamentos, a escolha recaía sobre o mais próximo. As regiões consumidoras de carvão vegetal foram determinadas em função das usinas siderúrgicas existentes no Estado de Minas Gerais. As usinas foram agrupadas num raio de 50 Km, com isso obteve-se 14 regiões consumidoras de carvão vegetal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados são referentes aos anos de 1982 e 1985 e para os diferentes níveis de produtividade, 10, 20, 30 e 40 esteres/ha/ano. Para facilitar a compreensão do trabalho serão discutidos separadamente cada nível de produtividade.

3.1. Nível de produtividade de 10 st/ha/ano:

No nível de produtividade de 10 st/ha/ano, a quantidade total de carvão vegetal de eucalipto ofertada foi inferior a quantidade total demandada, para os anos de 1982 e 1985, não sendo possível, portanto, atender, toda a demanda de carvão no Estado. Por isso o modelo proposto não determinou as quantidades ótimas a serem enviadas das origens aos destinos, tendo em vista a existência da restrição de que

a oferta total deve ser maior ou igual a demanda total. Para o ano de 1982, em que considerou-se apenas 30% da demanda total, ainda houve um déficit de 11,8% e, no ano de 1985, em que considerou-se 50% da demanda total houve ainda um déficit de 11,9%. Isto mostra claramente que ao nível de produtividade de 10 st/ha/ano, as florestas de eucalipto existentes no Estado poderão abastecer somente 18,08 e 38,27% da demanda total de carvão, respectivamente, para os anos de 1982 e 1985.

3.2. Nível de produtividade de 20 st/ha/ano:

Este nível de produtividade dá para abastecer de carvão em cerca de 36% para 1982 e cerca de 76% para o ano de 1985. As quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das origens aos destinos, para o ano de 1982, encontram-se no Quadro 4. Observa-se que as regiões mais distantes fornecem pequena quantidade de carvão vegetal às indústrias siderúrgicas, como é o caso das regiões produtoras de Claro dos Poções e Monte Alegre de Minas que aparecem entre parênteses. Normalmente as regiões que consomem grande quantidade de carvão vegetal, o adquirem de mais uma região produtora para satisfazer a demanda, como é o caso de Sete Lagoas, que tem a maior demanda de carvão vegetal no Estado. Neste caso o carvão é adquirido de Buritizeiro, Carbonita, Guanhães e da própria região de Sete Lagoas. Como se observa no Quadro 4, cerca de 48% do carvão consumido em Sete Lagoas é proveniente da região de Carbonita, distante de Sete Lagoas cerca de 342 Km, contribuindo assim para elevação dos custos de transporte. As regiões que consomem pequena quantidade de carvão vegetal adquirem o carvão da própria região e das regiões próximas, até que sua demanda seja totalmente satisfaita.

No ano de 1985 as regiões produtoras de Riacho dos Machados, Rio Pardo de Minas, Paracatu, Grão Mogol não enviam carvão vegetal às regiões consumidoras, em razão da grande distância existente entre as regiões de produção e consumo (Quadro 5). A região consumidora de Sete Lagoas adquire cerca de 82% do carvão ali consumido de Corinto, distante 156 Km, contribuindo assim para reduzir os custos de transporte, sendo o restante adquirido de Três Marias e Sete Lagoas. A região que apresenta a maior oferta de carvão vegetal no Estado é Buritizeiro, enviando carvão para as regiões de Itaúna, Belo Horizonte, Caeté, Timóteo e Várzea da Palma. A região de Buritizeiro é responsável pelo abastecimento de 89% do carvão consumido na região de Belo Horizonte, sendo, portanto, região de influência, e qualquer queda na produção de carvão vegetal na região de Buritizeiro poderá provocar alteração nos custos de transporte.

3.3. Nível de produtividade de 30 st/ha/ano:

A esta produtividade poderá suprir de carvão, 54,24% do consumo total em 1982, e em 1985 poderá cumprir a auto-suficiência, havendo ainda um excesso de 14,82% de carvão vegetal.

No Quadro 6, encontram-se as quantidades ótimas a serem enviadas das origens aos destinos para o ano de 1982. Conforme observa-se, à medida que aumenta o nível de produtividade, aumenta também o número de regiões que deixam de fornecer carvão aos centros consumidores, em razão das regiões mais próximas serem suficientes para satisfazer a demanda de carvão vegetal. As regiões que apresentam baixo consumo de carvão o adquirem na própria região produtora, como é o caso de Bom Despacho, Pitangui, Várzea da Palma e São João del Rei. A região consumidora de João Monlevade adquire 70% do carvão de Carbonita e o restante da própria região, que contribui na redução dos custos de transporte

de carvão. As siderúrgicas da região de Itaúna adquirem 52% do carvão da própria região produtora e o restante vem da região do Triângulo Mineiro a 420 Km. A região consumidora de Ouro Preto adquire 66% de todo o carvão ali consumido, reduzindo assim os custos de transporte.

No Quadro 7 encontram-se as quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas dos reforestamentos até as indústrias siderúrgicas, no ano de 1985. As regiões produtoras mais distantes deixaram de enviar sua produção para os centros consumidores, em razão das florestas mais próximas serem suficientes para garantirem o abastecimento de carvão às siderúrgicas. A região de Buritizeiro apresenta-se como maior produtora de carvão vegetal no Estado, sendo responsável por 83% do abastecimento de carvão para Belo Horizonte, distante 403 Km, e o restante é adquirido de Sabará, a 20 Km de Belo Horizonte. A região de Buritizeiro é também responsável por 71% do carvão consumido em João Monlevade e o restante é consumido de Nova Era, a cerca de 20 Km. A região de Buritizeiro ainda é responsável pelo abastecimento de carvão em Pitangui, Itaúna, Caeté e Várzea da Palma, sendo região que pode exercer grande influência nos custos de transporte de carvão para o Estado de Minas Gerais.

3.4. Nível de produtividade de 40 st/ha/ano:

Neste nível de produtividade há um potencial de florestas suficientes para garantir o suprimento de 72,32% do carvão vegetal consumido em 1982 e para o ano de 1985 as florestas são suficientes para garantir a auto-suficiência em carvão vegetal no Estado de Minas Gerais, e ainda há um excesso de 53%. Isso mostra que a este nível de produtividade é possível planejar a instalação de novas indústrias consumidoras de carvão sem prejudicar o consumo das já existentes.

No Quadro 8 encontram-se as quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das regiões produtoras até as consumidoras, que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1982. A região consumidora de Santos Dumont adquire 88% do carvão da própria região consumidora e o restante é proveniente de Barbacena, a 62 Km de Santos Dumont, o que contribui para reduzir os custos de transporte. A região consumidora de Sete Lagoas adquire cerca de 52% do carvão a 156 Km de distância, e o restante é proveniente de Três Marias e da própria região de Sete Lagoas.

A região consumidora de Caeté adquire o carvão vegetal de uma região apenas 290 Km de Corinto, elevando-se os custos de transporte. Pode parecer paradoxal, a região de Caeté adquirir carvão vegetal de uma região mais distante, enquanto, o carvão de regiões próximas a Caeté é destinado para outras regiões consumidoras. Isso acontece, porque o objetivo do trabalho é minimizar o custo total de transporte e não os custos individuais, por isso situações semelhantes a esta deverão ocorrer.

As quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das origens aos destinos, para o ano de 1985 encontram-se no Quadro 9. Observa-se que o número de regiões produtoras que deixaram de enviar carvão vegetal às regiões consumidoras é muito grande, 9 regiões. Como se verificou, com o aumento do nível de produtividade, aumenta também o número de regiões mais distantes que deixam de fornecer carvão às regiões consumidoras. As regiões consumidoras de Ouro Preto, Várzea da Palma e São João del Rei adquirem carvão da própria região consumidora, sendo suficiente para garantir o abastecimento de carvão vegetal, apresentando, portanto, os menores custos de transporte.

A região produtora de Corinto abastece de carvão as siderúrgicas situadas em Sete Lagoas, Belo Horizonte, Caeté,

QUADRO 4 - Quantidades ótimas de curvão vegetal a serem transportadas das regiões produtoras às regiões consumidoras, que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1982 para uma produtividade de 20 st/ha/ano

Região produtora	Curço Preto	Santos Dumont	Divinópolis	Bom Despacho	Pitangui	Itaúna	Sete Lagoas	Belo Horizonte	Casté	João Monlevade	Timóteo	Governador Valadares	Varzea da Palma	São João del Rei	Total
1. Rio São João											69.980,00				69.980,00
2. Rio São João										631.904,00					631.904,00
3. Fercostu							104.553,10	333.361,50	99.291,40				99.834,00		637.040,00
4. Curitiba									232,60		132.567,40				(1.328.800,00)
5. São João del Rei							457.199,20								457.199,20
6. Corinto								336.730,50		67.626,50					595.980,00
7. Carbonita	191.622,60								240.322,80						(619.920,00)
8. Monte Alegre de Minas										31.103,80					5.883,20
9. Patrocínio															5.803,20
10. São João del Rei		47.776,20													78.880,00
11. Três Marias							275.673,80				119.334,80	40.726,00			275.673,00
12. Guanhães												6.902,00			160.060,80
13. Governador Valadares															6.902,00
14. Prata									98.616,00					23.400,00	122.016,00
15. Uberaba		357.742,40													357.742,40
16. Perdizes		13.994,00				255.380,40			192.637,60						462.012,00
17. Lagoa da Prata				117.589,00	183.706,00				12.366,60						313.663,00
18. Sete Lagoas							120.513,90								120.513,90
19. Sabará								165.605,00							165.605,00
20. Nova Era									181.786,50						181.786,50
21. Caratinga											110.857,60				110.857,60
22. Itaúna						136.200,60									136.200,60
23. Curço Preto	45.410,20														45.410,20
24. Fonte Nova	22.557,20										3.710,00				22.557,20
25. Manhuaçu															3.710,00
26. Barbacena		19.425,60													19.425,60
27. Formiga			146.737,60												146.737,60
28. Viçosa															24.841,60
29. Ubá		24.841,60													24.841,60
30. Juiz de Fora		72.309,60													72.309,60
Total	259.590,00	164.353,00	518.474,00	117.589,00	183.706,00	391.581,00	957.970,00	835.657,00	643.467,00	912.422,00	442.333,00	47.626,00	99.834,00	23.400,00	4.975.690,00

Obs. As quantidades colocadas entre parênteses não foram totalmente consumidas.

QUADRO 5 - Quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das regiões produtoras às regiões consumidoras, que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1985, para uma produtividade de 20 st/ha/ano

Regiões produtoras	Regiões consumidoras	Curo Preto	Santos Dumont	Divinópolis	Rom Deoxabó	Pitangui	Itaúna	Sete Lagoas	Belo Horizonte	Caeté	João Monlevade	Timóteo	Governador Valadares	Vazzea da Palma	São João del Rei	Total
1. Rioch dos Machados																(144.000,00)
2. Rio Pardo de Minas																(2.561.914,40)
3. Paracatu							363.832,80		1.298.561,50	643.467,00		392.886,30		166.390,00		(1.229.799,40)
4. Britizeiro																2.864.137,60
5. Claro dos Poções																300.492,80
6. Grão Mogol																(639.861,60)
7. Corinto								1.307.970,00								1.307.970,00
8. Carbonita	161.883,40		217.831,60			183.257,90										1.341.843,20
9. Monte Alegre de Minas			520.688,40		41.143,00						735.121,10		43.789,20			(649.118,00)
10. Patrocínio						14.000,00										14.000,00
11. São Gonçalo do Abaeté		16.000,00														16.000,00
12. Três Marias		214.571,00					84.713,80	91.400,70								390.685,50
13. Guanhães												109.710,10	72.478,00			182.188,10
14. Governador Valadares													6.902,00			6.902,00
15. Prata																-
16. Uberaba					154.840,00											154.840,00
17. Perdizes						27.789,60										27.789,60
18. Lagoa da Prata						81.172,50										81.172,50
19. Sete Lagoas								197.245,30								197.245,30
20. Sabará									163.264,50							163.264,50
21. Nova Era											177.300,90					177.300,90
22. Caratinga												296.129,60				296.129,60
23. Itabira							204.080,40									204.080,40
24. Ouro Preto	253.660,00															253.660,00
25. Ponte Nova	17.106,60															17.106,60
26. Munhoz																392,00
27. Barbacena			16.845,50													16.845,50
28. Formiga				129.604,00												129.604,00
29. Viçosa																490,00
30. Uruá																560,00
31. Juiz de Fora																25.455,50
Total	432.650,00	273.982,00	864.124,00	195.983,00	306.180,00	1.652.636,00	1.461.826,00	1.596.616,00	1.461.826,00	643.467,00	912.422,00	1.142.400,00	79.380,00	166.390,00	39.000,00	8.766.996,00

Obs. As quantidades colocadas entre parênteses não foram totalmente consumidas.

QUADRO 6 - Quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das regiões produtoras em regiões consumidoras, que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1982 para uma produtividade de 30 st/ha/ano

Regiões produtoras	Ouro Preto	Santos Dumont	Divino-polis	Bom Despacho	Pitangui	Itaúna	Sete Lagoas	Belo Horizonte	Caeté	João Monlevade	Timóteo	Governador Valadares	Várzea da Palma	São João del Rei	Total
1. Riocho dos Machados															(104.570,00)
2. Rio Fardo de Minas															(947.857,00)
3. Paracatu								587.289,50	268.436,50				99.834,00		955.560,00
4. Buritizeiro															(199.200,00)
5. Claro dos Poções															
6. São Miguel							363.643,45		254.489,95		67.665,40				685.798,80
7. Corinto									107.101,05	639.742,25					893.570,00
8. Carbonita	147.126,70														(929.881,20)
9. Monte Alegre de Minas															8.824,80
10. Patrocínio															118.320,00
11. São Geraldo do Aracati							413.510,70								413.510,70
12. Três Marias															240.094,20
13. Guanhães											202.816,20	37.275,00			240.094,20
14. Governador Valadares												10.353,00			10.353,00
15. Prata			166.008,70												(183.024,00)
16. Uberaba						187.280,10									(536.613,60)
17. Pardoizos															(693.018,00)
18. Lagoa da Prata			155.753,90	117.589,00	183.708,00				13.439,50						470.495,40
19. Sete Lagoas							180.835,85								180.835,85
20. Sabará								248.407,50							248.407,50
21. Nova Era															272.679,75
22. Geratimã										272.679,75					272.679,75
23. Itaúna						204.300,90									204.300,90
24. Ouro Preto	68.115,30														68.115,30
25. Ponte Nova	33.835,80														33.835,80
26. Manhuaçu															5.565,00
27. Barbacena			29.138,40												29.138,40
28. Formiga				196.706,40										23.400,00	220.106,40
29. Viçosa															37.262,40
30. Ubaí	10.512,20	26.750,20													37.262,40
31. Juiz de Fora															108.464,40
Total	259.590,00	164.353,00	518.474,00	117.589,00	183.708,00	391.561,00	957.970,00	835.697,00	643.467,00	912.422,00	442.333,00	47.629,00	99.834,00	23.400,00	4.975.690,00

OBS. As quantidades colocadas entre parêntesis não foram totalmente consumidas.

QUILERO 7 - Quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das regiões produtoras às regiões consumidoras, que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1965 para uma produtividade de 30 st/ha/ano

Regiões produtoras	Curro Preto	Santos Dumont	Divinópolis	Bom Despacho	Pitangui	Itaúna	Sete Lagoas	Rio Horizonte	Casteló	Joaquim Monlevade	Tinópolis	Governador Valadares	Várzea da Palma	São João del-Rei	Total
1. Riacho dos Machados															(216.000,00)
2. Rio Pardo de Minas															(3.842.871,60)
3. Paracatu															(1.844.699,10)
4. Buritizinho					121.736,85	134.158,85		1.216.929,25	643.467,00	646.410,65			166.390,00		(4.296.206,40)
5. Claro dos Poções															(450.739,80)
6. São Rogel															(959.792,40)
7. Corinto	26.500,10	141.344,40					1.300.748,05				493.362,45				1.961.953,00
8. Carbonita			313.806,90												(2.012.764,80)
9. Monte Alegre de Minas															(973.677,00)
10. Patrocínio					21.000,00										21.000,00
11. São Gonçalo do Abaeté															(24.000,00)
12. Três Marias					67.551,10										586.020,25
13. Quatzen						518.477,15									273.282,15
14. Governador Valadares											204.255,15	69.027,00			10.353,00
15. Preta															
16. Uberaba															
17. Perdizes															232.260,00
18. Lagoa da Fruta					41.684,40										41.684,40
19. Sete Lagoas					121.798,75										121.798,75
20. Sabará							295.867,95								295.867,95
21. Nova Era															244.896,75
22. Caratinga										265.951,35					265.951,35
23. Itaúna											444.194,40				444.194,40
24. Ouro Preto	380.490,00														306.134,10
25. Ponte Nova	25.659,90														380.490,00
26. Bambuí															25.659,90
27. Bráselia		25.268,25													586,00
28. Formiga			207.906,00												586,00
29. Viçosa															586,00
30. Ubá															586,00
31. Juiz de Fora															586,00
Total	432.650,00	273.922,00	864.124,00	195.983,00	306.180,00	652.636,00	1.596.616,00	1.461.826,00	643.467,00	912.422,00	1.142.400,00	79.380,00	166.390,00	39.000,00	6.766.996,00

Obs. as quantidades colocadas entre parêntesis não foram totalmente consumidas

QUADRO 8 - Quantidades ótimas de carrão e serem transportados das regiões produtoras às regiões consumidoras que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1992, com uma produtividade de 40 et/ha/ano

Regiões produtoras	Regiões consumidoras	Curo Preto	Santos Dumont	Divinópolis	Bom Despacho	Pitangui	Itabira	Sete Lagoas	Belo Horizonte	Caeté	João Monlevade	Timóteo	Governador Valadares	Várzea da Palma	São João del Rei	Total
1. Rucão dos Machucões																(139.960,00)
2. Rio Parão de Minas																(1.263.809,60)
3. Paracatu																(1.274.080,00)
4. Buritizinho									215.674,60		110.780,20			99.834,00		(265.600,00)
5. Claro dos Poções																-
6. Grão Mogol																914.398,40
7. Corinto																(1.191.960,00)
8. Carbonita																(1.239.841,60)
9. Monte Alegre de Minas																(11.766,40)
10. Patrocínio																(157.760,00)
11. São Gonçalo do Abaeté																551.347,60
12. Três Marias		73.972,00														320.121,60
13. Guanhães																13.804,00
14. Governador Valadares																(244.032,00)
15. Prata																(715.484,00)
16. Uberaba																(924.024,00)
17. Perdizes																627.327,20
18. Lagoa da Prata																241.087,80
19. Sete Lagoas																331.210,00
20. Sabará																363.573,00
21. Nova Era																221.715,20
22. Caratinga																272.401,20
23. Itabira																90.820,40
24. Ouro Preto																45.114,40
25. Ponte Nova																7.420,00
26. Mantua																38.851,20
27. Barbacena																4.282,60
28. Purnha																-
29. Viçosa																49.683,20
30. Ubatã																144.619,20
31. Juiz de Fora																-
Total		259.590,00	164.353,00	518.474,00	117.589,00	183.708,00	391.581,00	257.970,00	835.697,00	386.080,00	547.453,00	442.333,00	47.628,00	99.834,00	23.400,00	4.975.690,00

Obs. As quantidades ofertadas entre parênteses, não foram totalmente utilizadas para minimizar os custos de transporte, sendo satisfeita todas as demandas de carrão vegetal.

QUADRO 9 - Quantidades ótimas de carvão vegetal a serem transportadas das regiões produtoras às regiões consumidoras, que minimizam os custos totais de transporte para o ano de 1985, com uma produtividade de 40 st/bm/ano

Regiões consumidoras															
Regiões produtoras	Ouro Preto	Santos Dumont	Divinópolis	Bom Despacho	Pitangui	Itaúna	Sete Lagoas	Elo Horizonte	Castel	João Monlevade	Timóteo	Governador Valadares	Várzea da Palma	São João del Rei	Total
1. Riacho dos Machados															(288.000,00)
2. Rio Fardo de Minas															(5.123.828,80)
3. Paredão					60.285,80			599.321,00		583.607,00			166.390,00		(2.459.958,80)
4. Buritizeiro															(5.788.275,20)
5. Claro dos Poções															(600.985,60)
6. Caço Negro															(1.279.723,20)
7. Corinto		58.485,00					1.202.125,40	535.976,00	566.797,00		250.556,00				2.615.940,00
8. Carbonita			52.040,20												(2.683.686,40)
9. Monte Alegre de Minas															(1.298.216,00)
10. Patrocínio					28.000,00										28.000,00
11. São Gonçalo do Abaeté															(32.000,00)
12. Três Marias		128.735,00				652.636,00						298.800,20	65.576,00		(781.371,00)
13. Oumbeiras															364.376,20
14. Governador Valadares												13.804,00			13.804,00
15. Prata															309.680,00
16. Uberaba			113.697,00	195.983,00											55.579,20
17. Puzos					55.579,20										162.345,00
18. Lagoa da Prata					162.345,00										394.490,60
19. Sete Lagoas							394.490,60								386.529,00
20. Sabará								326.529,00							354.601,80
21. Nova Era										354.601,80					592.259,20
22. Caratinga															408.176,80
23. Itaúna			408.176,80												507.320,00
24. Ouro Preto	432.650,00								74.670,00						34.213,20
25. Ponte Nova															784,00
26. Manhuaçu											784,00				33.691,00
27. Barbacena		33.691,00													329.208,00
28. Formiga			290.208,00											39.000,00	980,00
29. Viçosa															1.120,00
30. Ubatã															50.911,00
31. Juiz de Fora															50.911,00
Total	432.650,00	273.922,00	864.124,00	195.983,00	306.180,00	652.636,00	1.596.616,00	1.461.826,00	643.467,00	912.422,00	1.142.400,00	79.380,00	166.390,00	39.000,00	8.766.996,00

OBS. As quantidades ofertadas entre parênteses não foram totalmente utilizadas, para minimizar os custos de transporte, sendo satisfatória todas as demandas de carvão vegetal.

Timóteo e Santos Dumont, correspondendo, respectivamente, a 75, 37, 88, 22 e 21% do total do carvão consumido nessas regiões. Corinto é, portanto, região que poderá exercer grande influência nos custos de transporte, caso ocorra uma queda na produção de carvão dessa região. As regiões que apresentam o maior consumo de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais são as de: Sete Lagoas, Belo Horizonte, João Monlevade e Timóteo, representando cerca de 58% do total de carvão vegetal consumido no Estado.

3.5. Custos médios de transporte:

Os custos e raios médios de transporte reduzem com o aumento da produtividade das florestas. Isso ocorre porque a demanda permanece inalterada, logicamente, com o aumento da produtividade, as regiões mais próximas dos centros consumidores de carvão vegetal são suficientes para garantir o abastecimento de carvão vegetal. As florestas muito distantes dos centros consumidores não são necessárias, o que contribui para reduzir os custos de transporte. No Quadro 10 encontram-se os custos médios de transporte para os anos de 1982 e 1985. Observa-se que ao passar do nível de produtividade de 20 para 30 st/ha/ano, no ano de 1985, há uma redução de Cr\$98,21/metro cúbico de carvão vegetal, representando uma economia anual da ordem de 1,8 bilhões de cruzeiros.

O aumento do nível de produtividade das florestas é fator muito importante para o abastecimento de novas indústrias, que venham a utilizar produtos florestais e também devido a economia que poderá proporcionar de consumo de combustível, área e mão-de-obra. Na implantação de novos reflorestamentos, deve verificar a localização dos maciços florestais em relação aos centros de consumo, pois os custos de transporte exercem grande influência no preço do carvão posto-usina, e dependendo da localização da floresta, é preferível investir em reflorestamentos mais próximos aos centros de consumo, de maneira a aumentar sua produtividade, do que implantar florestas distantes dos centros consumidores.

5. LITERATURA CITADA

1. DANTZIG, G.B. Linear programming and extensions. 2ª ed New Jersey, Princenton Univ. Press, 1968. 627 p.

QUADRO 10 - Custos médios de transporte de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais, em função das quantidades ótimas a serem transportadas das origens aos destinos

Produtividade (st/ha/ano)	Custos médios (Cr\$/MDC)	
	1982	1985
20	519,16	540,91
30	413,64	442,70
40	256,68	360,08

- HILLIER, F.S. & LIEBERMAN, G.J. Operations research. Second edition. San Francisco, Holden-Day, Inc, 1974. 800 p.
- LUEMBERGER, D.G. Introduction to linear and non linear programming. Reading. Addison - Wesley Pub. 1973. 356 p.
- PEREIRA, A.R. Otimização do transporte de carvão vegetal de eucalipto no Estado de Minas Gerais. Viçosa, U.F.V. Imprensa Universitária, 1980. 105 p. (Tese M.S.).
- PEREIRA, A.R. & VALENTE, O.F. Estudos de viabilidade de produção de carvão na implantação de uma siderúrgica a carvão vegetal. COBRAPI, Belo Horizonte, 1982. 257 p. (Circulação Interna).
- PEREIRA, A.R. Influência dos custos de transporte de carvão vegetal na localização de novas indústrias siderúrgicas no Estado de Minas Gerais. ABM. Rio de Janeiro. 20 p. 1982.

Otimização da Distância em Função da Capacidade de Carga para Caminhões no Transporte de Carvão Vegetal

ALOISIO RODRIGUES PEREIRA

Sociedade de Investigações Florestais – UFV

GERALDO GALDINO DE PAULA JÚNIOR

Depto. de Matemática – UFV

Summary

The objective of this study was to determine optimum distances to be run by trucks with different loading capacities, by linear programming and minimizing total costs of charcoal transport. The variables in question were: time taken for covering the distances, number of runs, costs and times of loading and unloading bagged and loose charcoal, loading capacity, size of the load, operational costs and distances up to 800 km to be covered.

The trucks considered in this study are Mercedes Benz models, and the loading capacity varies with the model. The results obtained here suggest that small model trucks be used for distances shorter than 50 km; medium-sized trucks to cover distances between 50 and 300 km; trucks with two axes for distances from 300 to 600 km, and large trucks with capacity larger than 110 cubic metres to cover distances longer than 600 km per run.

Resumo

O objetivo do trabalho foi o de determinar a distância ótima a ser percorrida por caminhões com diferentes capacidades de carga, por meio da programação linear, minimizando os custos totais de transporte de carvão vegetal. As variáveis utilizadas foram: tempo de trajeto, número de viagens, custo e tempo de carga e descarga para os dois sistemas (sacaria e gaiola), capacidade de carga, quantidade transportada, custos operacionais e as distâncias a serem percorridas, considerou-se até 800 Km.

Os caminhões utilizados no trabalho são da marca Mercedes Benz, cuja capacidade de carga é variável com o modelo do caminhão. De acordo com os resultados obtidos recomenda-se utilizar caminhões com pequena capacidade de carga (toco) para distâncias inferiores a 50 Km, de 50 a 300 Km o truck foi mais eficiente, de 300 a 600 Km deve-se utilizar caminhões (cavalo-mecânico) com 2 eixos transportando em média 80 metros cúbicos de carvão, e acima de 600 Km deve-se utilizar caminhões com maior capacidade possível, ou seja, que transporte cerca de 110 metros cúbicos de carvão vegetal/viagem.

1. INTRODUÇÃO

A utilização de depósitos de carvão é uma prática adotada pela maioria das empresas consumidoras dessa matéria-

prima. Estes depósitos geralmente são localizados em áreas de grande oferta de carvão e próximos a estradas pavimentadas, para não prejudicar o fluxo de transporte de carvão do depósito para a usina. Neste caso, dependendo da distância do depósito até a usina, devem-se utilizar caminhões com diferentes capacidades de carga, para minimizar os custos de transporte. Essa situação já é feita na maioria dos casos, entretanto, ainda não se sabe para qual distância deve-se utilizar determinado tipo de caminhão.

De acordo com COLLOMBELLI FILHO (1973), além da distância, que é o fator mais importante no custo de transporte, existem outros, tais como: qualidade de estradas, intensidade de trânsito, densidade da produção e produto transportado. O caso específico do transporte da madeira apresenta duas peculiaridades: a primeira diz respeito ao estado físico da madeira transportada. De modo geral, essa operação é feita em forma de toros e, assim sendo, a carga não ocupa todo o lugar disponível, sobrando espaços vazios. A segunda refere-se à relação valor/peso da carga transportada.

PEREIRA *et alii* (1980), estudando transporte de carvão vegetal, enfatizam a necessidade de se estudar sistemas de carga semelhante à sacaria, para que se possa reduzir o tempo de carga e descarga, aumentando assim a eficiência do sistema de carga em sacaria; também devem-se realizar estudos sobre número de motoristas/caminhões, carga de retorno e ampliação da rede viária.

PEREIRA (1981) comenta que o domínio do transporte rodoviário para o transporte de carvão vegetal não corresponde a uma situação definitiva. Observa-se uma demanda crescente de transporte por ferrovias, em decorrência, principalmente, alto preço do combustível. As ferrovias poderiam apresentar maior participação, caso se adaptassem melhor às condições do mercado, oferecendo facilidades de baldeação e tarifas competitivas.

PEREIRA (1980), otimizando o transporte de carvão vegetal de eucalipto no Estado de Minas Gerais, observou que as indústrias siderúrgicas localizadas na região de Várzea da Palma apresentaram custos de transporte mais baixos e as indústrias siderúrgicas localizadas na região de Santos Dumont operaram com baixa eficiência com relação a custos de transporte de carvão vegetal, apresentando os custos de transporte mais elevados. Com o passar dos anos, verifica-se que os raios de transporte estão aumentando, porque as florestas estão sendo implantadas cada vez mais distantes dos centros consumidores de carvão vegetal.

GUIMARÃES (1981) comenta que, com a elevação dos custos de transporte de carvão vegetal, as empresas deverão rever a localização de seus reflorestamentos, voltando inclusive a considerar as áreas próximas do centro de consumo, mesmo que de topografia desfavorável.

O objetivo do trabalho foi otimizar o tipo para diferentes distâncias, por meio da minimização dos custos de transporte.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O modelo matemático é de programação linear, feito para determinar que tipo de caminhão deve ser recomendado para as várias distâncias por meio da minimização dos custos de transporte.

O modelo matemático pode ser encontrado em DANTZIG (1963), BAZARAA (1977) e MACULAN FILHO (1980).

$$\text{Minimize } Q = \sum_{j=1}^n C_j \cdot (CITS_c X)_j$$

$$\text{Sujeito a } \sum_{j=1}^m A_j \cdot (CITS_c X)_j \geq 0_i$$

$$\text{e } (CITS_c X)_j \geq 0$$

onde:

0_i = quantidade de carvão vegetal a ser transportada

CI = caminhões de capacidade I (I=1, 2, 3, 4);

T = tipo do caminhão: TO, toco; TR, truck; CA, cavalo-mecânico;

S_c = sistema de carga (sacaria, gaiola);

X = distância percorrida em km (X = 25, 50, ..., 800);

C_j = custo mensal de transporte de carvão vegetal por caminhão;

A_j = quantidade mensal transportada de carvão vegetal por caminhão.

2.1. Restrições do Problema

2.1.1. Tipos de caminhões:

Usaram-se caminhões de marca Mercedes Benz, com potências e capacidades de carga variáveis (Quadro 1).

QUADRO 1 - Capacidade máxima permitida em balança por tipo de caminhão, considerando o peso de 1 MDC, de 220 Kg, aproximadamente

Caminhões (tipo)	Capacidade máxima (MDC/viagem)					
	Toco		Truck		Carreta	
	Gaiola	Sacaria	Gaiola	Sacaria	Gaiola	Sacaria
L-1113	35	40	50	55	-	-
L-1313	40	45	60	65	-	-
LS-1519	-	-	-	-	80	90
LS-1924	-	-	-	-	100	110

CI = caminhão Mercedes Benz, L-1113, em duas versões:

TO = toco, com capacidade máxima de 8 toneladas e

TR = truck, com capacidade máxima de 13 toneladas.

C2 = caminhão Mercedes Benz, L-1313, em duas versões:
TO = toco, com capacidade máxima de 10 toneladas e
TR = truck, com capacidade máxima de 15 toneladas.

C3 = caminhão Mercedes Benz, LS-1519, utilizando-se apenas
CA = cavalo-mecânico*, com capacidade máxima de 17 toneladas.

CA = caminhão Mercedes Benz, LS-1924, utilizando-se apenas
CA = cavalo-mecânico** com capacidade máxima de 22 toneladas.

No Quadro 1 encontra-se a capacidade máxima de carga de carvão vegetal com os respectivos tipos de caminhões.

2.1.2. Sistemas de Carga

Consideraram-se dois sistemas de carga mais usados atualmente:

a) S = Sacaria:

Sistema de carga muito utilizado em locais onde o carregamento é feito manualmente e em locais de difícil acesso. A carga, neste caso, pode ser feita parcialmente e depois completada em outro local, já que os caminhões não conseguem sair da carvoaria com a carga completa, em consequência das rampas fortes existentes e das péssimas condições das estradas. Neste sistema de carga ocorre uma grande perda de horas na carga e descarga, porque são realizadas manualmente.

b) G = Gaiola:

A gaiola geralmente é feita de madeira e chega a pesar até 1,5 toneladas no caso de gaiolas para caminhões com grande capacidade de carga (carretas). Isso impede que se transporte em média de 6% do volume do carvão, quando comparado com caminhões de mesma capacidade na carga em sacaria. Na carga em gaiola pode-se ganhar muito tempo na carga e descarga, porque podem ser realizadas mecanicamente. Na carga utilizam-se pás carregadeiras e na descarga utiliza-se um sistema para inclinar o caminhão, ou seja, abre-se a porta trazeira da gaiola e o carvão escoia rapidamente para o silo.

O Quadro 2 apresenta o tempo em que se perde com carga, descarga e paradas rotineiras, considerando os dois sistemas de carga comentados.

2.1.3. Tempo de Trajeto

No tempo de trajeto, considera-se o tempo médio necessário para que o caminhão complete uma viagem, após a carga do veículo e o seu retorno para iniciar uma nova carga. Consideram-se a determinação do tempo de trajeto o tempo de carga e descarga e o tempo gasto para abastecimento e paradas rotineiras para verificação do funcionamento do veículo.

2.1.4. Quantidades de Carvão Transportadas

Na determinação do volume de carvão transportado para diferentes tipos de caminhões, levaram-se em consideração

* Veículo composto de duas unidades, sendo a primeira um veículo automotor e, a segunda, um reboque com 2 eixos.

** Veículo composto de duas unidades, sendo a primeira um veículo automotor e, a segunda, um reboque com 3 eixos.

QUADRO 2 - Relação, em porcentagem, entre o tempo de trajeto e tempo parado para carga/descarga, filas na descarga e paradas rotineiras, considerando uma velocidade média de 45 Km/h (cheio + vazio), para caminhão com capacidade média de 12 toneladas

Distância (Km)	Tempo (%)			
	Gaiola		Sacaria	
	Parado	Rodando	Parado	Rodando
25	27	73	70	30
50	21	79	61	39
75	18	83	55	45
100	15	85	51	49
150	12	88	44	56
200	10	90	40	60
300	8	92	33	67
400	7	93	29	71
600	6	94	22	78
800	5	95	19	81

a distância, sistema de carga e capacidade do veículo, e comparam-se os dados obtidos de empresas que realizam transporte de carvão vegetal. Neste trabalho, a quantidade mensal a ser transportada variou de 10 mil até 100 mil MDC/mês, com intervalos de variação de 10 em 10 mil MDC.

2.1.5. Número de Viagens

O número de viagens/mês foi calculado a partir da capacidade dos caminhões, distância e número de horas mensais percorridas pelos caminhões. Houve uma variação de horas reais de trabalho de 140 a 170 horas/mês, variável de acordo com a distância e capacidade dos caminhões. Os dados obtidos foram comparados com os dados fornecidos pelas empresas florestais.

2.1.6. Custos Operacionais

É de grande importância o conhecimento dos custos operacionais, para auxiliar os técnicos e empresários na determinação dos custos das frotas de veículos de suas empresas.

As comparações não devem ser tomadas rigorosamente e tampouco como base para comparação entre diferentes marcas de veículos. Os resultados numéricos, no entanto, possibilitam uma boa noção dos custos diretos do transporte. Os custos variam bastante com as condições particulares da operação e com a adequação do veículo ao tipo de trabalho. Os veículos com maior custo operacional poderão apresentar, em contrapartida, velocidades econômicas mais elevadas, capazes de reduzir o custo do MDC/Km transportado. É o caso, por exemplo, da Mercedes LS-1924, quando comparada com a linha Mercedes Convencional.

O custo mensal é tomado por uma equação linear de dois termos: uma fixa, outra obtida pela multiplicação do custo variável/Km pela quilometragem média mensal. Determinaram-se os custos operacionais para os caminhões Mercedes Benz L-1113 e L-1313 (toco e truck), LS-1519 (cavalo-mecânico) e LS-1924 (cavalo-mecânico). Os cálculos dos custos operacionais obedeceram à seguinte metodologia:

a) Depreciação/remuneração:

A taxa de depreciação aplica-se sobre o veículo mais carroceria e mais adaptações necessárias (terceiro eixo ou quinta roda), excluindo-se o preço do jogo de pneus e câmaras. No caso de cavalos-mecânicos, considera-se que cada unidade tratora trabalha com uma carreta. O coeficiente mensal de depreciação é calculado levando-se em conta a perda efetiva de valor comercial do veículo após anos de uso, sendo

P = valor do veículo novo (0 Km);

L = valor de revenda do veículo após cinco anos de uso, e

$K = L/P$.

Assim sendo, o coeficiente de depreciação mensal será $d = (1-K)/60$.

Para simplificar os cálculos, considera-se um único coeficiente para cada marca de veículo. Ligeiras variações nos valores residuais são parcialmente compensadas no custo de remuneração do capital. Os custos variam inversamente, isto é, maiores taxas de depreciação são contrabalançadas por desinvestimento mais rápido do capital.

Com relação à remuneração, os cálculos do custo de oportunidade do capital são definidos, usando o preço do veículo ou composição e um coeficiente de juros que leva em conta a vida útil, o valor residual e a taxa de remuneração esperada. Para isto aplicou-se a fórmula:

$$r = \frac{2 + (n-1)(K+1)}{24n} \cdot j,$$

em que:

n = vida útil = 5 anos e

j = taxa de juros = 72% a.a.

b) Licença e Seguros:

As despesas de licenciamento foram calculadas a partir da tabela da Taxa Rodoviária Única (TRU) para 1981. Em todas as composições considerou-se a média dos custos de licenciamento para veículos zero-quilômetro até cinco anos de uso.

Os custos com seguros, inclusive o seguro obrigatório, o total (contra colisão, incêndio e roubo) sem franquias. A maioria das empresas não chega a efetuar o seguro total, por considerá-lo bastante oneroso. Entretanto, não se pode deixar de prevê-los nos custos.

c) Salários:

Nos cálculos foram considerados os salários do motorista e mecânico, incluindo os encargos sociais. Considerou-se o salário do motorista como sendo Cr\$20.000,00 mensais e, do mecânico, apenas 20% do motorista, tendo em vista que, em média, um mecânico consegue fazer a manutenção de mais de 5 caminhões por mês.

Embora, na prática, o salário do motorista seja semivariável, algumas empresas pagam uma parte fixa e outra parte proporcional à produtividade, número de quilômetros rodados ou de viagens. Para simplificar os cálculos, incluiu-se a despesa entre os custos fixos. Isto equivale a admitir um motorista para cada veículo e a limitar a validade das equações e a quilometragem que um motorista possa desenvolver durante sua jornada normal de trabalho. Acima dessa quilometragem-limite, a empresa deverá incluir no cálculo o custo das horas extras ou salários de um segundo motorista. As composições não incluem também salário de ajudante para car-

ga e descarga. Considerou-se um acréscimo no salário do motorista de 59% de obrigações sociais sobre a folha de pagamento, entretanto, quando calculado sobre as horas efetivamente trahalhadas, este índice pode superar a 80%.

d) Combustível:

O consumo de óleo diesel varia com a potência do caminhão, que está em torno de 3,0 Km/l, considerando caminhão cheio e caminhão vazio. O preço do diesel considerado foi o de julho/81.

e) Lubrificantes:

Os consumos foram estabelecidos a partir dos manuais dos fabricantes, levando-se em conta a capacidade de cada ponto, a quilometragem recomendada e o consumo adicional de 20% para completar o nível.

f) Lavagens e Lubrificação:

Com relação a lavagens, adotaram-se os preços cobrados por terceiros para uma lavagem completa com motor. Admitiu-se que o veículo deve sofrer uma lavagem completa a cada 3.000 Km.

g) Pneus:

O preço inclui câmara e uma recapagem. Para caminhões e cavalos-mecânicos de estrada, a vida útil foi estimada em cerca de 40.000 Km.

h) Reparos e manutenção:

É a relação entre as despesas com peças e material de oficina e o preço do veículo novo. Considerou-se que para cada 6.000 Km rodados, cerca de 0,9% do custo do veículo mais carroceria seria o custo relativo a reparos e manutenção.

i) Administração:

Esse custo é bastante flexível. Os cálculos não incluem os custos de administração. Os custos finais são dire-

tos e cabe a cada empresa acrescentar aos resultados as porcentagens que julgar mais convenientes para cobrir administração.

Os custos operacionais para transporte de carvão vegetal para os diferentes tipos de caminhões Mercedes Benz encontram-se no Quadro 3.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos encontram-se nos Quadros 4, 5 e 6. No Quadro 4 encontra-se o número ótimo de caminhões para transporte, a cada distância, 10.000 MDC/mês. Observa-se que, para pequenas distâncias, preferiu-se a utilização de caminhões com pequena capacidade de carga. Isto se deve à perda de horas produtivas na carga e descarga do carvão vegetal. O sistema de carga preferido foi o de sacaria. Embora o tempo requerido para carga e descarga neste sistema seja muito grande, o volume transportado é acrescido em cerca de 6%, em comparação com o transporte realizado em gaiola, o que contribui para reduzir os custos de transporte para os diferentes tipos de caminhões Mercedes Benz estudados. À medida que aumenta a distância a ser percorrida, a capacidade de carga do veículo deve se elevar também, como no Quadro 5, ou seja, para realizar o transporte de carvão vegetal a uma distância de 800 Km, a escolha recaiu no caminhão LS-1924 (cavalo-mecânico), com capacidade para transportar, em cada viagem, 110 MDC em sacaria.

Os resultados obtidos quando se transportaram 50.000 MDC/mês de várias distâncias foram proporcionais aos obtidos no transporte de 10.000 MDC/mês, variando apenas o número de caminhões. Como se observa, para se transportar carvão a 220 Km foram necessários 118,48 caminhões truck da marca Mercedes Benz do modelo L-1313; entretanto, para se transportar carvão a 300 Km foram necessários 96,34 caminhões cavalo-mecânico, MB-LS-1519. Isso parece paradoxal, porque para maiores distâncias utilizou-se menor número de caminhões para realizar o transporte; todavia, o modelo escolheu para o transporte a 300 Km um caminhão com maior capacidade de carga, o qual não pode ser escolhido para transportar carvão a 200 Km, uma vez que, seu custo operacional é alto. Logicamente, foi preferível realizar maior número de caminhões a 200 Km, por

QUADRO 3 - Custos operacionais/Km de transporte de carvão vegetal, considerando a capacidade máxima de carga dos veículos, rodando, em média, 6.000 Km/mês

Discriminação	Custo (Cr\$/Km)					
	L-1113		L-1313		LS-1519	LS-1924
	Toco	Truck	Toco	Truck	Carreta-A	Carreta-B
1. Depreciação/remuneração	10,48	13,11	11,12	13,89	22,11	29,40
2. Licença e seguros	2,31	2,43	2,34	2,48	2,56	3,44
3. Salários	11,66	12,24	11,66	12,24	12,84	13,60
4. Combustível	10,62	11,79	10,64	11,85	13,29	14,80
5. Lubrificantes	0,69	0,75	0,72	0,78	0,81	1,02
6. Lavagem e lubrificação	0,30	0,32	0,30	0,32	0,36	0,39
7. Pneu	9,36	15,54	9,36	15,54	21,80	24,74
8. Rep. e manutenção	2,94	3,10	2,97	3,14	3,24	3,88
Total	48,36	59,28	49,11	60,24	77,01	91,27

OBS.: Dados coletados em julho de 1981.

QUADRO 4 - Número ótimo de caminhões, com respectiva capacidade de carga, para transportar 10.000 MDC/mês, nas diferentes distâncias, realizando-se o sistema de carga em sacaria

Distância (Km)	L-1113		L-1313		LS-1519		LS-1924	
	Toco	Truck	Toco	Truck	Cav.-mec.	Cav.-mec.	Cav.-mec.	Cav.-mec.
25	14,73	-	-	-	-	-	-	-
50	18,94	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	15,36	-	-	-	-
100	-	-	-	18,87	-	-	-	-
150	-	-	-	21,65	-	-	-	-
200	-	-	-	23,70	-	-	-	-
300	-	-	-	-	19,27	-	-	-
400	-	-	-	-	21,23	-	-	-
600	-	-	-	-	25,91	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	23,36	-

QUADRO 5 - Número ótimo de caminhões com respectiva capacidade de carga para transportar 50.000 MDC/mês, nas diferentes distâncias, utilizando-se o sistema de carga em sacaria

Distância (Km)	L-1113		L-1313		LS-1519		LS-1924	
	Toco	Truck	Toco	Truck	Cav.-mec.	Cav.-mec.	Cav.-mec.	Cav.-mec.
25	73,63	-	-	-	-	-	-	-
50	94,69	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	76,80	-	-	-	-
100	-	-	-	94,34	-	-	-	-
150	-	-	-	108,22	-	-	-	-
200	-	-	-	118,48	-	-	-	-
300	-	-	-	-	96,34	-	-	-
400	-	-	-	-	106,15	-	-	-
600	-	-	-	-	129,53	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	116,83	-

QUADRO 6 - Número ótimo de caminhões, com respectiva capacidade de carga, para transportar 100.000 MDC/mês, nas diferentes distâncias, utilizando-se o sistema de carga em sacaria

Distância (Km)	L-1113		L-1313		LS-1519		LS-1924	
	Toco	Truck	Toco	Truck	Cav.-mec.	Cav.-mec.	Cav.-mec.	Cav.-mec.
25	147,27	-	-	-	-	-	-	-
50	189,39	-	-	-	-	-	-	-
75	-	-	-	153,61	-	-	-	-
100	-	-	-	188,68	-	-	-	-
150	-	-	-	216,45	-	-	-	-
200	-	-	-	236,97	-	-	-	-
300	-	-	-	-	192,67	-	-	-
400	-	-	-	-	212,31	-	-	-
600	-	-	-	-	259,06	-	-	-
800	-	-	-	-	-	-	233,64	-

ser baixo o seu custo operacional, com isso minimizou-se o custo do transporte. Os caminhões MR-L-1113 simples (toco) têm uma capacidade de carga de 40 MDC/viagem no sistema de carga em sacaria e apresentam custo operacional relativamente baixo, por isso é apropriado para transporte a curtas distâncias.

No Quadro 6 encontram-se os números ótimos de caminhões necessários para transportar 100 mil MDC/mês, para cada distância predeterminada. Os resultados foram semelhantes aos obtidos para o transporte de 10 a 50 mil MDC/mês, mostrando que a quantidade a ser transportada não influenciou na escolha do caminhão, porque em todos os casos a escolha do veículo contribuiu na redução dos custos de transporte.

Diante dos resultados obtidos verifica-se que a escolha do tipo de caminhão é fator de real importância na redução dos custos de transporte. A distância a ser percorrida deve ser bem estudada para facilitar a escolha do veículo adequado, como se verificou neste trabalho. Deve-se optar por caminhões de pequena capacidade de carga para transporte e pequenas distâncias e por caminhões com maior capacidade de carga para transportar a longas distâncias.

O sistema de carga mais viável foi o de sacaria que, embora consuma muitas horas produtivas na carga e descarga, transporta, em média, 6% a mais de carvão vegetal, em comparação com o sistema de carga em gaiola, já que esta pesa

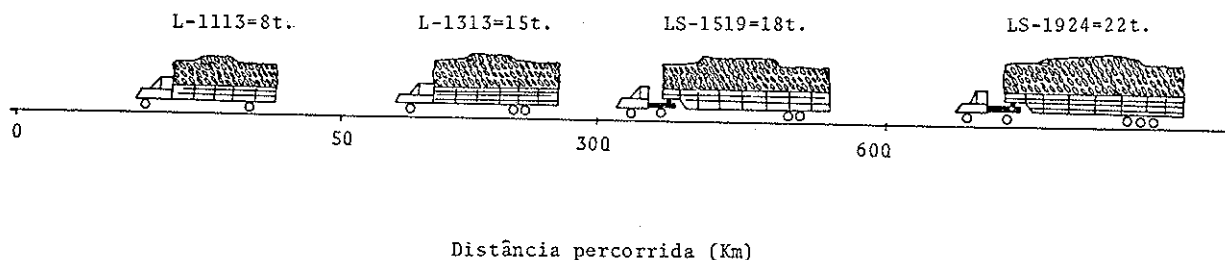


FIGURA 1 - Tipos de caminhões Mercedes Benz escolhidos pelo modelo estudado, em função da distância a ser percorrida, utilizando-se o sistema de carga em sacaria.

em alguns casos, até 1,2 t, o que reduz a capacidade máxima de carga dos veículos.

De acordo com os tipos de caminhões estudados, verificou-se que a escolha ideal de caminhões em função da distância que deve ser usado até 50 Km, caminhão L-1113 no toco, de 50 a 300 Km caminhão L-1313 truck, de 300 a 600 Km LS-1519 cavalo-mecânico e acima de 600 Km LS-1924 cavalo-mecânico. A Figura 1 ilustra os resultados obtidos no estudo.

Essa escolha foi a que proporcionou menores custos unitários de transporte de carvão vegetal, considerando-se estradas pavimentadas. Deve-se, entretanto, realizar novos estudos envolvendo estradas sem pavimentação e sistemas de baldeio entre caminhões médios e pesados, o que poderá contribuir para redução dos custos de transporte do carvão vegetal.

5. LITERATURA CITADA

1. BAZARAA, S.M. & JARVIS, J. J. Linear programming and network flows. New York. John Wiley & Sons, 1977. 565 p.
2. COLLOBELLI FILHO, M. Efeito do transporte no preço da madeira. In: SEMINÁRIO PAULISTA DE SILVICULTURA, 1^o, Campinas, 1973. Anais ... São Paulo, Silvicultura em São Paulo, 1973. p. 98-108.
3. DANTZIG, G.B. Linear programming and extensions Princeton University Press, 1963. 627 p.
4. GUIMARÃES, S.T.A. A evolução do setor de produção de carvão vegetal - tendências. In: SEMINÁRIO SOBRE SIDERURGIA A CARVÃO VEGETAL. Belo Horizonte, 1981. Relatórios ... Belo Horizonte, ABM/ABRACAVE, p. 1-26.
5. MACULAN FILHO, H. & PEREIRA, M.V.F. Programação linear. São Paulo. Atlas, 1980. 182 p.
6. PEREIRA, A.R. Otimização do transporte de carvão vegetal de eucalipto no Estado de Minas Gerais. Viçosa, U.F.V., 1980. 105 p. (Tese M.S.).
7. PEREIRA, A.R. et alii. Estudos da viabilidade econômica do transporte de carvão vegetal do Vale do Jequitinhonha para Acesita, MG. Viçosa, SIF, 1980. 39 p. (Boletim Técnico Especial).
8. PEREIRA, A.R. et alii. Geração ótima da oferta de carvão vegetal a partir de florestas próprias da Cimetal Siderurgia S.A. Viçosa, SIF, 1981. 49 p. (Boletim Técnico 3).

Segurança do Trabalho na Empresa Florestal

ALOISIO RODRIGUES PEREIRA
Sociedade de Investigações Florestais – UFV

Summary

The research objective was to evaluate the main accidents happened in the forests enterprises. That use eucalypts for charcoal production the data were obtained from several forest enterprises and furtherly was done a estatistical analysis of these accidents. The following parameters were evaluated: Age of the injured person, week day, effective work time, accident/operation, section of the body affected and the nature of the injure. It was founded that the most of the injured were caused by lack of workers trainment to perform his talk and because inadequate use of the equipments. With respect to the works done around 23% of the accidents occure during the forest harvesting and around 40% in the personnel transportation for field work.

Resumo

Este trabalho teve o objetivo de avaliar os principais acidentes ocorridos nas empresas florestais, que exploram o eucalipto para a produção de carvão vegetal. Foram coletados dados de acidentes de várias empresas florestais e posteriormente foi feita uma análise estatística desses acidentes. Foram avaliados os seguintes parâmetros: Idade do acidentado, dia da semana, tempo de trabalho efetivo, acidente/ operação, parte do corpo atingida e natureza das lesões. Verificou-se que a maior parte das lesões são causadas por falta de treinamento do operário à função e por não usar adequadamente os equipamentos de segurança. Em relação as operações executadas, cerca de 23% dos acidentes ocorrem durante a exploração da floresta e aproximadamente 40% no transporte de pessoal.

1. INTRODUÇÃO

A prevenção de acidentes nas empresas é fator de grande importância, para garantir ao bom andamento das operações e, conseqüentemente para a redução dos custos de produção. Na maioria das empresas florestais, os serviços de segurança e higiene do trabalho, ainda encontram-se em fase de implantação. Estes serviços são de grande importância, pois as empresas recebem os trabalhadores rurais em estado precário, de saúde, e sem treinamento em qualquer função.

No caso das empresas florestais as áreas de serviço, geralmente são distantes dos grandes centros urbanos, necessitam do pois manter em cada frente do trabalho um serviço de enfermagem. Os acidentes de pequena gravidade são tratados nos próprios locais de trabalho, impedindo na maioria das vezes, que o empregado seja liberado do trabalho, para procurar atendimento nos centros distantes do local de trabalho.

Toda empresa que têm mais de 50 empregados, é obrigado a manter as CIPAS-Comissões internas de prevenção de acidentes. Devem fazer parte das CIPAS empregados e empregadores, para que possam trocar ideias, evitando, desse modo, os riscos de acidente, além de proporcionar à empresa maior produtividade.

Na área florestal, os trabalhos existentes sobre prevenção de acidentes são praticamente nulos.

A participação dos trabalhadores no programa de prevenção de acidentes deve ser ativa, e quando esses tiverem consciência de sua importância no trabalho, a empresa chegará ao almejado no que diz respeito à prevenção contra acidentes (1, 4 e 5).

De acordo com PEREIRA (3), na empresa florestal, os acidentados na sua grande maioria são operários com idade inferior a 18 anos, por não terem experiência e também porque o treinamento é realizado de maneira precária, não importando a prevenção de acidentes de trabalho.

MACHADO (2), comenta que cerca de 23.000 operários são tratados anualmente, nos hospitais norte-americanos em razão de acidentes causados pelas motosserras na exploração de florestas.

O objetivo deste trabalho é fazer uma análise dos acidentes constantes numa empresa florestal em função das atividades desenvolvidas na produção de madeira objetivando a produção de carvão vegetal.

2. METODOLOGIA

Os dados de acidentes para as diversas operações foram obtidos junto a empresas florestais, que exploram floresta para a produção de carvão vegetal. As operações executadas numa empresa florestal foram restringidas as principais, não se preocupando em subdividir essas operações. Foram avaliados os seguintes parâmetros, através de uma série histórica de 2 anos: Idade do acidentado, dia da semana, tempo de trabalho efetivo, parte do corpo atingida e natureza das lesões.

Foram analisados a frequência e a gravidade dos acidentes por meio dos coeficientes de frequência e gravidade, respectivamente.

O coeficiente de frequência (C.F.) expressa o número de acidentes com perda de tempo, ocorrido em um milhão de horas-homem trabalhadas. É o número padrão adotado para possibilitar a comparação entre coeficientes de empresas que tem diferentes números de empregados. O coeficiente de frequência é expresso pela fórmula:

$$CF = \frac{X}{Y} \cdot 10^6 \quad \text{onde,}$$

X = número de acidentes com perda de tempo

Y = número de horas-homens trabalhadas.

O coeficiente de frequência indica a quantidade de acidentes, mas não indica a gravidade das lesões.

O coeficiente de gravidade (C.G.); expressa a perda de tempo resultante dos acidentes, em número de dias, ocorrida num milhão de horas-homens trabalhadas. A gravidade das lesões é medida pelos dias de trabalho perdidos pelos trabalhadores, por se terem ausentado do trabalho em consequência de acidentes. Aos dias perdidos pelo acidentado, somam-se os dias debitados correspondentes à lesão: A fórmula que expressa o coeficiente de gravidade é:

$$CG = \frac{(a + b) \cdot 10^6}{Y}$$

a = número de dias perdidos

b = número de dias debitados

Y = número de horas-homens trabalhadas

Consideram-se como dias debitados aqueles em que o acidente ocasiona uma incapacidade permanente, como por exemplo, perda de um dedo, perda de um olho, porém, não constitui medida exata de gravidade o período para cicatrizar a lesão. Para evitar esse problema, aplica-se a "tabela de dias debitados", encontrada na Portaria n.º 32 do Departamento de Segurança e Higiene do Trabalho.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos serão discutidos nesta seção, de acordo com os dados estatísticos dos principais acidentes comuns numa empresa florestal. Na Figura 1, encontra-se a distribuição dos acidentes em relação a idade do acidentado. Como observa-se houve uma redução dos acidentes com o aumento da idade dos operários até certa idade. Essa tendência pode ser explicada, pelo fato de que os operários novos, normalmente são também novos na empresa e muitas vezes o empregado não se adaptou ainda perfeitamente ao trabalho. Os empregados mais jovens não tem experiência suficiente, e nem mesmo consciência dos perigos que determinada operação pode provocar, principalmente, porque são operários de baixo nível cultural, e muitas vezes analfabetos, desrespeitando até mesmo as normas da empresa por ignorância. Os operários mais idosos, na maioria dos casos já, estão com baixo reflexo e por isso a partir dos 56 anos a porcentagem de acidentes se eleva. Cerca de 20% dos acidentes analisados foram cometidos por operários com idade inferior a 18 anos, com idade variável entre 16 e 18 anos. Na empresa florestal, também é comum a utilização de mão-de-obra feminina, principalmente nas operações de produção de mudas, e as mulheres parecem mais cuidadosas que os homens, pois na mesma função o número de acidentados mulheres foi muito reduzido em relação aos homens.

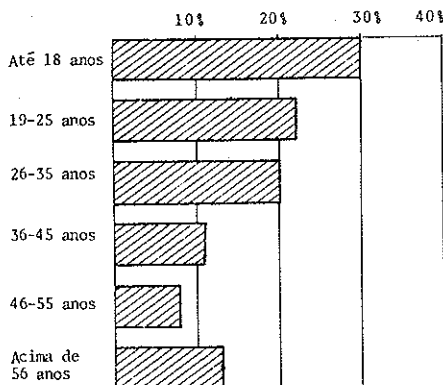


FIGURA 1 - Distribuição dos acidentes em função da idade do acidentado.

Na Figura 2 encontram-se a distribuição dos acidentes em relação ao tempo efetivo de trabalho, como se observa, quase 60% dos acidentes ocorridos na empresa florestal ocorrem durante o trajeto dos operários para o local do trabalho, e também na volta. Isso ocorre, porque normalmente as áreas de reflorestamento são distantes dos centros urbanos e mesmo da área de acampamento da empresa, logicamente os operários tem que deslocar diariamente grandes distancias, sobre caminhões, tratores, camionetas etc, variando o tipo de veículo de acordo com a estrada. A maior parte dos acidentes de trajeto ocorrem na volta do trabalho, devido a pressa para chegar em casa, os operários costumam subir ou descer do veículo ainda em movimento, provocando o acidente. Durante a jornada de trabalho ocorre uma distribuição normal, atingindo o pico máximo de acidentes nas 4 horas de trabalho efetivo, dado o cansaço, por estar aproximando a hora da refeição. Verificou-se também que após 8 horas de trabalho efetivo o índice de acidentes aumenta, devido a diminuição dos reflexos após as 8 horas de trabalho.

A Figura 3, mostra a distribuição dos acidentes pelos dias da semana. Verifica-se que a maior parte dos acidentes ocorre na segunda feira, com cerca de 38%, isso porque, tendo o domingo para descanso, evidentemente o operário irá aproveitá-lo da melhor maneira que convier. Na segunda feira reinicia as atividades no trabalho, e normalmente os operários estão com indisposição, pouco reflexo e até mesmo cansado de um passeio, uma festa etc, contribuindo significativamente para elevar o índice de acidentes.

Os dados do Quadro 1, referem-se a distribuição dos acidentes de acordo com a operação executada. Observa-se que a maior parte dos acidentes ocorre no transporte de pessoal, com cerca de 42%, em relação as demais operações. As operações de exploração florestal, como por exemplo, derrubada manual e mecânica, são responsáveis por 18% dos acidentes numa empresa florestal. Na exploração florestal há um grande envolvimento de homens e máquinas, razão pela qual ocorre um grande número de acidentes sendo estes os de maior gravidade. No desenvolvimento dessas funções os operários devem ser bem treinados, entretanto, na maioria das vezes um operário é obrigado a executar outras funções, a que ele está menos treinado, em razão por exemplo de ocorrer chuva um grande período de tempo. Neste caso o operário deve executar outra atividade, caso contrário deverá ficar parado.

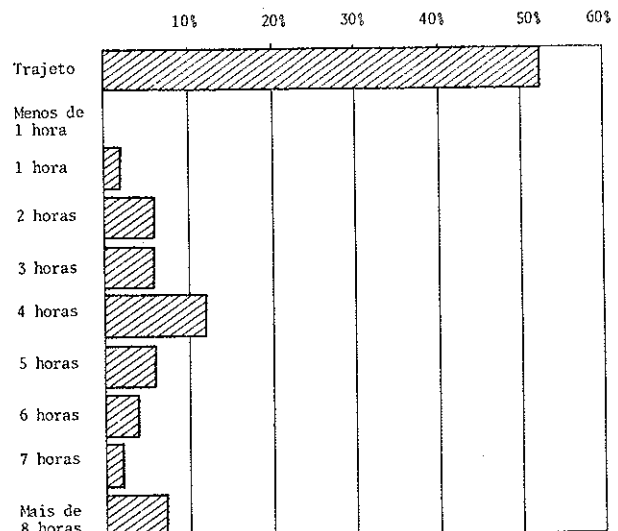


FIGURA 2 - Distribuição dos acidentes em função do tempo efetivo de trabalho.

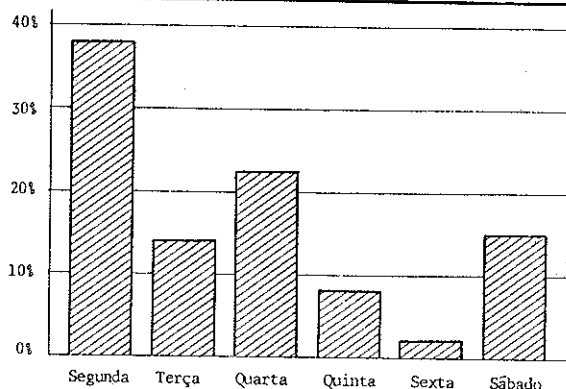


FIGURA 3 - Distribuição dos acidentes pelos dias da semana.

No Quadro 2 encontram-se os dados das principais partes do corpo atingidas pelos acidentes. Verifica-se que as partes mais atingidas são as mãos, pernas e pés. Isso é devido ao não uso dos equipamentos de segurança, como luvas, botas e perneiras, no caso do operário que trabalha com motosserra ou machado. Também é muito comum, os operários recusarem a usar o equipamento de segurança, alegando atrapalhar no desempenho das funções, entretanto, quando ocorre o acidente, na maioria das vezes o operário está sem os equipamentos de segurança.

QUADRO 1 - Frequência relativa de acidentes ocorridos de acordo com a operação executada numa empresa florestal, por operários sem qualificação.

Operação executada	Frequência (%)
Viveiro	1,17
Adubação	2,55
Plantio	2,15
Capina	3,80
Roçada	1,27
Combate a formiga	2,50
Derrubada manual	8,59
Derrubada mecânica	9,86
Baldeio	4,00
Empilhamento	3,30
Carvoejamento	1,75
Carregamento carvão	1,27
Desbrota	1,27
Transporte pessoal	41,77
Manutenção mecânica	4,13
Construção estradas, cercas	4,70
Carpintaria	2,40
Serviços gerais	3,54

Cerca de 70% dos acidentes na empresa florestal são causados por ferimentos e contusões, as picadas de cobra, aranha e escorpião são responsáveis por cerca de 9% dos acidentes. Cortes leves e médios representam cerca de 7%, e os acidentes graves, como perda de dedo, mão ou morte representam muito pouco cerca de 0,5%.

QUADRO 2 - Frequência relativa de acidentes em relação a parte atingida do corpo, para as várias operações executadas.

Parte atingida	Frequência (%)
Mãos	21,25
Pernas	19,25
Pés	16,46
Joelhos	15,19
Tronco	10,13
Cabeça	6,33
Coxas	3,80
Olhos	3,80
Braços	1,27
Ante-braço	1,27
Rosto	1,27

De acordo com os dados obtidos, pela análise do coeficiente de gravidade, encontrou-se um valor médio de 980 ou seja são perdidos 980 horas de trabalho para cada um milhão de horas trabalhadas. O coeficiente médio de frequência encontrado foi de 32, indicando que para cada um milhão de horas trabalhadas ocorre 32 acidentes.

Para uma empresa florestal que explora madeira para produção de carvão vegetal, acredita-se que o coeficiente de gravidade médio estando entre 700 - 800 e o de frequência entre 20-30, indica que a empresa tem um bom serviço de prevenção de acidentes e valores superiores a 1.000 para o coeficiente de gravidade e superiores a 40 para o coeficiente de frequência recomenda-se, treinar mais o pessoal e melhorar os serviços de segurança do trabalho.

As estatísticas de acidentes não são compiladas unicamente com fins de investimento e estudo de prevenção de acidentes. Embora seja esta a razão principal, é importante que todos os interessados conheçam devidamente a situação existente no tocante a acidentes, para alertá-los a estimular seu interesse, ajudando-os a adquirir a consciência da segurança.

Numa empresa florestal os operários deverão passar por um treinamento, objetivando selecioná-los para as diferentes funções variando de acordo com o grau de instrução, idade, performance do operário etc. Além da ênfase que se dá ao treinamento para operações é de grande importância um mínimo de treinamento de integração para o novo empregado com as atividades da empresa e colegas de trabalho. É indispensável o uso de equipamentos individuais de proteção, obrigando os operários a usá-los devidamente.

5. LITERATURA CITADA

1. BRANDÃO, A. Serviços de segurança e higiene do trabalho. Belo Horizonte, E.E.U.F.M.G., 1977. 42 p. (notas de aula).
2. MACHADO, C.C. & SOUZA, A.P. Segurança no trabalho com motoserras. Viçosa, Imprensa Universitária, 1980. 10 p. (Boletim de Extensão n.º 21).
3. PEREIRA, A.R. & MACHADO, C.C. Segurança do trabalho na empresa. Viçosa, Imprensa Universitária, 1981. 11 p.
4. RIBEIRO FILHO, L.F. Técnicas de segurança do trabalho, São Bernardo do Campo, C.U.C., 1974. 579 p.
5. SEIXAS, C.J. Serviços de segurança do trabalho na empresa. FUNDACENTRO. São Paulo, 1972. Vol. 6. 431 p.

O Descascamento Mecanizado de Eucalipto

VILMAR RAUEN

Rio Grande - Cia. de Celulose do Sul - Riocell

RONALDO DORNELLES

ELIO JOSÉ BOLZAN

Florestal Guaíba Ltda.

Resumo

A implantação do sistema mecanizado em florestas de eucalipto, para consumo em fábrica de celulose, passa por diferentes fases de produtividade.

Após um período de tempo, em que toda a madeira consumida fora descascada manualmente, criamos os parâmetros comparativos tendo demonstrado a viabilidade do processo.

Tratando-se de uma atividade de aproximadamente 20 meses da data de sua implantação, em nosso sistema de trabalho, demonstramos as diferenças ocorridas na preparação e descascamento da madeira, como mudança de método.

Podemos demonstrar os rendimentos obtidos em ambas as atividades, bem como a mão-de-obra, analisada como potencial e sua disponibilidade.

Introdução

A Rio Grande - Cia. de Celulose do Sul (RIOCELL), como uma das empresas fabricantes de celulose do país, consome em média 100.000 estereos/mês de madeira de eucalipto e acácia negra.

Torna-se de grande importância lembrar que, é pouco significativo o consumo de acácia negra em relação ao eucalipto, e que atualmente o corte das florestas são realizados com equipes próprias e empreiteiras, sendo que, para o abastecimento total da Empresa torna-se necessário ainda, a compra de madeira posta fábrica e/ou beira de estrada.

A meta do Departamento de Exploração Florestal é de atingir a 60.000 estereos/mês, com equipes próprias, e com um processo totalmente mecanizado, no interior da floresta. Convém observar que, até o ano de 1981, todo o descasque da madeira fora realizado manualmente, atingindo médias de até 40.000 estereos/mês, o que vem a representar 40 % do consumo total.

Este trabalho mecanizado, está sendo introduzido lentamente e progressivamente, de acordo com o treinamento do pessoal e o fornecimento de condições ideais para o funcionamento dos equipamentos mecânicos.

Por este fato deixamos inclusive de apresentar alguns dados de alta significância, referentes ao desempenho deste tipo de equipamento, bem como a apresentação dos custos de produção.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo principal demonstrar que, é possível obter produção na Exploração Florestal, através do descascamento mecanizado de eucalipto, com uma redução significativa de mão-de-obra, quando esta não for disponível.

Material e Método

1. Descascamento Manual

1.1. Equipe de Pessoal

Esquema de Trabalho - Uma equipe de corte está composta da seguinte forma:

- a) Setor de 60 homens:
- 1 encarregado de corte
 - 2 auxiliares de corte
 - 6 operadores de moto-serra
 - 60 descascadores de madeira

- b) Setor de 120 homens:
- 1 encarregado de corte
 - 3 auxiliares de corte
 - 12 operadores de moto-serra
 - 120 descascadores de madeira

Os encarregados e auxiliares formam a chefia de cada setor. Cada operador de moto-serra comanda uma equipe de 10 descascadores distribuídos em duplas, e cada dupla trabalha numa picada.

1.2. Derrubada

Esquema de Trabalho - Esta operação é realizada especificamente pelo operador de moto-serra. No interior da floresta são demarcadas as picadas pelo sistema de piquetes, que formam linhas paralelas equidistantes de 14,40 metros. Após este planejamento o operador e sua equipe de descascadores (1 operador para 10 descascadores) são colocados nas frentes de trabalho tendo início a operação de derrubada; é realizada pelo sistema cruzado, ficando as árvores após serem abatidas umas por sobre as outras, procurando deixar a copa na "linha de galhos".

Equipamentos Utilizados - Para a operação de corte das árvores, o equipamento utilizado é a moto-serra. Atualmente o quadro de máquinas em uso na companhia compõe-se das marcas: STIHL 041-AV, JO-BU L6 e HUSQVARNA 162-SE.

Nas derrubadas em regiões de ventos ou áreas com bas-

tante declividade, são utilizadas "cunhas" e "cordas" para facilitar a queda dirigida das árvores. Também são usadas as "garras de apoio" com o objetivo de evitar que outros trabalhadores venham auxiliar o serrador a empurrar a árvore, propiciando maior número de horas perdidas.

1.3. Desgalhamento, Marcação e Seccionamento

Esquema de Trabalho - Após a derrubada, feita pelo operador de moto-serra, inicia-se a operação de desgalhamento, realizada pela dupla de descascadores, com o auxílio da moto-serra ou machadinha, cortando os galhos mais grossos e mais finos respectivamente.

Os galhos e folhagens são retirados do interior da picada e colocados no "faixo" ou "linha de galhos", propiciando desta forma um local limpo e livre para realização das outras operações.

A operação de marcação das árvores é realizada por um elemento pertencente a dupla de descascadores, que utiliza uma vara medidora e com a ajuda da machadinha marca na árvore o comprimento desejado da tora a ser cortada.

O seccionamento das toras é realizado exclusivamente pelo operador que com o auxílio da moto-serra secciona as árvores derrubadas nos locais planejados.

Equipamentos Utilizados - Operação de desgalhamento : efetuada com moto-serra e machadinha.

Operação de marcação : vara medidora e machadinha.

Operação de seccionamento : é realizada somente com o auxílio da moto-serra.

Comprimento dos Toretos - Os comprimentos dos toretes usados pela Riocell são:

- Eucalipto: equipe própria - 2,20 m
- Eucalipto: equipe empreiteira - 2,40 m

1.4. Descascamento

Esquema de Trabalho - Após ter sido realizado o seccionamento das toras, inicia-se a operação de descascamento.

O trabalho de descascamento é manual, sendo que a maioria dos descascadores usam a machadinha; em alguns locais de corte, com menor percentagem aparecem os descascadores que preferem o uso do facão.

As toras de maior diâmetro (acima de 20 cm) são descascadas no chão; aquelas cujo diâmetro apresenta-se inferior a 20 cm são descascadas em pé, e por este motivo a preferência pelo uso da machadinha, a qual facilita os movimentos de levante e deslocamento de toras.

Equipamentos Utilizados - Machadinha com peso de 900 gr, cabo de tamanho médio medindo 60 cm, e peso de aproximadamente 400 gr; o peso total da machadinha está em torno de 1.300 gr.

Facão, preferido por alguns é de tamanho normal e peso médio.

1.5 - Esteiramento e/ou Empilhamento

Esquema de Trabalho - A madeira após ter sido descascada é empilhada ou esteirada. Existem quatro situações diferentes:

- a) A madeira é descascada e colocada diretamente nas pilhas;

- b) A madeira é descascada e colocada na esteira (empilhamento parcial) para posterior empilhamento;
- c) A madeira é descascada sem ordenamento algum para posteriormente ser empilhada;
- d) A madeira após ser descascada e colocada diretamente na esteira e não será empilhada.

Equipamento Utilizado - O equipamento utilizado para o esteiramento e/ou empilhamento é a machadinha. Esta operação é difícil de ser realizada com o auxílio do facão.

Interpretação de Dados - O controle das produções é feita quinzenalmente. Os descascadores trabalham por hora, ganhando o salário mínimo mais um prêmio produção. No final de cada quinzena somam-se as horas de cada um dos componentes da dupla de descascadores, e temos:

Horas Trabalhadas - É a soma das horas realmente trabalhadas naquele serviço.

Horas Totais - É o resultado das horas anteriormente somadas e mais as seguintes:

- Horas trabalhadas em outros serviços
- Horas de chuva
- Horas de transporte (em itinerário)
- Horas de acidentes de trabalho
- Horas de faltas.

Unidade de Volume - A unidade de volume usada é o estere (st) que considera a madeira empilhada mais os espaços vazios.

Produção/St por Hora Trabalhada - É o volume de madeira descascada na quinzena, dividido pelas horas trabalhadas da quinzena.

Produção/St por Hora Total - É o mesmo volume produzido na quinzena, dividido pelas horas totais da quinzena.

A produção por hora trabalhada nos diz quanto rende um homem realmente trabalhando naquela tarefa.

A produção por hora total nos diz o rendimento médio que são computadas as ausências e tempos perdidos naquele tipo de trabalho.

2. Descascamento Mecânico

As florestas de eucalipto que estão sendo descascadas mecanicamente apresentam um volume de 38,53 st/ha/ano/s/casca. O trabalho mecanizado está sendo realizado somente em eucalipto, do qual não é objetivo da empresa, o aproveitamento de sua casca, que permanece no campo.

O descascador mecânico é o VALOMET VK 16E acionado através da tomada de força do trato agrícola VALMET 86 id. O desenvolvimento desta operação está sendo através do trabalho de vinte (20) conjuntos mecânicos, sendo observado paralelamente a sua viabilidade econômica bem como sua produtividade e desempenho, em nossas condições de trabalho.

Todas as variações que venham a ocorrer na apresentação dos rendimentos, estão diretamente ligados a alteração de métodos usados na tentativa de alcançar maior produtividade, além dos fatores normais que propiciam oxidação da produção.

2.1. Equipe de Pessoal

Esquema de Trabalho - Esta equipe está composta de :

- Preparadores: são os homens responsáveis pelo esteiramento da madeira com casca.
- Ajudante de Corte II ou Serradores: são aqueles que operam as moto-serras.
- Abastecedores: são os homens cuja responsabilidade é a colocação dos toretes no descascador mecânico, bem como o descarregamento dos mesmos após o descasque.
- Tratoristas: são aqueles que operam especificamente os tratores, nos quais estão acoplados os descascadores mecânicos.

2.2. Distribuição das Equipes

Setor de Corte - Ainda não se pode confirmar qual o tamanho ótimo de uma equipe neste novo sistema. Por este motivo daremos como exemplo a formação de uma equipe capaz de produzir 3.000 estereos/mês.

3 Ajudantes de Corte II

18 Preparadores

Total 21 Homens

Setor de Descascamento - Esta equipe é responsável pelos descascadores mecânicos, sendo compostas somente por pessoal classificado como Abastecedores e Tratoristas. Para a produção de 3.000 estereos é necessário a seguinte composição:

1 Tratorista

6 Abastecedores

Total 7 Homens

A equipe completa opera com 28 homens, e produzindo em condições normais, atinge a 3.000 estereos/mês.

Resultados

Anexo Quadros: 1, 2, 3, 4, 5, 6 e 7.

DESCASQUE MANUAL - ANO 1980

	<u>P/H/Tot.</u>	<u>P/H/Trab.</u>	<u>Produção/Ano</u>	<u>Horas/Totais</u>	<u>Horas Trab.</u>	<u>Nº de Homens</u>
Descascadores	0,41	0,52	337.836,8	818.422,0	646.626,5	341,0
Ajud.Corte II	3,53	4,12	337.836,8	95.830,0	81.999,0	40,0
Total						381,0

DESCASQUE MECÂNICO - ANO 1981

Preparadores	0,91	1,13	417.989,2	458.932,0	371.112,0	191,0
Ajud.Corte II	5,03	5,83	417.989,2	83.095,0	71.661,5	35,0
Abastecedores	1,95	2,71	405.375,7	207.880,0	149.702,5	87,0
Tratoristas	9,42	11,42	405.375,7	43.040,5	35.484,0	18,0
Total						331,0

2.3. Esquema de Trabalho

- Derrubada - Idem ao item 4.1.2.
- Desgalhamento -
- Marcação - Idem ao item 4.1.3.
- Seccionamento

2.4. Empilhamento/Esteiramento

Após a derrubada das árvores que é executada com moto-serra, é realizado o seccionamento dos toretes em 2,20 metros de comprimento. Os toretes distribuídos ao longo da floresta já abatida, são colocados em esteiras que atingem aproximadamente 30 a 50 cm de altura. A madeira neste momento é preparada para posteriormente receber o descascamento. A operação de empilhamento ou esteiramento é realizada com auxílio de machadinha.

2.5. Descascamento Mecanizado

Passou a ser a última operação da etapa que antecede a baldeação da madeira. O equipamento utilizado é o VALOMET VK 16E acoplado ao trator agrícola 86 id.

Para podermos observar o acréscimo de produtividade do homem, no conjunto de operações apresentadas, analisamos o seguinte aspecto:

(Manual)	337.836,8 st	: 381 hom =	886,7 st/hom/ano (1980)
(Mecânico)	417.989,2 st	: 331 hom =	1.262,8 st/hom/ano (1981)
(Variação)	42 %	-	Acréscimo de produtividade

QUADRO DE PESSOAL PARA A PRODUÇÃO DE 60.000 ST/MÊS

(Manual)	886,7 st : 12 meses = 73,9 st/hom/mês 3.000,0 st : 73,9 st = 40,6 homens $\frac{60.000 \times 40,6}{3.000} = 812$ homens
(Mecânico)	1.262,8 st : 12 meses = 105,2 st/hom/mês 3.000,0 st : 105,2 st = 28,5 homens $\frac{60.000 \times 28,5}{3.000} = 570$ homens
(Variação)	- Diferença a favor do sistema mecanizado: 242 hom. - O acréscimo de pessoal é de 42 %, em condições normais. - A variação do acréscimo pode atingir a 61 %.

Se considerarmos o total de 381 homens (Quadro Descasque Manual) e aplicarmos no descascamento mecanizado podemos concluir o seguinte:

$381 \text{ hom} \times 3.000 \text{ st}$	=	40.821,43 st/mês
28 hom		
337.836,8 st + 12 meses	=	28.153,07 st/mês
40.821,43 st x 12 meses	=	489.857,16 st/ano
489.857,16 st - 337.836,8 st	=	152.020,36 st/ano

Variação : O acréscimo de produtividade foi de 45 %.

Conclusões finais

Com o sistema de descascamento mecanizado, é possível aumentar a produtividade com uma redução significativa de mão-de-obra.

Com relação ao custo da operação, não identificado neste trabalho podemos afirmar que o maior custo do sistema manual de corte e descascamento de madeira, é o custo de mão-de-obra. No sistema apresentado, com o aumento da produtividade, o mesmo número de homens alcançam maior produção.

Concluimos que existe maior segurança no trabalho, no que tange ao cumprimento de cotas a serem executadas. Observamos que, neste sistema, também houve oxilação na produção em função da época do ano, porém menos significativamente.

Com relação a qualidade do descascamento, conseguimos o seu ponto ideal, quando a madeira encontra-se em estado de verde. O percentual de perda de madeira em função do descascamento não é significativo.

Agradecimentos

Os participantes desse trabalho não poderiam deixar de registrar seus agradecimentos ao Diretor Presidente Gen. Breno Borges Fortes, pelo entusiasmo e incentivo que sempre nos transmitiu, ao Diretor Superintendente Dr. Aldo Sani pelo apoio decisivo prestado às atividades florestais da Empresa, ao Superintendente Florestal Sr. Manoel E.R. Stringhini pela confiança depositada e o estímulo à pesquisa que nos proporciona e, sem cuja colaboração esse trabalho não teria alcançado seus objetivos.

Agradecemos, também, a todos os funcionários que de uma forma ou de outra prestaram sua colaboração.

1 - DEMONSTRATIVO DE PRODUTIVIDADE NO DESCASCAMENTO MANUAL

MÊS	Nº MÉDIO DE FUNC.	PRODUÇÃO — st			COMBUSTIVEL — lt				ARVORES			HORAS	
		TOTAL	P/H TOTAL	P/H TRAB.	GASOLINA	ÓLEO	GAS. P/st.	ÓLEO P/st.	ARVORES	st/A	PROD. HOMEM MÊS	TOTAL	TRABALHADA.
Janeiro	396,9	28.249,6	0,36	0,45	3.095	1.590	0,11	0,06	95.646	0,295	71,2	79.382,5	62.646,0
Fevereiro	416,3	34.604,0	0,42	0,51	3.435	1.600	0,10	0,05	112.120	0,309	83,1	83.262,5	67.466,0
Março	416,5	31.260,1	0,38	0,48	3.330	1.590	0,11	0,05	107.595	0,291	75,1	83.308,5	65.707,5
Abril	427,1	34.549,7	0,40	0,49	3.540	1.730	0,10	0,05	110.507	0,313	80,9	85.429,0	69.833,0
Mai	379,4	32.987,4	0,43	0,54	3.270	1.500	0,10	0,05	105.289	0,313	86,9	75.885,5	61.516,0
Junho	461,6	37.212,4	0,40	0,52	3.740	1.835	0,10	0,05	115.076	0,323	80,6	92.321,5	71.026,5
Julho	414,7	36.306,0	0,44	0,53	3.585	1.750	0,10	0,05	103.157	0,352	87,5	82.943,0	68.007,5
Agosto	250,9	22.660,2	0,45	0,61	2.180	1.020	0,10	0,05	56.395	0,402	90,3	50.173,0	37.023,0
Setembro	283,9	28.977,3	0,51	0,63	2.500	1.160	0,09	0,04	74.914	0,387	102,1	56.779,5	46.154,5
Outubro	228,9	19.327,8	0,42	0,54	1.870	780	0,10	0,04	56.202	0,344	84,4	45.778,5	35.851,0
Novembro	234,5	19.949,9	0,43	0,54	1.890	900	0,09	0,05	56.442	0,353	85,1	46.898,5	37.254,0
Dezembro	181,3	11.752,4	0,32	0,49	1.132	523	0,10	0,04	31.696	0,371	64,8	36.260,0	24.141,5
Somatório	341,0	337.836,8	0,41	0,52	33.567	15.978	0,10	0,05	1.025.039	0,330	82,6	818.422,0	646.626,5

2 - DEMONSTRATIVO DE PRODUTIVIDADE NA OPERAÇÃO DE MOTO-SERRAS/DESCASCAMENTO MANUAL

MÊS	Nº MÉDIO DE FUNC.	PRODUÇÃO -- st			COMBUSTIVEL -- lt				ARVORES			HORAS	
		TOTAL	P / H TOTAL	P / H TRAB.	GASO-LINA	ÓLEO	GAS. P / st.	ÓLEO P / st.	ARVORES	st / A	PROD. HOMEM MÊS	TOTAL	TRABA-LHADA.
Janeiro	47,4	28.249,6	2,98	3,48	3.095	1.590	0,11	0,06	95.646	0,295	596,0	9.479,5	8.122,5
Fevereiro	47,4	34.604,0	3,65	4,17	3.435	1.600	0,10	0,05	112.120	0,309	730,0	9.470,5	8.295,0
Março	49,0	31.260,1	3,19	3,77	3.330	1.590	0,11	0,05	107.595	0,291	638,0	9.807,0	8.289,0
Abril	49,9	34.549,7	3,46	3,90	3.540	1.730	0,10	0,05	110.507	0,313	692,4	9.986,0	8.850,0
Mai	48,1	32.987,4	3,43	3,98	3.270	1.500	0,10	0,05	105.289	0,313	685,8	9.627,5	8.284,5
Junho	53,5	37.212,4	3,48	4,12	3.740	1.835	0,10	0,05	115.076	0,323	695,6	10.692,0	9.040,0
Julho	47,0	36.306,0	3,86	4,37	3.585	1.750	0,10	0,05	103.157	0,352	772,5	9.408,0	8.317,5
Agosto	28,1	22.660,2	4,03	4,99	2.180	1.020	0,10	0,05	56.395	0,402	806,4	5.621,0	4.543,0
Setembro	32,7	28.977,3	4,43	5,28	2.500	1.160	0,09	0,04	74.914	0,387	886,6	6.539,5	5.483,6
Outubro	27,1	19.327,8	3,57	4,14	1.870	780	0,10	0,04	56.202	0,344	713,2	5.412,5	4.671,5
Novembro	26,7	19.949,9	3,73	4,31	1.890	900	0,09	0,05	56.442	0,353	747,2	5.346,5	4.628,5
Dezembro	27,2	11.752,4	2,65	3,38	1.132	523	0,10	0,04	31.696	0,371	529,4	4.440,0	3.474,0
Somatório	39,9	337.836,8	3,53	4,12	33.567	15.978	0,10	0,05	1.025.039	0,330	705,6	95.830,0	81.999,0

3 - DEMONSTRATIVO DE PRODUTIVIDADE NA OPERAÇÃO DE MOTO-SERRAS/PREPARAÇÃO DE MADEIRA COM CASCA

MÊS	Nº MÉDIO DE FUNC.	PRODUÇÃO -- st			COMBUSTIVEL -- lt				ARVORES			HORAS	
		TOTAL	P / H TOTAL	P / H TRAB.	GASO-LINA	ÓLEO	GAS. P / st.	ÓLEO P / st.	ARVORES	st / A	PROD. HOMEM MÊS	TOTAL	TRABA-LHADA.
Janeiro	26,7	21.062,4	3,94	4,40	2.170	940	0,10	0,04	51.605	0,408	788,9	5.346,0	4.787,5
Fevereiro	43,8	34.866,6	3,98	4,60	3.260	1.448	0,09	0,04	91.920	0,379	796,0	8.766,0	7.587,0
Março	35,8	35.521,2	4,96	5,47	3.260	1.502	0,09	0,04	83.404	0,426	992,2	7.167,0	6.492,5
Abril	38,7	35.294,1	4,57	5,37	3.504	1.381	0,10	0,04	105.102	0,336	912,0	7.731,5	6.567,0
Mai	38,3	35.648,9	4,66	5,29	3.535	1.490	0,10	0,04	86.106	0,414	930,8	7.651,5	6.741,0
Junho	40,0	39.822,3	4,98	5,64	3.985	1.625	0,10	0,04	100.380	0,397	995,6	7.994,5	7.066,5
Julho	29,0	27.881,6	4,81	5,50	2.910	1.125	0,10	0,04	77.207	0,361	961,4	5.796,0	5.073,5
Agosto	37,3	33.752,0	4,52	5,03	3.416	1.522	0,10	0,05	86.873	0,389	904,9	7.459,5	6.714,5
Setembro	29,1	28.231,8	4,85	7,17	2.652	1.216	0,09	0,04	68.264	0,411	970,2	5.819,0	3.939,0
Outubro	24,5	31.786,3	6,50	7,30	2.855	1.255	0,09	0,04	79.601	0,399	1.297,4	4.892,5	4.353,0
Novembro	36,9	50.633,6	6,86	7,66	4.320	1.730	0,09	0,03	120.759	0,419	1.372,2	7.379,0	6.606,0
Dezembro	35,5	43.488,4	6,13	7,58	3.746	1.517	0,09	0,03	102.891	0,423	1.225,0	7.092,5	5.734,0
Somatório	34,6	417.989,2	5,03	5,83	39.613	16.751	0,09	0,04	1.054.112	0,397	1.006,7	83.095,0	71.661,5

4 - DEMONSTRATIVO DE PRODUTIVIDADE NA PREPARAÇÃO DE MADEIRA COM CASCA

MÊS	Nº MÉDIO DE FUNC.	PRODUÇÃO — st			COMBUSTIVEL — lt				ARVORES			HORAS	
		TOTAL	P / H TOTAL	P / H TRAB.	GASO-LINA	ÓLEO	GAS. P / st.	ÓLEO P / st.	ARVORES	\$/ A	PROD. HOMEM MÊS	TOTAL	TRABA-LHADA.
Janeiro	154,4	21.062,4	0,68	0,83	2.170	940	0,10	0,04	51.605	0,408	136,4	30.870,5	25.512,0
Fevereiro	229,5	34.866,6	0,76	0,94	3.260	1.448	0,09	0,04	91.920	0,379	151,9	45.895,5	37.264,0
Março	198,7	35.521,2	0,89	1,06	3.260	1.502	0,09	0,04	83.404	0,426	178,8	39.742,0	33.628,0
Abril	203,9	35.294,1	0,87	1,05	3.504	1.381	0,10	0,04	105.102	0,336	173,1	40.782,0	33.643,0
Maio	212,3	35.648,9	0,84	1,05	3.535	1.490	0,10	0,04	86.106	0,414	167,9	42.462,0	34.018,0
Junho	225,9	39.822,3	0,88	1,11	3.985	1.625	0,10	0,04	100.380	0,397	176,3	45.176,5	35.742,5
Julho	161,0	27.881,6	0,87	1,08	2.910	1.125	0,10	0,04	77.207	0,361	173,2	32.190,5	25.732,5
Agosto	188,2	33.752,0	0,90	1,04	3.416	1.522	0,10	0,05	86.873	0,389	179,3	37.647,0	32.542,0
Setembro	163,1	28.831,8	0,87	1,33	2.652	1.216	0,09	0,04	68.264	0,411	173,1	32.615,0	21.198,0
Outubro	141,6	31.786,3	1,12	1,28	2.855	1.255	0,09	0,04	79.601	0,399	224,5	28.321,0	24.788,0
Novembro	213,6	50.633,6	1,19	1,41	4.320	1.730	0,09	0,03	120.759	0,419	237,0	42.713,0	35.966,0
Dezembro	202,6	43.488,4	1,07	1,40	3.746	1.517	0,09	0,03	102.891	0,423	214,7	40.517,0	31.078,0
Somatório	191,2	417.989,2	0,91	1,13	39.613	16.751	0,09	0,04	1.054.112	0,397	182,2	458.932,0	371.112,0

5 - DEMONSTRATIVO DE PRODUTIVIDADE NO ABASTECIMENTO DOS DESCASCADORES MECÂNICOS

MÊS	Nº MÉDIO DE FUNC.	PRODUÇÃO — st			COMBUSTIVEL — lt				ARVORES			HORAS	
		TOTAL	P / H TOTAL	P / H TRAB.	GASO-LINA	ÓLEO	GAS. P / st.	ÓLEO P / st.	ARVORES	\$/ A	PROD. HOMEM MÊS	TOTAL	TRABA-LHADA.
Janeiro	56,1	15.634,8	1,39	1,78	-	-	-	-	-	-	278,7	11.219,0	8.798,0
Fevereiro	83,5	23.406,8	1,40	1,89	-	-	-	-	-	-	280,3	16.695,0	12.383,0
Março	78,0	33.001,8	2,12	2,76	-	-	-	-	-	-	423,1	15.591,5	11.947,0
Abril	74,7	29.663,8	1,99	2,66	-	-	-	-	-	-	397,1	14.943,0	11.139,5
Maio	72,7	28.671,5	1,97	2,62	-	-	-	-	-	-	394,4	14.548,0	10.950,0
Junho	75,5	24.651,5	1,63	2,55	-	-	-	-	-	-	326,5	15.096,5	9.662,5
Julho	75,4	35.665,0	2,37	3,47	-	-	-	-	-	-	473,0	15.076,5	10.270,5
Agosto	109,8	47.294,1	2,15	2,90	-	-	-	-	-	-	430,7	21.966,0	16.294,0
Setembro	105,6	35.395,9	1,68	3,08	-	-	-	-	-	-	335,2	21.111,5	11.483,5
Outubro	97,6	42.425,1	2,17	2,80	-	-	-	-	-	-	434,7	19.527,0	15.133,0
Novembro	117,9	48.988,3	2,08	2,71	-	-	-	-	-	-	415,5	23.574,5	18.109,5
Dezembro	92,7	40.576,7	2,19	3,00	-	-	-	-	-	-	437,7	18.531,5	13.532,0
Somatório	86,6	405.375,7	1,95	2,71	-	-	-	-	-	-	390,1	207.880,0	149.702,5

6 - DEMONSTRATIVO DE PRODUTIVIDADE NA OPERAÇÃO DE TRATORES E DESCASCADORES MECÂNICOS

MÊS	Nº MÉDIO DE FUNC.	PRODUÇÃO — st			COMBUSTIVEL — lt				ARVORES			HORAS	
		TOTAL	P / H TOTAL	P / H TRAB.	GASO-LINA	ÓLEO	GAS. P / st.	ÓLEO P / lt.	ARVORES	st / A	PROD. HOMEM MÊS	TOTAL	TRABA-LHADA.
Janeiro	10,0	15.634,8	7,81	8,75	-	-	-	-	-	-	1.563,5	2.002,0	1.786,0
Fevereiro	12,2	23.406,8	9,61	11,47	-	-	-	-	-	-	1.918,6	2.434,5	2.040,5
Março	13,0	33.001,8	12,69	13,81	-	-	-	-	-	-	2.538,6	2.600,5	2.390,5
Abril	18,4	29.663,8	8,05	9,58	-	-	-	-	-	-	1.612,2	3.684,5	3.097,0
Mai	16,5	28.671,5	8,68	9,94	-	-	-	-	-	-	1.737,7	3.302,0	2.883,5
Junho	17,8	24.651,9	6,92	8,79	-	-	-	-	-	-	1.384,9	3.563,5	2.804,5
Julho	18,7	35.665,0	9,56	11,64	-	-	-	-	-	-	1.907,2	3.732,5	3.065,0
Agosto	19,8	47.294,1	11,93	12,90	-	-	-	-	-	-	2.388,6	3.964,5	3.667,5
Setembro	24,8	35.395,9	7,14	13,20	-	-	-	-	-	-	1.427,3	4.956,5	2.682,0
Outubro	18,8	42.425,1	11,26	12,56	-	-	-	-	-	-	2.256,7	3.767,5	3.378,0
Novembro	24,5	48.988,3	10,02	11,66	-	-	-	-	-	-	1.999,5	4.891,0	4.201,5
Dezembro	20,7	40.576,7	9,80	11,63	-	-	-	-	-	-	1.960,2	4.141,5	3.488,0
Somatório	17,9	405.375,7	9,42	11,42	-	-	-	-	-	-	1.887,2	243.040,5	35.484,0

7 - DEMONSTRATIVO DE PRODUÇÃO DO DESCASCADOR

PREFIXO	HORAS		TEMPO PERDIDO														PRODUÇÃO EM ST				
	TOTAL	TRABA-LHADA	ABAST. E MAN.		CONSERVO		AGUAR. COM.		ATOLADO		CHUVA		DISPONIVEL		DIVERSOS		TOTAL		VOLUME DESCASCADO	POR HORA	
			H	%	H	%	H	%	H	%	H	%	H	%	H	%	H	%		TOTAL	FRAB.
DV-01	192,0	-	-	-	-	-	192,0	100,0	-	-	-	-	-	-	-	-	192,0	100,0	-	-	-
DV-02	192,0	145,5	11,5	6,0	24,5	12,8	-	-	0,5	0,3	1,0	0,5	-	-	9,0	4,6	46,5	24,2	3.772,5	19,6	25,9
DV-03	192,0	35,0	4,5	2,3	6,0	3,1	115,5	60,2	-	-	-	-	25,0	13,0	6,0	3,2	157,0	81,4	738,8	3,8	21,1
DV-04	192,0	158,0	12,0	6,3	17,0	8,9	-	-	-	-	1,0	0,5	-	-	4,0	2,0	34,0	17,7	3.782,8	19,7	23,9
DV-05	192,0	80,0	12,0	6,3	6,0	3,1	66,0	34,4	-	-	0,5	0,3	21,0	10,9	6,5	3,3	112,0	58,3	1.878,0	9,8	23,5
DV-06	192,0	140,0	12,0	6,3	22,0	11,5	-	-	2,5	1,3	1,0	0,5	-	-	14,5	7,5	52,0	27,1	3.626,6	18,9	25,9
DV-07	192,0	117,5	16,0	8,3	7,5	3,9	0,5	0,3	-	-	0,5	0,3	47,0	24,5	3,0	1,5	74,5	38,8	2.324,8	12,1	19,8
DV-08	192,0	133,5	17,0	8,9	4,5	2,3	-	-	-	-	0,5	0,3	32,5	16,9	4,0	2,1	58,5	30,5	3.037,2	15,8	22,8
DV-09	192,0	108,5	8,5	4,4	27,0	14,1	38,5	20,1	2,0	1,0	1,0	0,5	-	-	6,5	3,4	83,5	43,5	2.699,2	14,1	24,9
DV-10	192,0	125,0	9,0	4,7	21,0	10,9	19,5	10,2	-	-	1,0	0,5	6,0	3,1	10,5	5,5	67,0	34,9	3.815,2	19,9	30,5
DV-11	192,0	146,0	11,0	5,7	30,5	15,9	-	-	-	-	1,0	0,5	-	-	3,5	1,9	46,0	24,0	3.259,9	17,0	22,3
DV-12	192,0	142,5	11,0	5,7	24,0	12,5	-	-	-	-	1,0	0,5	-	-	13,5	7,1	49,5	25,8	3.368,6	17,5	23,6
DV-13	48,0	15,0	0,5	1,0	2,0	4,2	-	-	-	-	-	-	28,5	59,4	2,0	4,2	33,0	68,8	213,5	4,6	14,6
DV-14	19,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	100,0	-	-	19,0	100,0	-	-	-
DV-15	19,0	10,5	2,0	10,5	1,0	5,3	-	-	-	-	-	-	4,5	23,7	1,0	5,2	8,5	44,7	263,6	13,9	25,1
DV-16	19,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	100,0	-	-	19,0	100,0	-	-	-
DV-17	23,5	5,5	2,0	8,5	7,0	29,8	-	-	-	-	-	-	9,0	38,3	-	-	18,0	76,6	108,5	4,6	19,7
DV-18	19,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	100,0	-	-	19,0	100,0	-	-	-
DV-19	15,5	6,5	1,0	6,5	-	-	-	-	-	-	-	-	8,0	51,6	-	-	9,0	58,1	107,6	6,9	16,6
DV-20	19,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	19,0	100,0	-	-	19,0	100,0	-	-	-
T O T A L	2486,0	1369,0	130,0	5,2	200,0	8,0	132,0	17,1	5,0	0,2	8,5	0,3	257,5	10,4	84,0	3,4	1117,7	44,9	35.001,8	15,3	24,1

Exploração e Produtividade de Florestas de Eucalipto Plantadas em Espaçamentos Não Convencionais

GUSTAVO CERQUEIRA DE REZENDE
PAULO F. DE CASTRO
TITO SÉRGIO DE ALMEIDA MORAES
CARLOS JOSÉ MENDES
WALTER SUITER FILHO
JOSÉ VIEIRA DRUMOND
Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara — CAF

Summary

On an experiment with non-conventional spacing, comprising two species of eucalyptus, executed in the Bom Despacho, MG, region, the harvesting was done at the age of 3.5 years.

The experiment consists of 16 different treatments with the area per plant ranging between 2.0 and 6.0 square meters, and the trees on a row arrangement.

A time-and-motion study was carried out during harvesting for the different experiments. There were also observations covering the wood drying curves for storage methods of the wood, which in turn showed a variation in connection with the spacing.

An analysis was made of the basic density of the wood; determination of the trunk x branches ratio, accurate volume measurement with and without barks.

The results yielded by the study established substantial differences among the data analyzed for the various groups.

Resumo

Em um ensaio de espaçamentos não convencionais, com duas espécies de eucaliptos, instalado em Bom Despacho - MG, foi feita a exploração aos 3,5 anos de idade.

O ensaio consta de 16 tratamentos diferentes, com a área por planta variando entre 2,0 e 6,0 m², onde as árvores são dispostas em renques.

Durante a exploração foi feito o estudo dos tempos e movimentos para os diferentes tratamentos. Também foram estudadas as curvas de secagem da madeira, para métodos de armazenamento da mesma que, por sua vez, variaram em função do espaçamento.

Foi feita a análise da densidade básica da madeira; determinação da relação fuste x galhada cubagem rigorosa com e sem casca.

Os resultados obtidos evidenciaram marcantes diferenças entre os dados analisados para os diferentes tratamentos.

1. INTRODUÇÃO

Os espaçamentos não convencionais, para plantios de eucaliptos, passaram a ser estudados recentemente, visando principalmente otimizar os métodos de implantação e exploração de florestas densas.

Nesses espaçamentos, as plantas são dispostas em renques, o que permite o plantio de um elevado número de árvores por hectare, deixando-se porém entre-linhas compatíveis com as dimensões dos equipamentos atuais. Tanto de equipamentos de implantação, como de manutenção e de exploração.

Além dessa peculiaridade dos modelos possíveis, existe também uma possibilidade de solução dos problemas de secagem da madeira no campo.

Como se sabe, com os espaçamentos usados atualmente, a complementação da secagem da madeira é feita com a mesma empilhada, o que prejudica o processo. Não existe possibilidade de secagem no campo, devido a regeneração dos cepos, que inicia-se cerca de 30 dias, após o corte e é extremamente prejudicada pela movimentação de equipamentos na área.

Com certos modelos de espaçamentos não convencionais, pode-se ter espaços entre linhas ("ruas"), que permitam a movimentação de equipamentos após a regeneração dos cepos.

Nessas "ruas", a madeira pode permanecer secando por tempo indeterminado, ao final do qual, por ocasião da sua retirada, a movimentação dos equipamentos não prejudica a brotação.

Neste trabalho serão apresentados resultados do desenvolvimento do eucalipto plantado em vários modelos de espaçamentos não convencionais e também os rendimentos das operações de exploração.

Determinou-se também as curvas de secagem para diferentes métodos e os efeitos dos espaçamentos em algumas qualidades físicas da madeira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

REZENDE (1980) estudou vários modelos de espaçamentos não convencionais em plantios de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus saligna*, concluindo que até a idade de dois anos, o espaçamento 3,0 x 1,0 x 1,0 m proporcionou o melhor crescimento volumétrico para ambas as espécies.

O mesmo autor (1981) divulgou novos dados do ensaio em idade mais avançada (42 meses), onde o *Eucalyptus grandis* mantinha a mesma tendência. Já o *Eucalyptus saligna* apresentava melhor crescimento volumétrico no espaçamento 4,0 x 1,0 x 1,0, onde são plantadas 4000 árvores/ha.

Outro autor que se dedicou a estudar espaçamentos não convencionais foi PEREIRA (1980), que em seu trabalho considerou diferentes formas de agrupar as plantas.

O autor cita o espaçamento em linha; o agrupamento de duas e de quatro plantas, e o espaçamento em linhas alternadas.

Os resultados citados no trabalho são relativos a Eucalyptus grandis aos 16 meses de idade e o autor conclui que o espaçamento 3,0 x 1,5 x 0,5 m com agrupamento de duas plantas, foi o que apresentou melhores resultados.

PEREIRA salienta porém que os resultados podem variar em idades mais avançadas.

Quanto aos rendimentos da exploração de florestas plantadas em espaçamentos não-convencionais, não foram encontrados dados na literatura consultada porém REZENDE (1980) estudando a exploração de floresta plantada no espaçamento 1,5 x 1,0 m, concluiu que o rendimento da derrubada das árvores com moto-serra foi de 15,2 m³/homem/dia, contra 28 m³/homem/dia na floresta tradicional. Já o rendimento da operação de desdobramento e desgalhamento foi maior na floresta densa (6,2 m³/homem/dia contra 5,8 m³/homem/dia).

3. MATERIAL E MÉTODO

O experimento foi instalado em área de cerrado de Bom Despacho - MG, em terras pertencentes à Cia. Siderúrgica Belgo-Mineira.

Utilizou-se mudas de Eucalyptus grandis Hill ex-Maiden, procedente de Zimbabwe (Rodésia), e Eucalyptus saligna procedente de Itatinga, São Paulo, produzidas através de semeadura direta em saco de polietileno.

O plantio foi manual, em covas, e por ocasião deste, aplicou-se 150 g/planta de NPK (10-28-6) + boro e zinco.

Os tratamentos, em número de 16, foram dispostos num delineamento de blocos ao acaso, com 3 repetições e parcelas de 1200 m² (20 x 60 m).

São os seguintes espaçamentos:

Aos 3,5 anos de idade foi feita a medição dos diâmetros (DAP) e alturas de todas as árvores do experimento, após o que, selecionou-se um bloco de cada espécie onde foram feitos os seguintes levantamentos:

3.1 Classificação das árvores em 8 classes de DAP e sorteio de 4 árvores por classe, nos seguintes tratamentos:

- E. grandis - Espaçamentos 3,0 x 1,0 x 1,0 m;
3,0 x 1,0 x 2,0 m; 4,0 x 1,0 x 2,0 m;
5,0 x 1,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m.

- E. saligna - Espaçamentos 3,0 x 1,0 x 1,0 m;
3,5 x 1,0 x 1,5 m; 4,5 x 1,0 x 1,5 m;
5,0 x 1,0 x 2,0 m e 3,0 x 1,5 m.

3.2 Cubagem rigorosa, pelo método de Smalian, de todas as árvores selecionadas.

3.3 Das árvores cubadas rigorosamente, seleção de uma por classe e pesagem dos componentes (fuste e galhada) separadamente.

3.4 Retirada das amostras do material pesado para secagem em estufa e determinação do peso seco e densidade básica do fuste.

3.5 Homogeneização do material seco em estufa, desconsiderando-se as classes de diâmetro, e retirada de amostras para determinação do conteúdo de nutrientes

QUADRO 1 - Distancias existentes entre as árvores de uma mesma faixa, entre as faixas e espaçamentos resultantes, número de árvores por hectare e área por árvore, nos diferentes espaçamentos.

DISTANCIA DENTRO DAS FAIXAS (m)	DISTANCIA ENTRE AS FAIXAS (m)	ESPAÇAMENTOS (m)	Nº DE ÁRVORES POR ha	ÁREA POR ÁRVORE (m ²)
1,0 x 1,0	3,0	1,0 x 1,0 x 3,0	5,000	2,00
	3,5	1,0 x 1,0 x 3,5	4,444	2,25
	4,0	1,0 x 1,0 x 4,0	4,000	2,50
	4,5	1,0 x 1,0 x 4,5	4,444	2,25
	5,0	1,0 x 1,0 x 5,0	4,000	2,50
1,0 x 1,5	3,0	1,0 x 1,5 x 3,0	3,636	2,75
	3,5	1,0 x 1,5 x 3,5	4,000	2,50
	4,0	1,0 x 1,5 x 4,0	3,636	2,75
	4,5	1,0 x 1,5 x 4,5	3,333	3,00
	5,0	1,0 x 1,5 x 5,0	3,636	2,75
1,0 x 2,0	3,0	1,0 x 2,0 x 3,0	3,333	3,00
	3,5	1,0 x 2,0 x 3,5	3,077	3,25
	4,0	1,0 x 2,0 x 4,0	3,333	3,00
	4,5	1,0 x 2,0 x 4,5	3,077	3,25
	5,0	1,0 x 2,0 x 5,0	2,857	3,50
3,0 x 1,5 m	(Testemunha)	3,0 x 1,5	2,222	4,50

3.6 Cronometragem dos tempos gastos na exploração do Eucalyptus grandis plantado no espaçamento 3,0 x 1,0 x 1,0 m (2,0 m²/árvore); 3,0 x 1,0 x 1,5 m (2,25 m²/árvore); 3,0 x 1,0 x 2,0 m (2,5 m²/árvore); 4,0 x 1,0 x 2,0 m (3,0 m²/árvore); 5,0 x 1,0 x 2,0 m (3,5 m²/árvore) e 3,0 x 1,5 m (4,5 m²/árvore) - Testemunha).

O método de trabalho adotado com a descrição das operações está a seguir:

- Derrubar com moto-serra sem ajuda de empurrador. Operação composta dos seguintes elementos: Entalhar, derrubar, mover e posicionar: mover para outra fila e mover para um novo eito.
- Desdobrar em toras de 3,0 m. Operação composta dos seguintes elementos: desdobrar, mover e posicionar, desgallar com moto-serra, eleirar galhada e mudar de fileira.
- Embandeirar as toras de forma adequada para posterior carregamento com grua. Operação composta dos seguintes elementos: Embandeirar toras, desgallar com machadinho os restos do desgalhamento, eleirar galhada e mudar de fileira.

Todos os elementos foram cronometrados separadamente, corrigidos os ritmos e calculados as fadigas para determinação do coeficiente de descanso.

Além da cronometragem dos elementos, computou-se os tempos de interferência tais como: preparar o equipamento deslocamento até o local de operação, mudança de área; ahastecimento da máquina; limpeza do equipamento, etc.

A moto-serra utilizada foi INTERTEC MOD. 133.

3.7 Separação dos tratamentos em dois grupos, em função da largura das ruas, para determinação das curvas de secagem.

Para determinação das curvas de secagem, como se desejava verificar as possibilidades de melhoria, em função do espaçamento, procedem-se da seguinte forma:

a) Antes da exploração marcou-se com tinta branca, a 1,30 m de altura, todas as árvores cubadas rigorosamente. Tal marcação permitiu que a coleta de amostras para determinação das curvas de secagem fosse feita sempre a 1,30 m de altura, o que diminui erros de amostragem.

b) Seleção das parcelas marcadas em dois grupos.

Grupo I Espaçamentos com "ruas" < 3,5 m de largura - 3,0 x 1,0 x 1,0 m e 3,0 x 1,0 x 2,0 m (Eucalyptus grandis)

Grupo II Espaçamentos com "ruas" > 3,5 m de largura - 4,0 x 1,0 x 2,0 m (E. grandis), 5,0 x 1,0 x 2,0 m; 3,5 x 1,0 x 1,5 m e 4,5 x 1,0 x 1,5 m (E. saligna).

c) Retirada do material do grupo I, para o pátio da carvoaria, 30 dias após o corte. O material do Grupo II permaneceu embandeirado ou espalhado no campo por 120 dias.

d) Coleta mensal de discos com ± 5 cm de espessura nas toras marcadas com tinta branca, em 15 toras com as seguintes dimensões:

Grupo I 24 a 31 cm de circunferência

Grupo II E. grandis - 26 a 31 cm de circunferência

E. saligna - 27 a 34 cm de circunferência

e) Determinação da percentagem de umidade das amostras através da secagem em estufa, a 105°C, até peso constante.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE

Tanto para o Eucalyptus grandis como para o Eucalyptus saligna, a sobrevivência das árvores não foi significativamente afetada pelos tratamentos.

Observa-se porém que, em termos médios, a sobrevivência do Eucalyptus grandis é ligeiramente superior à do Eucalyptus saligna.

O crescimento das árvores de ambas as espécies, avaliado através da altura, diâmetro e volume, foi afetado de maneira significativa pelos espaçamentos (Quadros 2 e 3).

Para o caso do E. grandis, observou-se diferenças significativas a nível de 5% de probabilidade (Teste de Tukey) para os diâmetros e volumes. Já para o E. saligna tais diferenças foram verificadas apenas para os diâmetros.

Nas parcelas plantadas com E. grandis, os diâmetros tenderam a aumentar com o aumento do espaçamento e os volumes tiveram tendência inversa.

Para o E. saligna, a tendência dos diâmetros foi a mesma, porém os volumes, apesar de não apresentarem diferenças significativas, passam por um máximo nos espaçamentos que fornecem cerca de 2,5 m² por planta (4,0 x 1,0 x 1,0 e 3,0 x 1,0 x 2,0 m).

Para as quantidades de material inaproveitável, observamos não haver diferenças marcantes entre as duas espécies, embora a percentagem de casca do E. saligna seja ligeiramente maior do que a do E. grandis.

Quando verificamos o efeito do espaçamento sobre as percentagens de material inaproveitável, observamos que as duas espécies se comportam de maneira diferente (Quadros 2 e 3). E. grandis apresenta a maior percentagem de material inaproveitável, em peso seco, no espaçamento 4,0 x 1,0 x 1,5 m (2,75 m²/árvore) enquanto que para o E. saligna esta maior percentagem ocorre na parcela testemunha (3,0 x 1,5 m - 4,5 m²/árvore). Quanto a percentagem de casca, ambas as espécies apresentam os maiores valores na parcela testemunha (3,0 x 1,5 m).

4.2 RESULTADOS DA EXPLORAÇÃO

Todos os dados foram levantados apenas para 6 tratamentos do Eucalyptus grandis, selecionando-se além da testemunha 3,0 x 1,5 m, que fornece 4,5 m² por planta, aqueles tratamentos que forneceram 2,00; 2,25; 2,50; 3,00 e 3,50 m² por planta.

QUADRO 2 - Diâmetro (DAP), volume sólido, volume comercial, com casca, altura total, material inaproveitável em volume, em peso seco e em altura, e percentagem de casca do Eucalyptus grandis, aos 42 meses de idade, plantado em diferentes espaçamentos.

ESPAÇAMENTO (m)	SOBREVIVÊNCIA (%)	DIÂMETRO (cm)	ALTURA TOTAL (m)	VOL. SÓLIDO TOTAL (m ³ /ha)	VOLUME COMERCIAL COM CASCA (m ³ /ha) **	MATERIAL INAPROVEITÁVEL (%)			CASCA (%)
						EM VOLUME	EM PESO SECO	EM ALTURA	
3,0 x 1,0 x 1,0	97,7 a	7,9 b	12,9 a	145,7 a	150,6	10,4	10,5	21,7	17,3
3,0 x 1,0 x 1,5	94,7 a	8,4 ab	12,9 a	144,2 a	129,2	10,4	10,9	21,7	17,3
3,0 x 1,0 x 2,0	95,3 a	7,5 b	11,5 a	104,3 ab	92,2	11,6	15,3	22,6	19,0
3,5 x 1,0 x 1,0	94,7 a	8,4 ab	12,6 a	139,0 a	124,6	10,4	10,6	22,2	17,3
3,5 x 1,0 x 1,5	93,7 a	8,4 ab	12,8 a	143,4 a	126,8	11,6	15,6	22,7	19,0
3,5 x 1,0 x 2,0	95,3 a	8,1 b	12,2 a	132,3 ab	127,0	11,6	15,7	22,1	19,0
4,0 x 1,0 x 1,0	95,3 a	8,1 b	12,4 a	121,8 ab	107,7	11,6	15,7	22,6	19,0
4,0 x 1,0 x 1,5	95,3 a	8,4 ab	12,4 a	128,1 ab	113,2	11,6	17,8	22,6	19,0
4,0 x 1,0 x 2,0	95,3 a	8,5 ab	12,2 a	102,0 ab	95,8	10,4	13,5	18,1	18,8
4,5 x 1,0 x 1,0	93,7 a	8,9 ab	12,8 a	144,7 a	127,9	11,6	15,8	22,7	19,0
4,5 x 1,0 x 1,5	93,3 a	8,6 ab	12,0 a	109,5 ab	98,1	10,4	13,8	18,3	18,8
4,5 x 1,0 x 2,0	92,3 a	8,9 ab	12,0 a	111,1 ab	99,5	10,4	13,1	18,3	18,8
5,0 x 1,0 x 1,0	93,0 a	8,8 ab	13,1 a	131,8 ab	118,0	10,4	13,2	18,3	18,8
5,0 x 1,0 x 1,5	93,3 a	9,2 ab	13,1 a	135,9 a	119,9	10,4	13,0	18,3	18,8
5,0 x 1,0 x 2,0	93,3 a	8,5 ab	11,7 a	85,1 b	73,4	11,7	11,8	21,4	17,7
3,0 x 1,5	95,3 a	10,1 a	12,4 a	102,1 ab	88,6	12,4	13,7	21,0	22,5

* As médias seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Calculados desconsiderando-se todo o material com diâmetro igual ou menor que 3,0 cm.

QUADRO 3 - Diâmetro (DAP), volume sólido, volume comercial com casca, altura total, material inaproveitável em volume, em peso seco e em altura, e percentagem de casca, do Eucalyptus saligna, aos 42 meses de idade, plantado em diferentes espaçamentos.

ESPAÇAMENTO (m)	SOBREVIVÊNCIA (%)	DIÂMETRO (cm)	ALTURAS (m)	VOL. SÓLIDO TOTAL (m ³ /ha)	VOLUME COMERCIAL COM CASCA (m ³ /ha) **	MATERIAL INAPROVEITÁVEL (%)			CASCA (%)
						EM VOLUME	EM PESO SECO	EM ALTURA	
3,0 x 1,0 x 1,0	82,3 a	7,4 b	10,2 a	113,5 a	99,6	12,2	11,8	22,6	22,8
3,0 x 1,0 x 1,5	87,7 a	7,3 b	9,6 a	91,9 a	80,7	12,2	11,7	22,9	22,8
3,0 x 1,0 x 2,0	89,7 a	8,3 ab	11,1 a	123,3 a	109,0	11,6	13,4	23,4	19,3
3,5 x 1,0 x 1,0	85,0 a	7,9 ab	10,4 a	111,5 a	97,8	12,3	12,3	23,1	22,8
3,5 x 1,0 x 1,5	89,0 a	7,8 a	10,4 a	107,6 a	95,1	11,6	13,6	23,1	19,5
3,5 x 1,0 x 2,0	85,7 a	9,1 ab	11,3 a	114,4 a	101,1	11,6	15,3	23,0	19,3
4,0 x 1,0 x 1,0	88,3 a	8,4 ab	11,4 a	125,4 a	110,8	11,6	13,5	23,0	19,3
4,0 x 1,0 x 1,5	89,3 a	8,8 ab	11,2 a	122,8 a	108,5	11,6	13,3	23,2	19,3
4,0 x 1,0 x 2,0	87,0 a	8,7 ab	11,0 a	106,2 a	96,1	9,5	11,4	17,3	27,8
4,5 x 1,0 x 1,0	85,0 a	8,4 ab	10,2 a	108,1 a	95,5	11,7	13,3	23,5	19,3
4,5 x 1,0 x 1,5	89,3 a	8,8 ab	11,2 a	96,6 a	87,4	9,5	11,9	17,0	22,8
4,5 x 1,0 x 2,0	85,0 a	8,6 ab	10,3 a	83,4 a	75,5	9,5	11,6	17,5	22,8
5,0 x 1,0 x 1,0	85,3 a	8,4 ab	9,7 a	77,6 a	70,2	9,5	10,9	17,5	22,8
5,0 x 1,0 x 1,5	91,0 a	8,2 ab	10,1 a	84,0 a	76,0	9,5	11,2	16,8	22,8
5,0 x 1,0 x 2,0	88,5 a	9,4 ab	11,2 a	96,5 a	85,6	11,3	14,3	20,5	22,9
3,0 x 1,5	89,3 a	9,9 a	12,5 a	104,4 a	93,6	10,3	19,4	18,4	25,0

* As médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

** Calculados desconsiderando-se todo o material com diâmetro igual ou menor que 3,0 cm.

QUADRO 4 - Tempo padrão, produção nas operações de exploração e volume médio por árvore e por tora, para os espaçamentos considerados.

VARIÁVEIS	UNIDADES	ESPAÇAMENTOS (m) e ÁREA/PLANTA (m ²)					
		3,0x1,0x1,0 (2,00)	3,0x1,0x1,5 (2,25)	3,0x1,0x2,0 (2,50)	4,0x1,0x2,0 (3,00)	5,0x1,0x2,0 (3,50)	3,0x1,5 (4,50)
1. DERRUBAR							
- Tempo Padrão	minuto/árvore	0,21	0,19	0,22	0,22	0,22	0,29
- Produção	arv/homem/dia	1710	1890	1640	1640	1640	1240
2. DESDOBRRAR E EMBANDEIRAR							
- Tempo Padrão	minuto/tora	0,35	0,36	0,36	0,39	0,39	0,48
- Produção	tora/homem/dia	1030	1000	1000	920	920	750
3. VOLUMES							
- Por árvore	m ³ /árvore	0,0363	0,0300	0,0300	0,0378	0,0378	0,0420
- Por tora	m ³ /tora	0,0096	0,0090	0,0090	0,0105	0,0101	0,0114
4. RENDIMENTO DAS OPERAÇÕES							
- Derrubar	minuto/m ³	5,79	6,33	7,33	5,16	5,82	6,90
- Desdobrar em band.	minuto/m ³	36,5	40,0	40,0	37,1	38,6	42,10
- Total	minuto/m ³	42,3	46,3	47,3	42,3	44,4	49,00
5. PRODUÇÃO POR HOMEM/DIA	m ³ /homem/dia	8,5	7,8	7,6	8,5	8,1	7,30

Os resultados da exploração (Quadro 4) nos mostrou que a produção por homem/dia varia de 8,5 m³ no espaçamento que fornece 2,0 m³/árvore, a 7,3 m³ no espaçamento que fornece 4,5 m²/árvore. Nota-se também que a produtividade não é diretamente proporcional à área por planta, pois no espaçamento que fornece 2,5 m²/árvore esta variável é menor que naquelé que fornece 3,0 ou 3,5 m²/árvore.

Assim sendo, as variáveis que podem explicar as variações da produtividade seriam volume/árvore e também o espaçamento dentro das faixas, visto que o serrador derruba uma faixa cada vez e o tempo de deslocamento entre uma faixa e outra é desprezível.

O quadro seguinte permite uma melhor avaliação desta acertiva.

QUADRO 5 - Produtividade da exploração, por espaçamento, área/árvore, dentro das faixas e volumes por árvore.

ESPAÇAMENTOS (m)	ÁREA/ÁRVORE DENTRO DAS FAIXAS (m ²)	VOLUME/ÁRVORE (m ³)	PRODUÇÃO m ³ /homem/dia
3,0 x 1,0 x 1,0	1,0	0,0363	8,5
3,0 x 1,0 x 1,5	1,5	0,0300	7,8
3,0 x 1,0 x 2,0	2,0	0,0300	7,6
4,0 x 1,0 x 2,0	2,0	0,0426	8,5
5,0 x 1,0 x 2,0	2,0	0,0378	8,1
3,0 x 1,5	4,5	0,0420	7,3

Estes dados podem ser ajustados por uma equação, onde se obtém:

$Z = 6,35 + 71,61 X - 0,046 Y$, onde "Z" é a produtividade do serrador, "X" é o volume por árvore, "Y" é a área por árvore dentro das faixas e o coeficiente de determinação (r^2) = 0,9980.

4.3 QUALIDADE DA MADEIRA E CURVA DE SECAGEM

a) Qualidade da Madeira

Como parametro de avaliação da qualidade da madeira adotou-se a densidade básica.

Esta variável foi determinada para as duas espécies, separadamente, nas árvores cubadas rigorosamente.

Observa-se no Quadro 6, que o *E. saligna* apresenta maior densidade básica do que o *E. grandis*. Observa-se também que os espaçamentos afetam a densidade básica desta segunda espécie, a qual tende a aumentar com o aumento da área/árvore.

Observa-se também que para esta mesma espécie, as árvores mais grossas possuem maior densidade.

Este fato explica as variações entre espaçamentos, pois como se verifica no Quadro 2, nos menores espaçamentos estão os menores diâmetros médios.

Para o *E. saligna*, as variações por tratamento são desordenadas não apresentando tendências, o mesmo acontecendo em relação ao diâmetro médio.

A densidade básica foi adotada para determinar as produtividades, em matéria seca, nos diferentes espaçamentos, e também o fuste x "finos", por espaçamento.

Observando-se os dados do Quadro 7, verificamos que, apesar da maior densidade básica do *E. saligna*, a maior produção de matéria seca foi obtida no espaçamento 3,0 x 1,0 x 1,0 m plantado com *E. grandis*. A produtividade deste tratamento é 9% maior do que o melhor tratamento do *E. saligna* (3,5 x 1,0 x 1,0 m).

Ainda naquele mesmo quadro, observamos que a estrutura da floresta (fuste x "finos") é afetada apenas pelo espaçamento e não pela espécie.

Assim temos, para o menor espaçamento do *E. grandis* (3,0 x 1,0 x 1,0 m), 89% de fuste e 11% de "finos" e o maior (3,0 x 1,5 m) 86% de fuste e 14% de "finos".

QUADRO 6 - Densidade básica (g/cm^3) da madeira, de Eucalyptus grandis e Eucalyptus saligna, aos 42 meses de idade, por classe de DAP, em diferentes espaçamentos...

ESPÉCIES	AREA/ARVORE (m^2)	ESPAÇAMENTOS (m)	DENS. BÁSICA (CLASSE DE DAP (cm))			MÉDIA
			≤ 5,0	5,1-10,0	≥ 10,0	
<u>E. grandis</u>	2,0	3,0x1,0x1,0	0,38	0,40	0,42	0,40
	2,5	3,0x1,0x2,0	0,39	0,40	0,42	0,41
	3,0	4,0x1,0x2,0	0,41	0,42	0,41	0,42
	3,5	5,0x1,0x2,0	0,42	0,40	0,42	0,41
	4,5	3,0x1,5	0,50	0,45	0,46	0,46
	MÉDIAS		0,39	0,41	0,43	0,41
<u>E. saligna</u>	2,0	3,0x1,0x1,0	0,40	0,43	0,42	0,43
	2,5	3,0x1,0x1,5	0,42	0,42	0,42	0,42
	3,0	4,5x1,0x1,5	0,42	0,42	0,44	0,43
	3,5	5,0x1,0x2,0	0,42	0,41	0,45	0,43
	4,5	3,0x1,5	0,39	0,42	0,44	0,44
	MÉDIAS		0,42	0,42	0,44	0,43

QUADRO 7 - Produção de matéria seca total dos troncos e dos finos, para Eucalyptus grandis e Eucalyptus saligna, plantados em diferentes espaçamentos, aos 42 meses de idade.

ESPAÇAMENTOS (m)	PRODUÇÃO DE MATERIA SECA (Kg/ha)					
	<u>Eucalyptus saligna</u>			<u>Eucalyptus grandis</u>		
	TRONCO	FINOS	TOTAL	TRONCO	FINOS	TOTAL
3,0 x 1,0 x 1,0	58.463	7.852	66.315	69.618	8.194	77.812
3,0 x 1,0 x 1,5	49.132	6.483	55.614	68.795	8.413	77.208
3,0 x 1,0 x 2,0	56.454	8.232	65.186	43.242	7.800	51.042
3,5 x 1,0 x 1,0	62.572	8.786	71.358	67.918	8.014	75.932
3,5 x 1,0 x 1,5	50.456	7.940	58.396	53.305	9.869	63.174
3,5 x 1,0 x 2,0	53.553	8.194	61.747	49.886	9.260	59.146
4,0 x 1,0 x 1,0	55.208	8.559	63.807	47.628	8.890	56.518
4,0 x 1,0 x 1,5	55.247	8.468	63.715	45.598	9.002	51.600
4,0 x 1,0 x 2,0	60.940	7.860	68.800	50.485	7.852	58.337
4,5 x 1,0 x 1,0	52.723	8.085	60.808	50.317	9.476	59.793
4,5 x 1,0 x 1,5	54.675	7.360	62.035	51.573	7.925	59.498
4,5 x 1,0 x 2,0	50.696	6.662	57.358	52.984	8.021	61.005
5,0 x 1,0 x 1,0	50.013	6.124	56.137	58.159	8.882	67.041
5,0 x 1,0 x 1,5	51.620	6.511	58.131	59.282	8.895	68.177
5,0 x 1,0 x 2,0	48.251	8.043	56.294	40.855	5.463	46.318
3,0 x 1,5	51.105	12.325	63.430	43.802	6.965	50.767
MÉDIA	53.819	8.001	61.820	53.340	8.308	61.460
(%)	87,1	12,9	-	86,8	13,2	-

Para o E. saligna a tendência de maior percentagem de finos, nos maiores espaçamentos, é mais acentuada. Existe 12% de "finos" no espaçamento 3,0 x 1,0 x 1,0 m e 20% no espaçamento 3,0 x 1,5 m.

Ao se comparar os valores médios das duas espécies, observa-se aproximadamente valores iguais, ou seja, 13% de finos e 87% de fuste.

Sobre a estrutura florestal, é importante salientar que uma floresta plantada em espaçamento 3,0 x 1,5 m não é para ser cortada com 3,5 anos e sim em idades mais avançadas, quando a estrutura modifica-se.

b) Curva de Secagem

Os dados foram levantados para tres diferentes métodos de secagem, de acordo com o descrito no item 3.7.

Após determinadas as umidades, nos diferentes períodos de secagem, os dados foram ajustados de acordo com a seguinte equação:

$$\% \text{ umidade} = a + b (\text{tempo de secagem}) + c (\text{tempo de secagem})^2$$

Os dados obtidos estão contidos no quadro seguinte:

QUADRO 8 - Percentual de umidade (base seca) para diferentes métodos de secagem, em função do tempo de secagem.

TEMPO DE SECAGEM (dias)	GRUPO I		GRUPO II
	LENHA ESPALHADA	LENHA EMBANDEIRADA	LENHA EMPILHADA
0	128,5	128,6	142,5
30	78,3	77,6	89,1
60	44,1	42,5	51,6
90	27,9	25,4	32,1
120	29,7	26,5	30,6

As equações com os respectivos coeficientes de determinação foram:

a) GRUPO I - LENHA ESPALHADA

$$\% \text{ UMIDADE} = 130,53 - 2,04 (\text{TEMPO}) + 0,01 (\text{TEMPO})^2$$

$$r^2 = 0,9913$$

b) GRUPO I - LENHA EMBANDEIRADA

$$\% \text{ UMIDADE} = 130,68 - 2,07 (\text{TEMPO}) + 0,01 (\text{TEMPO})^2$$

$$r^2 = 0,9519$$

c) GRUPO II - LENHA EMPILHADA

$$\% \text{ UMIDADE} = 144,64 - 2,15 (\text{TEMPO}) + 0,01 (\text{TEMPO})^2$$

$$r^2 = 0,9056$$

Os dados do Quadro 8, permitem observar que, de uma maneira geral, todos os tratamentos, aos 90 dias de secagem, apresentavam umidade adequada para carbonização, sendo que a lenha do Grupo I, posta para secar espalhada ou embandeirada no campo, secou mais rápido do que a do Grupo II, que foi empilhada na carvoaria após 30 dias de secagem no campo.

Todo o material do Grupo I apresentava-se em condições de carbonização com período de secagem próximo a 60 dias.

6. CONCLUSÕES

Os dados obtidos permitem tirar as seguintes conclusões, para aquelas condições, e até os 42 meses de idade.

- O Eucalyptus grandis comporta-se de maneira diferente do Eucalyptus saligna, frente a diferentes espaçamentos
- Para o Eucalyptus grandis, as maiores produções de madeira ocorrem nos menores espaçamentos. Já para o Eucalyptus saligna tais produções ocorrem em espaçamentos intermediários que fornecem cerca de 2,5 m³/árvore.
- As percentagens de material inaproveitável variam com o parametro considerado, e com o espaçamento. Entre as duas espécies consideradas, a variação é mínima.
- O rendimento da exploração, quando se considera as diferentes áreas por árvore, é função do volume por árvore e do espaçamento dentro das faixas. Esta variação pode ser determinada dentro dos limites considerados pela equação:

$$\text{Produtividade do serrador (m}^3/\text{homem/dia)} = 6,35 + 71,61$$

$$(\text{volume}/\text{árvore} - \text{m}^3) - 0,046 (\text{área}/\text{árvore dentro da faixa} - \text{m}^2)$$

- A densidade básica do Eucalyptus grandis é menor do que a do Eucalyptus saligna. Esta variável, no caso do E. grandis, varia também a função da área por árvore e do diametro da árvore. Para o E. saligna estas variações são menos acentuadas.
- Para ambas as espécies, a quantidade de biomassa relativa aos troncos representa cerca de 87% da biomassa total.
- O método de secagem afetou as curvas, sendo que a lenha posta para secar no campo, espalhada ou embandeirada, perde umidade mais rapidamente do que aquela empilhada na carvoaria.
- Para secagem no campo, 60 dias são suficientes para se obter uma umidade adequada à carbonização. Para secagem de lenha empilhada são necessários cerca de 90 dias.

LITERATURA CONSULTADA

- BELLOTE, A.F.J., et alii. Extração e Exportação de Macronutrientes e Micronutrientes pelo Eucalyptus grandis (Mill. ex-Maiden) em função da idade. In: SIMPÓSIO IUPRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 25-30. Agosto 1980 9 pag.
- MALAVOLTA, E., et alii. Nutrição mineral e adubação de plantas cultivadas. São Paulo, Pioneira, 1974. pag. 127-139.
- PEREIRA, A.R. Estudo de modelos de espaçamentos na implantação de florestas de ciclos curtos. SIF, Viçosa, Bol. Técnico nº 7. 1980, 16 pag.
- SULTER FILHO, W. et alii. Produção de florestas de Eucalyptus de ciclo curto para fins energéticos. Boletim Técnico. SIF, Viçosa (3): 1-9, 1980.
- ZEN, S. et alii. Variação da concentração de nutrientes ao longo do caule de Eucalyptus saligna: Implicações na utilização energética dos resíduos florestais. Piracicaba, IPEF, Circ. Técnica nº 136,

Arraste de Desbastes de *Pinus spp* com Animais — Uma Opção no Sistema de Exploração

R. M. SPELTZ
M. F. MOREIRA
Indústria Klabin do Paraná de Celulose S.A.

Summary

The authors describe two different methods of thinning exploitation in *Pinus spp* and *Araucária angustifolia* utilized by Indústria Klabin do Paraná de Celulose S/A, comparing results obtained of the use of adapted agricultural tractors and the system using doubles of horses.

Resumo

Os autores descrevem os métodos utilizados pela Indústria Klabin do Paraná de Celulose S/A de exploração de desbastes de *Pinus spp* e *Araucária angustifolia*, comparando resultados obtidos com o sistema usando tratores agrícolas adaptados e com o sistema usando parêlhas de cavalos.

INTRODUÇÃO

Não só a crise do petróleo tem-nos acenado com dificuldades, como os custos crescentes. Dessas duas acertivas nasceu na Klabin do Paraná a orientação de que alguma coisa deveria ser feito com relação ao arraste de madeira oriunda de desbastes de *Pinus* e *Araucária* usando tração animal, a exemplo de outras empresas de grande porte que já o fazem por motivos diversos. Em razão da disponibilidade, foi escolhido o cavalo como o animal de tração; tanto o boi como o burro não são encontrados nesta região do Paraná. Foi iniciado o serviço com seis parêlhas e foram selecionados talhões de 1º desbaste de *Pinus taeda*, cuja topografia é de difícil trabalho para tratores convencionais usados na Fazenda Monte Alegre, conforme adiante descritos. Mais tarde este número foi ampliado para 23 parêlhas. O uso de cavalos foi bem sucedido no trabalho, especialmente pelo fato dos talhões serem bastante acidentados. Naturalmente os cavalos puxaram as árvores de cima para baixo, mas isto não constitui-se problema. Cabe aqui para melhor entendimento do sistema, uma descrição do método de desbaste usado pela Klabin: faz-se a retirada da 6ª linha com seletivo intercalados no 1º desbaste, sobrando 5 linhas. No 2º desbaste retira-se a 3ª linha com seletivo intercalar e nos subsequentes só se faz seletivo. Des-

ta maneira tanto os cavalos como os tratores podem trafegar dentro do talhão usando o ramal que fica aberto com a retirada da 6ª linha e para onde são arrastadas normalmente as árvores derrubadas e já desganhadas, sendo então amontoadas " pé com pé ".

Como adiante se descreve, a comparação dos rendimentos e custos entre arraste com cavalos e tratores, mostrou-se promissora. Importante, só fizemos o serviço em primeiro desbaste, pois acreditamos que do 2º em diante o material ficaria muito pesado para os animais com sensível queda de rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

1- Descrição do sistema de arraste com cavalos.

Inicialmente o talhão a sofrer o 1º desbaste, após a marcação das árvores, recebe uma turma de operários que faz a derrubada, o desganhamento e arruma as árvores "pé com pé" em direção ao contorno ou divisora mais próxima, no ramal aberto pela retirada da 6ª linha. Em seguida, outra turma de operários composta pelos tropeiros e traçadores é que fazem o serviço de traçagem no contorno ou divisora do talhão, conforme seja mais favorável a topografia para o arraste. Assim o trabalho fica descrito conforme mostra a figura 1.

a- Derrubada e desganhamento: Feito por operário com auxílio de moto-serra para derrubar e machado para desganhado.

b- Arraste: 1 tropeiro e 2 animais cavallares que passa uma corrente na parte inferior dos troncos arrasta-os numa média de 4 a 6 por deslocamento, até o contorno do talhão ou divisora, onde a equipe da moto-serra o aguarda.

c- Traçagem: Na divisora ou contorno 1 operador de moto-serra e mais 4 auxiliares traçam as árvores em pedaços de 4,8 m e a ponta com 1,2 m até o β mínimo de 6 cm, empilhando a madeira. A relação de parêlhas/equipe de traçagem é de 3:1 ou seja, 3 parêlhas abastecem 1 equipe de traçagem.

d- Medição: No contorno o feitor conta as árvores arrastadas e no escritório é feita a conversão para estereo do número de árvores para efeito de pagamento aos operários e controle da produção.

e- Carregamento: Findo os serviços de arraste do talhão, a equipe do setor de transporte faz o carregamento dos troncos de 4,8 m, usando como equipamento tratores MF-285, acco-

plados com guindastes madeiros Munck-Jones MI-6166. A madeira curta de 1,2m é carregada manualmente e representa 1,0% do volume apenas.

f-Transporte: É feito em caminhões simples com capacidade de 10 t, desde os contornos, pelas estradas principais (acascalhadas) até à Fábrica.

5- Os rendimentos obtidos são:

nº ordem	Dist. em m		Dist. em m		Dist. em m		Dist. em m	
	0 - 50	51 - 100	101 - 150	151 - 200	St	St	St	St
01	27,34	25,85	11,75	10,87				
02	47,19	28,88	15,80	-				
03	43,67	18,79	11,55	10,11				
04	41,77	23,00	11,20	8,67				
05	37,00	23,45	15,05	-				
06	36,07	21,51	13,67	-				
07	34,81	26,26	12,82	-				
08	32,91	22,78	12,73	-				
09	31,59	17,09	10,11	-				
10	33,03	18,59	11,39	8,35				
Média	36,53	22,62	12,60	9,5				
s	6,05	3,74	1,79	1,19				
C	5,74	3,55	1,70	1,03				
c.v.	16,56	16,53	14,20	12,52				

Média de todas as distâncias : 22,22 st/dia

2- Descrição do sistema de arraste com trator.

O sistema é o mesmo para o anterior, diferindo apenas no item arraste, que é feito com tratores. A relação entre trator/equipe de traçagem é de 1 : 1.

3- Rendimentos obtidos com trator.

Deixamos de apresentar um quadro estatístico dos rendimentos com trator, uma vez que temos como consagrada em Monte Alegre a média de 60 st/dia de produção por máquinas de arraste com barra.

4- Cálculo do custo da hora máquina do trator:

Composição do custo horário do trator MF 265X, equipado com barra para arraste de madeira.

Valor para compraCr\$ 2.099.787,00
 Valor dos pneusCr\$ 77.427,20
 Valor para remuneração do capital.Cr\$ 2.022.359,80
 Valor para revenda (10%).....Cr\$ 209.978,70

Valor para amortizaçãoCr\$ 1.812.381,10

Custo de Propriedade:

1.1-Amortização em 10.000 horas.....Cr\$ 181,24

1.2-Remuneração do capital a razão de 20% a.a. durante 5 anos:

$$J = \frac{5+1}{5 \times 2} \times \frac{\text{Cr\$ } 2.022.359,80 \times 20 \times 5}{10.000 \times 100} \text{ Cr\$ } 121,35$$

1.3- Seguro : 4% a.a.
 $\text{Cr\$ } 2.099.787,00 \times 4 \times 5 = \text{Cr\$ } 42,00$ 344,59

Custo Operacional:

2.1- Combustível: 5,73 l/h x 62,00.... Cr\$ 355,26
 2.2- Lubrificantes: 1/5 de 2.1 Cr\$ 71,06
 2.3- Manutenção: 60% s/1.1 + 1.2..... Cr\$ 181,56
 2.4- Pneus: 2.500 horas (V. útil)..... Cr\$ 30,97
 2.5- Operador e Enc. Sociais:
 Cr\$ 116,50 x 1,75..... Cr\$ 203,88 842,73

Custos Indiretos:

3.1- Administração: 10% s/ítem 2 Cr\$ 84,27
 3.2- Eventuais: 10% s/ítem 2 + 3.1.... Cr\$ 92,70
 3.3- Comboio..... Cr\$ 66,00 242,97
 Total..... 1.430,29

Rendimento médio: 7,5 st/h

$$\text{Custo/st: } \frac{1.430,29}{7,5} = \text{Cr\$ } 190,70/\text{st}$$

5- Composição do custo dos cavalos:

Valor de compra: Cr\$ 60.000,00
 Valor de revenda: 0

a- Custo de propriedade

a.1- Amortização em 8 anos ou 96 meses
 Cr\$ 60.000 : 96 Cr\$ 625,00/mês

a.2- Remuneração do capital 20% a.a. em 8 anos.

$$J = \frac{8+1}{8 \times 2} = \frac{\text{Cr\$ } 60.000 \times 20 \times 8}{96 \times 100} = \text{Cr\$ } 562,50/\text{mês}$$

b- Custo Operacional:

b.1- Milho: 4 kg/dia x Cr\$ 16,00/kg x 30dd = Cr\$1.920,00/mês

b.2- Arreame: 0,5/ano a Cr\$ 10.000/unidade = Cr\$ 416,67/mês

b.3- Outros:(sal, açúcar,vacinas,remédicos) = Cr\$1.000,00/mês

SOMA..... Cr\$4.524,17/mês

Custo da parelha: Cr\$ 9.048,34

O valor de tabela de pagamento pago por IKPC ao operário condutor da parelha é de Cr\$ 99,01/st.

Admitindo-se um rendimento (Conf. quadro) de 22,22 st/dia teremos: Cr\$ 99,01 x 22,22 st x 22 dias/mês=Cr\$ 48.400,00

Posto que a despesa é de Cr\$ 9.048,34, sobram para cada operário Cr\$ 39.351,70.

CONCLUSÃO

Para uma conclusão final, analisemos o quadro abaixo:

	Rendimento st/hora	Custo/hora Cr\$	Custo/ st Cr\$	Leis Soc. %	Total Cr\$ / st
Cavalos	2,78	-	99,01	72,0	170,29
Trator	7,50	1.430,29	190,70	-	190,70

A composição acima foi necessária para darmos um denominador comum aos dois sistemas, uma vez que a análise do rendimento do trator é feita por hora, enquanto os custos e análise das parelhas é feito por mês. Todavia o custo final por estereo arrastado até a divisora ou contorno é comparável.

Do custo final infere-se que há uma economia de Cr\$ 20,41/st. Explica-se que devido aos altos custos sociais de IKPC, esta diferença não é maior, pois os operários tropeiros são regidos pelo Funrural, mas recebem da Cia, casa, assistência médica hospitalar, escola, etc. gratuitamente, tal como os demais. As leis sociais simples não ultrapassariam a 32 %.

É nossa opinião que o arraste com cavalos constitui-se em opção de trabalho, especialmente para terrenos íngremes onde o trator tem dificuldades de acesso e onde também seus custos são mais elevados.

BIBLIOGRAFIA:

STOHR, G.W.D. et alii - II Curso de Atualização sobre Sistemas de Exploração e Transporte Florestal. Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná - Curitiba - 1978.



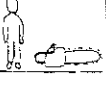

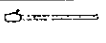


AGRADECIMENTOS:

Deixamos patenteados nossos agradecimentos à Direção da Indústria Klabin do Paraná de Celulose S/A.

Ao Sr. Artur Oscar Bodstein, Gerente Florestal, pelas facilidades proporcionadas para tornar realidade o presente trabalho.


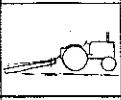



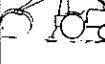

A todos os demais funcionários da Gerência Florestal responsáveis pela execução desta ou daquela tarefa, que teve como objetivo a possibilidade da realização do presente trabalho.

SERVIÇO COM CAVALOS
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

LOCAL DE TRABALHO TRABALHOS PARCIAIS CÓDIGO	POCAMENTO	DIVISORA OU CONTORNO	ESTRADA PRINCIPAL
1 - DERRUBAR E DESGALHAR			
2 - ARRASTAR			
3 - TRAÇAR			
4 - EMPILHAR			
5 - MEDIR			
6 - CARREGAR			
7 - TRANSPORTE			

SERVIÇO COM TRATOR
REPRESENTAÇÃO GRÁFICA

Fig. 4.

LOCAL DE TRABALHO TRABALHOS PARCIAIS CÓDIGO	POCAMENTO	DIVISORA OU CONTORNO	ESTRADA PRINCIPAL
1 - DERRUBAR E DESGALHAR			
2 - ARRASTAR			
3 - TRAÇAR			
4 - EMPILHAR			
5 - MEDIR			
6 - CARREGAR			
7 - TRANSPORTE			

Mecanização de Exploração Florestal em Campos do Jordão

TERUNOBU SUZUKI
JUN-ICHI KONUMA
MASARU KOBAYASHI
JICA — JAPÃO
LUÍS ALBERTO BUCCI
FBCN
JOSÉ MARIA MOTTA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Summary

The establishment of low cost logging system by mecanization was considered to be necessary in keeping with rapid developing of afforestation in São Paulo mountain forest.

The logging system in Brazil was not so mechanized as they were in other advanced countries especially in mountainous region so far.

The technical cooperation project for the Forestry Research between Japan (JICA) and Brazil (SAA-I.F.) was started in 1980 and it's a five years program.

The pine forest of Campos do Jordão State Park (8,172 ha), located on the Mantiqueira Mountains in eastern part of São Paulo State, is selected as the logging technical cooperation field. There are 4,000 ha of Pinus sp stands aged 17-23 which requires thinning.

In order to carry out more effective thinning operation and also to avoid the erosion on the mountain region, the wheeled skidder and the mono cable system were introduced from Japan.

The experimental area (12,24 ha) were divided into two logging zone, the 1/3 of the area in gentill slope was for the skidder, the other 2/3 in steep slope was for the mono cable system.

The skidder pulls uphill 10-20 tree lengths at one time, at a distance of 50-60 meters, doing this operation 10 times per day on the average.

The mono cable system was set up at first, at the shape of number "8" and later of letter "0", and the main cable was extended for about 1,200 m of wire cable (12mm ϕ) which is supported at tress by zig-zag blocks.

The transported volume was 170 turns at maximum per day and 100 turns on the average.

The dally production was from 7 to 8 cubic meters, but it can be increased up to 30 cubic meters with practice.

Resumo

A necessidade de racionalizar as atividades florestais, em especial a exploração, levou nos últimos anos ao desenvolvimento de sistemas de coleta de madeira altamente mecanizados.

Até agora a exploração florestal, no Brasil, não atingiu o grau de mecanização como a de muitos países desenvolvidos, especialmente em terrenos de topografia acidentada.

A cooperação técnica para os Recursos Florestais entre Japão (JICA) e Brasil (SAA-I.F.), o contrato é de 5 anos e foi iniciado em 1.980.

O local escolhido para os trabalhos foi o Parque Estadual de Campos do Jordão, cuja área perfaz um total de 8.172 ha, localizados na Serra da Mantiqueira, a nordeste do Estado de São Paulo. As florestas do gênero Pinus sp deste parque abrange 4000ha, sendo a idade deste povoamento entre 17 e 23 anos, os quais necessitam de desbastes.

A fim de realizar mais racionalmente a operação de desbaste de proteger o solo para evitar erosão na referida região, decorreu a introdução dos equipamentos com a concretização do projeto.

A área onde se localiza o projeto com 12,24 ha, foi implantado dois sistemas para a exploração da madeira; na parte mais plana superior, correspondendo 1/3 da área, instalou-se o sistema com trator e nos 2/3 restante, parte acidentada, o sistema de cabos aéreos.

O trator realiza a operação de puxar árvores cortadas, numa quantidade de 10 a 15 de uma vez, numa distância de 50 a 60 metros, fazendo em média 10 viagens de ida e volta por dia.

O sistema com monocabo primeiramente foi instalado na forma do número "8" e depois da letra "0", foi estendido pela área aproximadamente 1.200m de cabo de aço com 12mm de diâmetro, que é suportado através das roldanas dentadas especiais suspensas em árvores.

A produção diária é de 7 a 8 metros cúbicos, mas com a prática poderá aumentar até 30 metros cúbicos diárias.

INTRODUÇÃO

A necessidade de racionalizar as atividades florestais, em especial a exploração, por ser um dos itens de maior custo do setor durante a vida de um povoamento, levou nos últimos anos ao desenvolvimento de sistemas de coleta de madeira altamente mecanizados.

Embora a mecanização não seja a única forma de racionalização nos trabalhos florestais ela tem um lugar de elevada importância nos esforços para reduzir os custos e tornar mais humano o trabalho nas florestas.

Até agora a exploração florestal, no Brasil, não atingiu o grau de mecanização como a de muitos países desenvolvidos, especificamente em terrenos de topografia acidentada.

Visando um estabelecimento de novas técnicas de exploração mecanizada, para a referida situação, está em desenvolvimento o "Projeto de Mecanização da Exploração Florestal", entre o Governo do Estado de São Paulo (SAA-Instituto Florestal) e o Governo do Japão (JICA).

Já em 1980 foi iniciada a vinda dos primeiros equipamentos do Japão e em 1981 de técnicos, para transmitirem e desenvolverem o treinamentos aos técnicos e operários brasileiros.

MATERIAL E METODOS

Os equipamentos estudados são: um YARDER Y252E (força motriz para o monocabo) e um trator IWAJUJI T-50 (modelo SKIDDER) (foto 1e5).

O local escolhido para os trabalhos é o Parque Estadual de Campos do Jordão cuja área perfaz um total de 8.172 ha, localizados na Serra da Mantiqueira, a nordeste do Estado de São Paulo. As florestas do gênero Pinus sp deste parque abrangem 4.000 ha, sendo a idade deste povoamento entre 17 e 23 anos, os quais necessitam de desbastes. (fig. 1)

A coleta de madeira, até então, era realizada à base do trabalho braçal. Estes trabalhadores puxavam a madeira morro abaixo, de dois torestes de dois metros de comprimento por vez, através de corda ou corrente até a estrada. Cada homem retirava 30 torestes por dia numa distância média de 50 metros.

A fim de realizar mais racionalmente a operação de desbaste, na referida região, e a fim de proteger o solo para evitar erosão estudou-se a introdução dos equipamentos ora tratados.

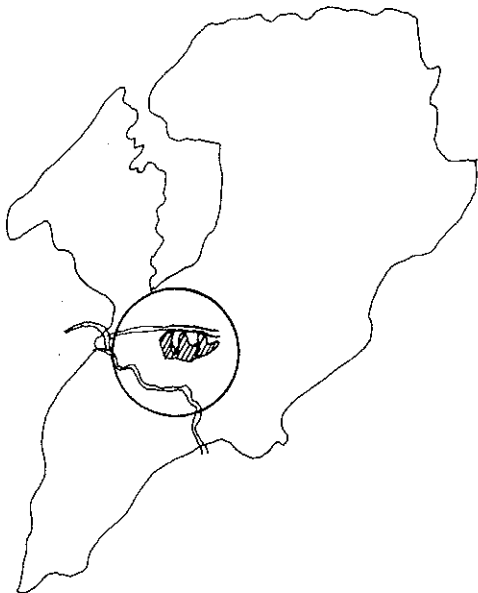


fig.1 P.E. DE CAMPOS DO JORDÃO
Situação da Área no parque

RESULTADOS OBTIDOS

Os trabalhos realizados no Parque Estadual de Campos do Jordão em termos de exploração e exploração florestal, teve que passar primeiramente por um estudo com os quais estabeleceriam áreas economicamente a ser exploradas, limites de declividades, pontos estratégicos para localização da instalação do trator e guincho para movimentação dos cabos aéreos, proteção das árvores quanto ao ponto de apoio dos cabos aéreos e principalmente treinamento do pessoal quanto a tecnologia e metodologia a ser empregada.

Alguns resultados, ainda que preliminares, já podem ser obtidos com algumas vantagens em relação a exploração normal.

O trator realiza a operação de puxar árvores cortadas, numa quantidade de 10 a 15 de uma vez, numa distância de 50 a 60 metros, fazendo em média 10 viagens de ida e volta por dia. (foto 5)

O trabalho de trator pode ser executado em áreas de até 30° de inclinação o local ideal seria uma com a inclinação de até 20° caso em que será evitada a erosão e estrago de terreno. (foto 6)

Para a colocação de cabos aéreos, foi necessário para a 1ª área o tempo de 3 semanas e para a 2ª área de 2 semanas.

A força necessária para movimentar o Yarder é de 15 HP no mínimo.

O peso ideal para o serviço de cabo aéreo para essas áreas é de 1,5 a 2 toneladas.

Uma das vantagens do uso do cabo aéreo é que não estraga o solo. Independentemente da distância, pode-se transportar facilmente em ambas as áreas.

O volume transportado por dia em fechos é de 170 no máximo, sendo a média 100.

A produção diária é de 7 a 8 metros cúbicos, mas com a prática poderá aumentar para até 30 metros cúbicos diários.

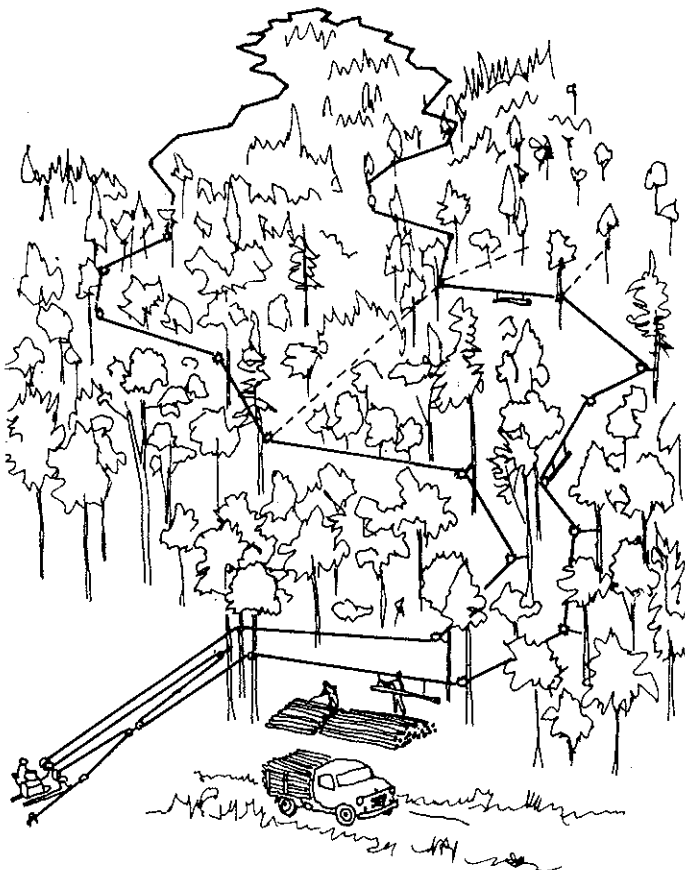


fig.2
SISTEMA MONOCABO

A área inicial a ser desbastada, com um total de 12,24 ha, foi dividida em dois métodos de exploração, uma com o trator ou com o monocabo.

A intensidade do desbaste para toda esta área foi de 60%, sendo o mesmo seletivo. Não foi adotado o desbaste seletivo-sistemático, tampouco o sistemático.

O sistema com monocabo possui uma potência de 67 HP e é denominado pelo fabricante de YARDER Y-252-E (IWA FUJI). Tem três bobinas, sendo uma a motriz. Foi estendido pela área aproximadamente 1.200m de cabo de aço com 12mm de diâmetro, que é suportado com roldanas especiais suspensas em árvores selecionadas previamente, chamadas de "suportes", e a altura destes, nessas variam de 2,0m a 5,0m da superfície do solo. O sistema consiste de intervalos (distância entre roldanas, que variam de 10m a 50m, sendo a média 26,0m de distância e que possibilita a exploração numa área de 3,5ha. A madeira é amarrada no monocabo em dois pontos através de cordas. Os feixes de madeira no monocabo devem ser colocados à mesma distância um do outro. (foto 2 e 4; fig.2)



Foto 1. YARDER - Sistema Monocabo

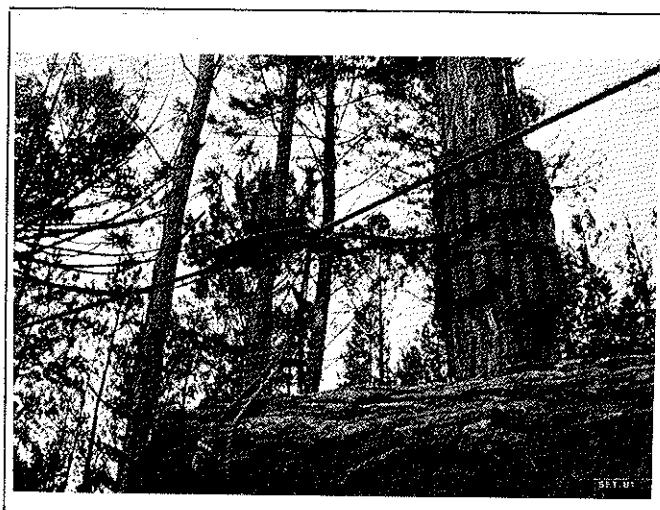


Foto 2. ROLDANA DENTADA e ponto de apoio do cabo aéreo

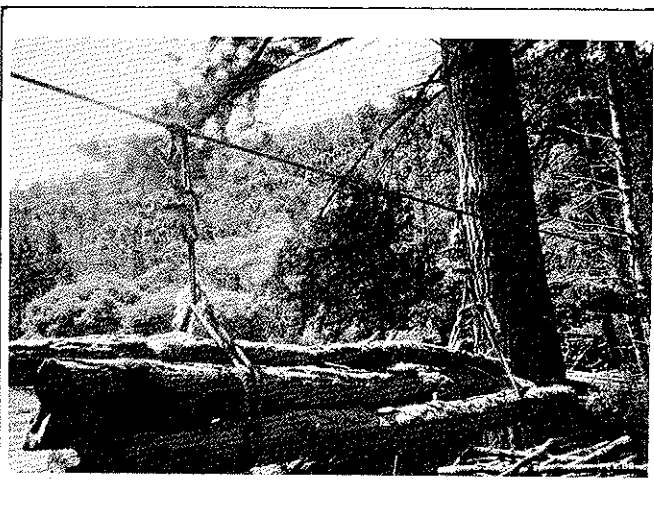


Foto 3. GUINCHO automático para o transporte

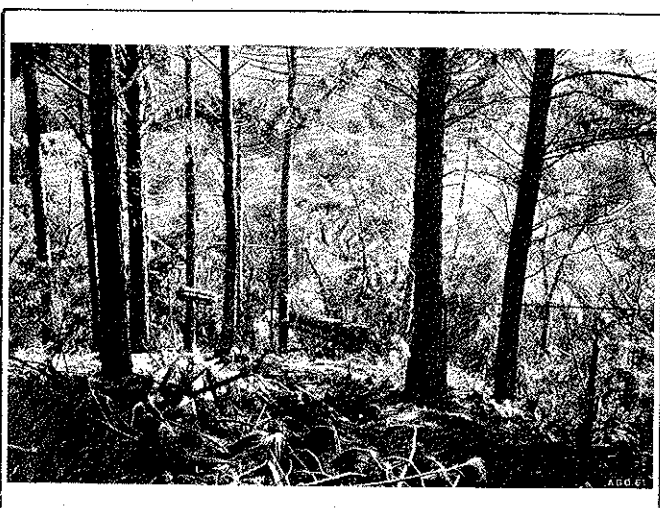


Foto 4. Sistema de cabo aéreo

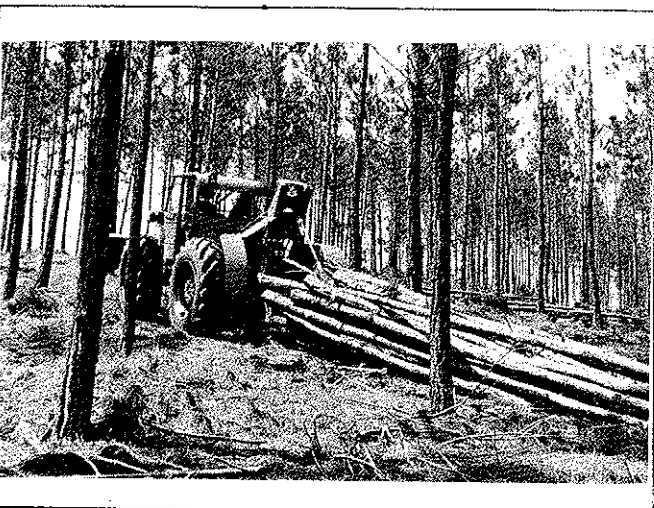


Foto 5. Exploração com trator florestal

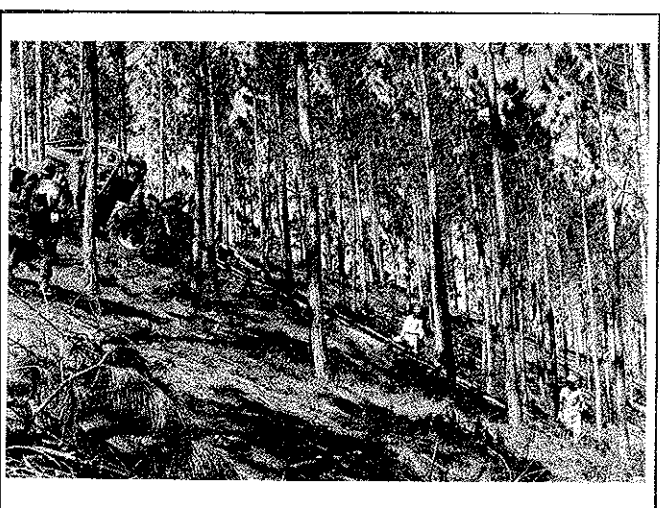
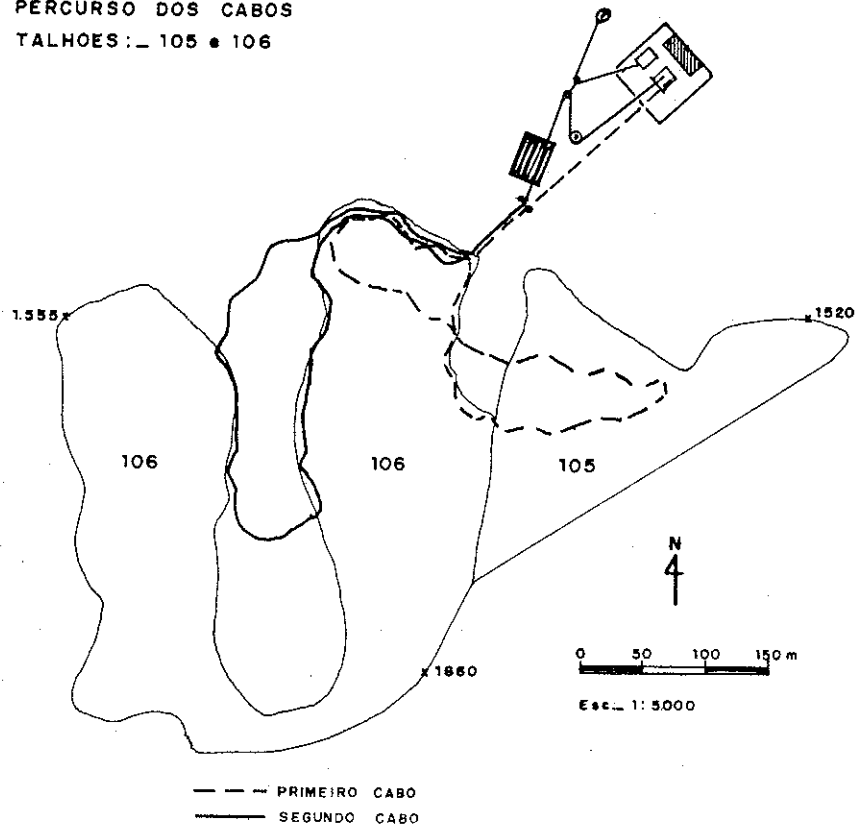


Foto 6. Exploração em terreno acidentado

fig.3 PERCURSO DOS CABOS
TALHOES: - 105 e 106



Cinco funcionários trabalharam nos serviços, sendo 3 para carregar, 1 para descarregar e outro operador de máquina.

Também foram usados os ganchos automáticos para auxiliar essa operação ganchos esses já fabricados no Brasil (fot.3).

Nesta região o sistema para os primeiros estudos, foi instalado na forma do número "8" e depois da letra "O" (fig.3).

Nas áreas de encostas acidentada na parte plana superior, que corresponde 1/3 da área utilizamos o sistema de trator e a área acidentada o cabo aéreo, superfície essa mais ou menos de 2/3 da área.

Os sistemas acima mencionados executam os trabalhos independentemente.

O trator é o modelo IWA FUJI-T-50, possui 73 HP, um guincho reboque para 6.300 kg puxados em linha e uma lâmina dianteira que pode ser usada para empilhar os fustes no aceiro ou no ramal. Os fustes são puxados montanha acima, do local da derrubada até o ramal por um cabo de 12mm de diâmetro, sendo depois empilhado, traçado e transportado.

A inclinação média desta área é de 25%. O transporte do ramal até o estaleiro é realizado por um caminhão equipado com grua, carroceria de ferro e guincho dianteiro.

Os dados de rendimento já estão sendo calculados e analisados para divulgação, bem como outros detalhes do sistema utilizado naquela região.

LITERATURA CONSULTADA

- KONUMA, J., T. SUZUKI & M. KOBAYASHI. 1981. Technical Cooperation on logging, São Paulo Project, Brazil. In IUFRO Congress, Kyoto, Japan
- PEARCE, J.K. & G. STENZEL. 1972. Logging and Pulpwood Production. The Ronald Press Co. New York

Teste de Máquina Levco 540 na Eliminação de Tocos de Eucaliptos

LUCIANO BAIÃO VIEIRA
EDELWEISS FELIX DA SILVA
Depto. de Engenharia Agrícola — UFV

A máquina LEVCO TM 540 é fabricada pelo LEVCO MANUFACTURES INC., WYNNE, ARKANSAS-EUA. O Sr. Bela Thuroyui do Estado do Paraná, Brasil, importou uma unidade, em setembro de 1975. É um implemento projetado para eliminar tocos de árvores cortadas bem próximo à superfície do solo. De acordo com informações do fabricante, a LEVCO TM 540 precisa, para seu transporte e operação, de um trator agrícola de pneu, da faixa de 35 a 55 HP.

O preço de aquisição da máquina, na época da importação, foi de US\$2,437.50.

Para realizar o seu trabalho que é a eliminação dos tocos, a máquina tem como órgão ativo um cilindro dentado com 71 cm de diâmetro e 33 cm de largura. O cilindro é acionado pela tomada de potência do trator. Seu movimento vertical é comandado pelo sistema de levantamento hidráulico, permitindo a colocação do cilindro sobre o toco que, assim, é triturado até abaixo da superfície do solo. Os resíduos (farelo) do toco serão incorporados ao solo no ato de seu preparo.

A unidade da LEVCO TM 540 foi colocada, informalmente, à disposição do Departamento de Engenharia Agrícola, da Universidade Federal de Viçosa (UFV), pelo proprietário, para acoplamento e testes com tratores nacionais.

O acoplamento e as regulagens iniciais foram realiza-

das no Laboratório de Mecanização Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Para o teste escolheu-se uma área de eucaliptos com aproximadamente 400 m² do Sítio da Economia - UFV. Os eucaliptos, com espaçamento médio de 3 x 2,5 m, foram cortados com motosserra, deixando tocos com uma altura e diâmetro médio de 9 cm e 20 cm, respectivamente. A declividade média da área é aproximadamente de 19%, com ruas de plantio razoavelmente limpas.

Utilizou-se para acionamento da máquina um trator Valmet 65-ID de 58 CV (SAE) de propriedade da Universidade Federal de Viçosa.

Foram eliminados da área 47 tocos, registrando-se individualmente o diâmetro a altura do toco acima do solo, o tempo gasto para a remoção do toco, a profundidade de corte do toco (abaixo do nível do solo), o tempo de deslocamento do trator entre os tocos e o consumo de combustível do trator, durante o teste.

Resultado: para a eliminação de um toco até uma profundidade no solo de 18 cm, a máquina gastou um tempo de 75 segundos, o que corresponde a um rendimento de 118 cm³/s. O tempo médio de deslocamento do trator entre os tocos foi de 32 segundos, e isto deu um consumo de combustível de 5,52 L/h.

Com base nestes dados, pode-se calcular o custo operacional da TM 540 e trator x TM 540, o que nos possibilita estimar a viabilidade de uso destas máquinas em operações de destoca de pequenas áreas, outras situações e diversos tipos de culturas com caules de pequenos diâmetros (máximo de 30 cm).

Importância da Distribuição de Resíduos de Regressão na Seleção de Equações de Volume

SERGIO AHRENS
URPFCS — EMBRAPA

Summary

Five volume equations were evaluated in their prediction ability to estimate commercial volume for firewood of bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). The criteria used for the comparative analysis were: a) examination of the analysis of variance for regression, b) standard error of the estimate (s and $s\%$), c) coefficient of determination (r^2 and R^2), and d) percentage volume residuals distribution.

Among the models analysed, the constant form factor equation $V = 0,3879 d^2h$ was chosen because of its $s\% = 28,56$, $r^2 = 0,9718$ and a consistent distribution of the deviations ($\pm 30\%$) in respect to the observed volume of 81 sample trees. These were found to be undesirable characteristics for a descriptive model. However, the selected function was, comparatively, the less inadequate for the data.

With this investigation, it was also possible to verify that: a) a high coefficient of determination is not, and by no means, sole and sufficient condition to recommend an equation, b) the analysis and interpretation of the graphical distribution of residuals should always be considered in selecting descriptive functions, and c) stepwise regression analysis and weighted-least-squares analysis might be useful for several regression problems in forest research.

Resumo

Características do ajustamento de cinco equações de volume foram avaliadas quanto ao seu desempenho na estimativa do volume comercial para lenha de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Os critérios utilizados para a avaliação comparativa foram: a) exame da análise de variância para regressão, b) erro padrão da estimativa (s e $s\%$), c) coeficiente de determinação (r^2 e R^2) e d) amplitude de distribuição gráfica dos resíduos volumétricos percentuais.

Dentre os modelos analisados, a equação do fator de forma constante $V = 0,3879 d^2h$ foi selecionada por apresentar $s\% = 28,56$, $r^2 = 0,9718$ e uma amplitude de distribuição consistente dos resíduos de $\pm 30\%$ em relação ao volume cubado das 81 árvores-amostra. Estas características não recomendam o uso indiscriminado da equação. Na análise comparativa, entretanto, a aquela foi considerada a função menos inadequada aos dados.

O estudo permitiu adicionalmente constatar que: a) um elevado coeficiente de determinação não é condição suficiente para indicar o uso de uma equação, b) a análise e a interpretação da distribuição de resíduos devem sempre ser consideradas na seleção de modelos matemáticos descritivos, e c) as técnicas de análise de regressão passo-a-passo e análise de regressão ponderada podem ser úteis em muitos problemas de regressão em pesquisa florestal.

1. INTRODUÇÃO

O volume do tronco de uma árvore é função do seu diâmetro, altura

e forma e um dos métodos mais difundidos e utilizados para a sua estimativa é o uso de equações de volume.

O número de modelos matemáticos para volumetria observados na literatura florestal é extremamente elevado. Segundo LOETSCH, ZÖHRER & HALLER (1973) este fato é forte evidência de que não existe uma equação de volume aplicável para todas as espécies. Desta forma, investigadores têm procurado desenvolver equações de volume adequadas para cada situação específica. No entanto, a análise preliminar de modelos utilizados anteriormente com sucesso tem sido aceita como prática recomendável em estudos de volumetria, o que implica em uma avaliação comparativa do ajustamento das várias funções aos dados.

Este trabalho descreve em detalhes a metodologia utilizada na seleção de uma equação de volume comercial por árvore para bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). O estudo enfatiza os segmentos mais críticos do processo subjetivos de análise comparativa dos critérios utilizados para definir a adequabilidade dos modelos.

Embora o estudo tenha sido efetivado com equações de volume, a interpretação dos resultados da análise de regressão pode ser aplicada a outras investigações em que aquela técnica estatística seja utilizada. Os princípios teóricos que regem a disciplina são aceitos universalmente e aplicáveis à grande maioria das situações onde o objetivo seja a definição de um modelo matemático descritivo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Uma análise crítica e compreensiva de um elevado número de equações de volume foi apresentada por SPURR (1952), que descreveu detalhadamente as vantagens e as deficiências de diversos modelos. Em adição ao trabalho de Spurr, outras funções de volume foram acrescentadas à literatura. Dentre as contribuições mais importantes citam-se aquelas de HUSCH (1965) e, mais recentemente, os trabalhos de HUSCH, MILLER & BEERS (1972) e LOETSCH, ZÖHRER & HALLER (1973).

Os primeiros estudos sobre o desenvolvimento de equações de volume fizeram uso de métodos gráficos e subjetivos como a técnica de curvas harmonizadas e as tabelas de alinhamento (HUSCH, MILLER & BEERS 1972). Atualmente, entretanto, a literatura registra um domínio marcante de procedimentos algébricos na definição de funções de forma de tronco, quando volume é obtido por integração de uma função de forma (AHRENS 1980), e no ajustamento de equações de volume. Nestas últimas investigações, as técnicas de análise de regressão têm, invariavelmente, sido utilizadas. Em essência, a análise consiste em ajustar um modelo de regressão a um conjunto de dados afim de descrever matematicamente a relação probabilística entre uma variável dependente Y (volume) e uma ou mais variáveis independentes X_j , $j = 1 \dots p$ (normalmente diâmetro à altura do peito, d ou DAP, e altura total das árvores, h , ou combinações destas).

O desenvolvimento de uma equação de volume é complexo, mas pode ser executado de maneira muito eficiente por meio do correto uso das técnicas de análise de regressão. As facilidades atualmente disponíveis para processamento eletrônico de dados simplificam tremendamente o processo de manipulação algébrica de informações em diversos centros de pesquisa (LOETSCH,

ZÖHRER & HALLER 1973). Segundo NETER & WASSERMAN (1974), entretanto, um dos mais difíceis e frequentes problemas em regressão tem sido

a seleção de um modelo matemático que se ajuste adequadamente aos dados. Os conhecimentos de álgebra necessários são relativamente simples, mas a interpretação dos resultados numéricos e gráficos da análise é um processo pragmático, depende muito da experiência prévia do investigador, requer um conhecimento dos fundamentos teóricos da matéria e envolve o julgamento subjetivo.

Antes de se desenvolver uma nova equação de volume para um conjunto específico de dados, recomenda-se submeter à análise, modelos matemáticos sugeridos em literatura, a fim de permitir uma avaliação comparativa do desempenho das diversas equações (SPURR 1952 e LOETSCH, ZÖHRER & HALLER 1973). Para o exame das equações ajustadas a um mesmo conjunto de dados, diversos critérios são sugeridos (FURNIVAL 1961, DRAPER & SMITH 1966, NETER & WASSERMAN 1974) e dentre os mais utilizados citam-se:

- exame do quadro da análise de variância
- coeficientes de determinação (r^2 e R^2)
- erro padrão da estimativa ($s_{y \cdot x_1, \dots, x_p}$)
- teste F sequencial
- teste F parcial
- exame da distribuição gráfica dos resíduos
- intervalos de confiança para os parâmetros do modelo (β 's)
- intervalos de confiança para as estimativas (\hat{V}_i)
- Índice de Furnival

Alguns destes critérios tem sido utilizados em maior ou menor intensidade em investigações conduzidas tanto no Brasil como em outros países. Trabalhos recentes de pesquisadores brasileiros indicam um crescente aprimoramento no uso destes critérios. Entre outros estudos citam-se os de SIQUEIRA (1977), COUTO (1977), PAULA NETO et al. (1977), SILVA et al. (1978), MACHADO (1979) e VEIGA (1981).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O material experimental utilizado para este estudo foi obtido com 81 árvores de bracinga (*Mimosa scabrella* Benth.) conforme descrito por AHRENS (1981). As variáveis observadas (medidas) em cada indivíduo foram:

V = volume comercial para lenha, m^3 (cubagem segundo o método de Smalian, utilizando-se secções de 0,50m e considerando-se o tronco principal e ramificações até um diâmetro limite comercial com casca igual a 4,0cm).

d = diâmetro à altura do peito, DAP, m.

h = altura total, m.

Ao conjunto de dados composto pelos valores observados para estas três variáveis em cada uma das 81 árvores-amostra, submeteu-se o ajuste de cinco funções de volume selecionadas para a análise considerando-se a consistência com que diferentes autores obtiveram sucesso em trabalhos anteriores de pesquisa em volumetria. Adicionalmente, a escolha destas equações baseou-se também na análise comparativa descrita por SPURR (1952). As funções utilizadas são identificadas como segue:

1) Modelo de Näslund (Näslund 1940, citado por SPURR. 1952)

$$V = b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 d h^2 + b_4 h^2$$

2) Modelo compreensivo (MEYER 1944)

$$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 d h + b_4 d^2 h + b_5 h$$

3) Modelo australiano (STOATE 1945)

$$V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$$

4) Modelo do fator de forma constante (SPURR 1952)

$$V = b_1 d^2 h$$

5) Modelo da variável combinada (SPURR 1952)

$$V = b_0 + b_1 d^2 h$$

onde, V , d e h conforme já definidos, e b_0 , b_1 , ... b_5 são estimativas dos parâmetros para cada equação.

Na análise de regressão linear, o ajuste ou solução das funções matemáticas foi obtido pelo método dos mínimos quadrados. Os pacotes de progra-

mação Statistical Analysis System - SAS, versão 1979 (SAS 1979) e Sistema de Análise Estatística - SAEST (PIMENTEL, PANIAGO & COSTA 1981) foram utilizados em todo o processamento necessário dos dados, análise estatística e elaboração de gráficos.

O ajuste de cada equação aos dados foi analisado comparativamente, observando-se os seguintes critérios:

- a. exame do quadro da análise de variância (MQ Resíduo, teste F para o modelo completo e teste F sequencial)
- b. erro padrão da estimativa (s e s_x)
- c. coeficiente de determinação (r^2) ou coeficiente de múltipla determinação (R^2)
- d. amplitude de distribuição gráfica dos resíduos volumétricos percentuais ($e_i\%$) em função do diâmetro à altura do peito das árvores-amostra.

Estas características foram avaliadas de tal modo que fosse possível atender um único objetivo: a equação de regressão selecionada dentre os modelos incluídos na análise deveria permitir a obtenção de estimativas precisas do volume de árvores com qualquer d e h (respeitados os limites da amostragem), e apresentar desvios mínimos, previsíveis e independentes da dimensão das árvores.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após o ajuste das funções ao conjunto de dados, obteve-se a definição matemática dos modelos como segue:

1) Modelo de Näslund

$$V = 3,6915d^2 + 0,2705d^2h - 0,0005dh^2 - 0,0001h^2$$

2) Modelo compreensivo

$$V = -0,1655 - 0,1414d + 9,3493d^2 - 0,1651dh + 0,3651d^2h + 0,0240h$$

3) Modelo australiano

$$V = 0,0330 + 3,8935d^2 + 0,2536d^2h - 0,0046h$$

4) Modelo do fator de forma constante

$$V = 0,3879d^2h$$

5) Modelo da variável combinada

$$V = 0,0040 + 0,3849d^2h$$

Na Tabela 1 são apresentadas as características do ajuste de cada equação. A fim de indicar a equação de volume mais adequada aos dados, uma análise e interpretação dos critérios de seleção fizeram-se necessárias.

4.1. Análise dos critérios de seleção dos modelos

4.1.1. Exame da análise de variância

Os testes de hipótese para os modelos completos (Tabela 1) indicaram que todas as cinco funções de volume foram altamente significativas (teste F significativo ao nível $\alpha = 1\%$) ou seja: existe uma associação (relação probabilística) entre volume e o conjunto específico de variáveis independentes para cada modelo. A existência desta relação, no entanto, não permite afirmar que estimativas úteis podem, necessariamente, ser obtidas com qualquer uma das equações (NETER & WASSERMAN 1974).

Examinando as análises de variância para cada modelo, constatou-se que algumas variáveis independentes não apresentaram contribuição significativa quando acrescentadas sequencialmente às equações (teste F sequencial). Este fato ocorreu com dh e d^2h no modelo compreensivo e com h no modelo Australiano. As estimativas da interseção (b_0) para os modelos Compreensivo e Australiano e para a equação da Variável Combinada foram igualmente não significativas, o que elimina a necessidade deste termo naqueles modelos.

Desta forma, apesar da significância identificada para todos os modelos completos, somente algumas variáveis em cada equação tiveram contribuição efetivamente positiva para explicar alguma parcela da variabilidade em volume. A constatação deste fato, ausente da discussão dos resultados em diversos trabalhos de volumetria registrados em literatura, sugere que a Análise de Regressão Passo a Passo talvez seja, atualmente, uma melhor alternativa para a seleção de equações de volume.

TABELA 1 - Características dos modelos de volumetria analisada

Modelo	Características dos modelos						
	SQ _{Res.}	F	r ²	R ²	s	s%	e _i (%) vs d _i
1. Näsrlund	0,1707	1137,08**	-	0,9776	0,0468	25,74	± 60
2. Compreensivo	0,1359	532,64**	-	0,9726	0,0426	23,44	± 100
3. Australiano	0,1767	694,76**	-	0,9644	0,0479	26,36	± 80
4. Fator de forma constante	0,2133	2756,31**	0,9718	-	0,0519	28,56	± 30
5. Variável combinada	0,2145	1747,72**	0,9568	-	0,0521	28,67	± 30

SQ_{Res.} = Somatório do quadrado dos resíduos de regressão

F = Valor de F calculado para o teste de hipótese da nulidade com o modelo (** significativo para α = 1%)

r² = Coeficiente de determinação (R² = Coeficiente de múltipla determinação)

s = Erro padrão da estimativa ($s = \sqrt{MQ_{Resíduo}}$)

s% = Erro padrão da estimativa expresso em % ($s\% = \frac{\sqrt{MQ_{Resíduo}}}{\bar{V}} \times 100$)

e_i% vs d_i = Amplitude de distribuição dos resíduos volumétricos (%) em função dos diâmetros

$e_i\% = \frac{V_i - \bar{V}_i}{V_i} \times 100$ onde V_i = volume observado (cubado) e \bar{V}_i = volume estimado

i = 1, ..., 81.

4.1.2. Erro padrão da estimativa

O erro padrão da estimativa ou erro padrão residual (s, s_{y.x}, ou EPR) é uma medida absoluta da dispersão dos resíduos de regressão. A sua determinação permite definir intervalos de confiança para os parâmetros de um modelo (β's) e para as estimativas dos valores ajustados da variável dependente.

O exame desta estatística (DRAPER & SMITH 1966) indica que quanto menor o seu valor numérico, mais precisas serão as inferências elaboradas a partir de um determinado modelo. O erro padrão da estimativa pode ser também expresso como uma porcentagem da média aritmética da variável dependente (s%) e, neste caso, pode ser interpretado de forma análoga ao coeficiente de variação.

A variação observada para o erro padrão da estimativa (s) dos modelos incluídos neste estudo foi considerada aceitável e não se justificou identificar a superioridade de algum modelo. Entre os valores extremos de s% constatou-se uma diferença de 5,33%. Entretanto, devido à elevada magnitude dos valores calculados para este critério nas cinco equações, julgou-se conveniente analisar as demais características das equações para melhor avaliar o seu ajuste.

4.1.3. Coeficiente de determinação (r²) e coeficiente de múltipla determinação (R²)

Os valores encontrados para estas medidas descritivas de desempenho e ajuste foram igualmente elevados para todas as equações (Tabela 1). Pequenas discrepâncias não foram consideradas como uma limitação, pois a magnitude de r² ou R² não deve ser analisada, comparativamente, de forma rígida e radical.

Em teoria, quanto maior for o valor numérico de R² (ou r², em regressão linear simples, como é o caso das equações 4 e 5), maior será a proporção da variabilidade observada na variável dependente (volume) que está sendo explicada com o modelo.

Segundo KOZAK (1976), entretanto, o coeficiente de determinação (r² ou R²) é um critério descritivo muito útil em Análise de Regressão, mas tem as suas limitações e aplica-se somente aos dados (amostra) para os quais

o modelo de regressão foi ajustado. Desta forma (BARRET 1974), ao interpretar um coeficiente de determinação, deve-se sempre considerar que a sua utilidade é parcial. O uso de intervalos de confiança para as estimativas pode ter maior significado descritivo e prático. Adicionalmente, a elaboração de gráficos conforme proposto por DRAPER & SMITH (1966), ANSCOMBE (1973) e NETER & WASSERMAN (1974), permite observar características complementares sobre o ajustamento de um modelo.

4.1.4. Amplitude de distribuição gráfica dos resíduos

O exame visual de gráficos é uma opção informal e subjetiva para analisar a distribuição de resíduos de regressão, embora, em muitas investigações, seja suficiente para uma adequada avaliação. Por este motivo, neste estudo omitiu-se o uso de procedimentos analíticos (NETER & WASSERMAN 1974, BRENA, SILVA & SCHNEIDER 1978) que permitiriam reportar resultados numéricos da análise de resíduos.

Evidências de heteroscedasticidade foram observadas para todos os modelos analisados. A Figura 1 ilustra o fato utilizando os resíduos volumétricos obtidos com a equação de Fator de Forma Constante: a variância dos resíduos, e assim também aquela da distribuição dos volumes observados, não é homogênea ao longo da amplitude de distribuição de DAP na amostra. Na realidade isto será praticamente sempre verdadeiro em estudos de volumetria: árvores pequenas têm menor variabilidade absoluta em volume que árvores com grandes dimensões.

Segundo NETER & WASSERMAN (1974), entretanto, a normalização da distribuição dos resíduos, que pode ser obtida por meio do uso de logaritmos nas variáveis originais, somente será desejável se o interesse for a determinação de intervalos de confiança para as estimativas. Caso a logaritimização não seja aplicada, as estimativas dos parâmetros do modelo serão de qualquer modo não-tendenciosas (unbiased), mas não serão aquelas de menor variância.

Neste estudo considerou-se suficiente avaliar a distribuição dos resíduos volumétricos percentuais (exame da variabilidade relativa), sem que tenha havido qualquer tentativa em se aplicar transformações ou análise de regressão ponderada aos dados. Esta decisão fundamentou-se na natureza preliminar e exploratória da investigação.

Os gráficos de distribuição dos resíduos percentuais (Figuras 2 a 6)

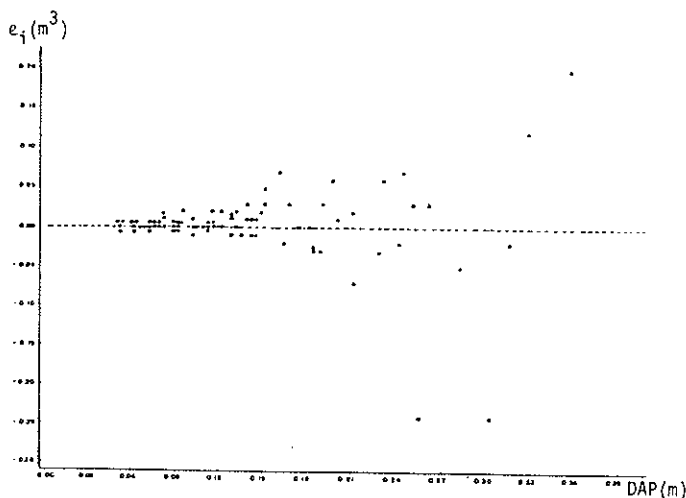


FIG. 1 -
Distribuição dos resíduos volumétricos obtidos com a equação do fator de forma constante, equação 4, em função da amplitude observada de DAP.

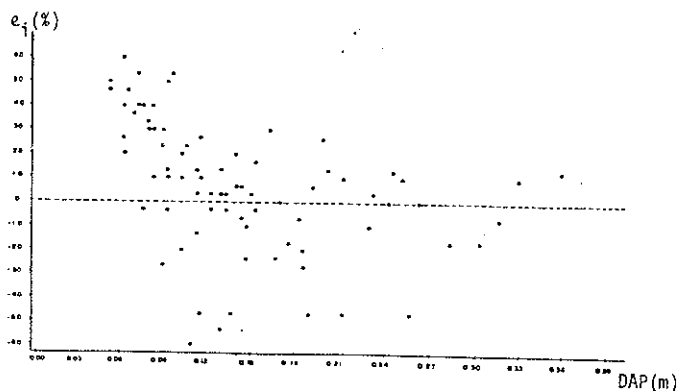


FIG. 2 -
Distribuição dos resíduos volumétricos percentuais obtidos com o modelo de Näsrlund, equação 1, em função da amplitude observada de DAP.

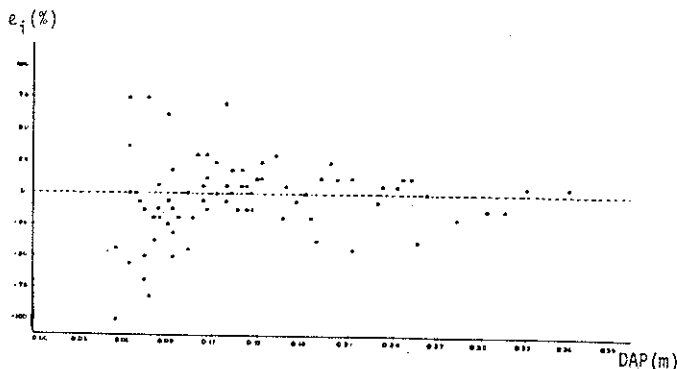


FIG. 3 - Distribuição dos resíduos volumétricos percentuais obtidos com o modelo Compreensivo, equação 2, em função da amplitude observada de DAP.

complementam, desta forma, as informações necessárias para uma avaliação comparativa das equações ajustadas.

Os modelos de Näsrlund, Compreensivo e Australiano apresentaram amplitudes aproximadas de dispersão dos resíduos da ordem de 60, 80 e 100% respectivamente. Em adição à esta extrema variação dos resíduos, a sua distribuição sugere concentrações, o que indica que os modelos na Näsrlund (Figura 2) tiveram tendência a subestimar volumes para árvores com pequeno DAP, em

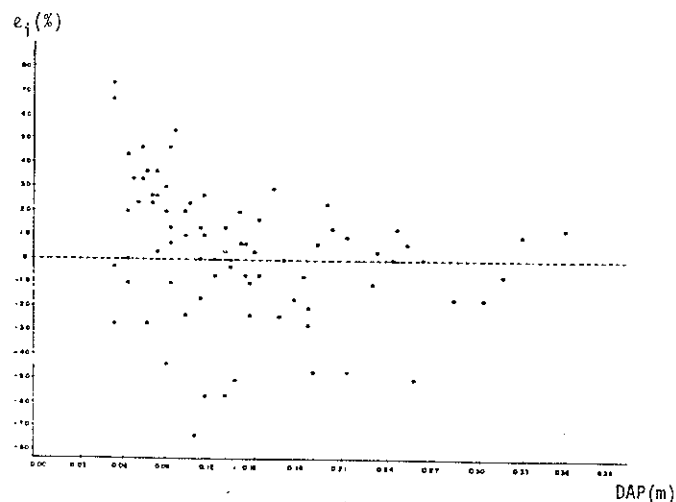


FIG. 4 - Distribuição dos resíduos volumétricos percentuais obtidos com o modelo Australiano, equação 3, em função da amplitude observada de DAP.

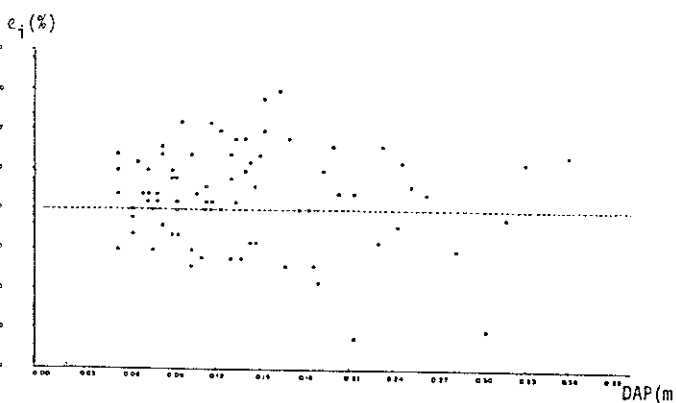


FIG. 5 -
Distribuição dos resíduos volumétricos percentuais obtidos com a equação do fator de forma constante, equação 4, em função da amplitude observada de DAP.

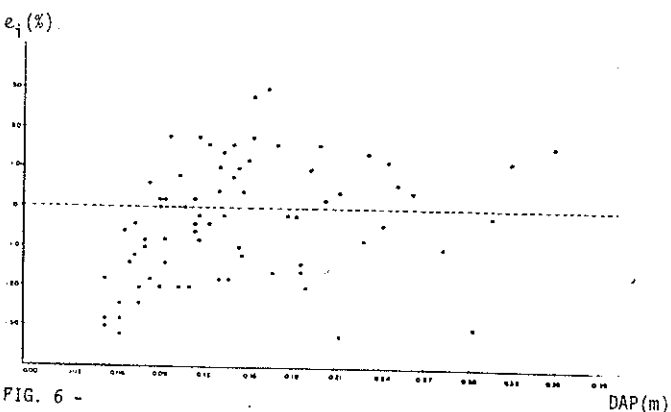


FIG. 6 -
Distribuição dos resíduos volumétricos percentuais obtidos com a equação da variável combinada, equação 5, em função da amplitude observada de DAP.

quanto que, para árvores com as mesmas dimensões, superestimativas foram obtidas com o modelo Compreensivo (Figura 3). Uma redução considerável na magnitude da dispersão dos resíduos foi observada com as equações do Fator de Forma Constante (Figura 5) e da Variável Combinada (Figura 6). Ajustando-se estes dois modelos aos dados, foram definidas estimativas com desvios de até 30% em relação aos volumes cubados, sendo a equação do Fator de Forma Constante aquela que apresentou melhor consistência na distribuição dos resíduos ao longo da amplitude observada DAP.

4.2. Seleção do melhor modelo

Todas as equações de volume foram altamente significativas e apresentaram elevado coeficiente de determinação, explicando, significativamente, desta forma, uma alta proporção da variabilidade observada do volume das árvores-amostra.

Aquelas características, no entanto, não amenizam os efeitos que os elevados valores para erro padrão da estimativa (s e $s\%$) e para a magnitude da dispersão dos resíduos, podem ter sobre estimativas volumétricas dos parâmetros amostrados. Adicionalmente, a constatação de tendência nas estimativas obtidas com os modelos de Näsilund, Compreensivo e Australiano será de grande influência no uso prático daquelas equações. Ressalte-se que os modelos de regressão foram exigidos a condensar e explicar a extrema variabilidade de volume que caracterizou a amostragem e isto, conforme evidenciado, nem sempre pode ser efetivado a contento (AHRENS, 1981).

Desta forma, todas as funções analisadas foram inadequadas aos propósitos descritivos da investigação. Entretanto, em vista das características para cada modelo, e, sendo uma escolha necessária, pode-se afirmar que a equação do Fator de Forma constante ($V = 0,3879d^2h$) foi a "menos inadequada" ao material experimental utilizado neste estudo.

4.3. O uso de técnicas de seleção de variáveis

Analisando-se as equações de volume sugeridas em literatura, observa-se, na grande maioria das funções, que a expressão probabilística de volume (V) como uma função do diâmetro à altura do peito (d) e altura total de uma árvore (h), implica em se utilizar o termo independente do modelo como sendo uma composição linear e aditiva de d , h , e combinações ou transformações destas variáveis. Assim, a alternância, a natureza da combinação e a presença destas novas variáveis criadas a partir das variáveis observadas (d , h), são os elementos básicos de diferenciação entre diversos modelos.

Por outro lado, com a disponibilidade de equipamentos para processamento eletrônico de dados, atualmente é possível aumentar a eficiência no desenvolvimento ou construção de modelos descritivos. DRAPER & SMITH (1966), NETER & WASSERMAN (1974) e KLEINBAUM & KUPPER (1979) descrevem alguns métodos extremamente úteis na seleção de variáveis. Dentre aqueles procedimentos, o uso de regressão passo a passo (stepwise regression analysis) permite avaliar a contribuição de cada variável quando incorporada ao modelo em desenvolvimento. Ou seja, pode-se "construir" um modelo matemático descrito adequado aos propósitos de uma investigação específica. Desta maneira, quando aplicadas e interpretadas corretamente, as técnicas de seleção de variáveis e, em especial, a análise de regressão passo a passo, podem substituir, com muitos e importantes benefícios, o ajuste de funções pré-concebidas.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Após a análise do ajustamento dos cinco modelos incluídos no estudo, a equação do Fator de Forma Constante ($V = 0,3879d^2h$) foi selecionada como aquela de melhor desempenho. Esta não pode ser considerada, entretanto, uma boa equação para a estimativa de volume comercial de madeira de bracinga. Apesar do elevado coeficiente de determinação ($r^2 = 0,9718$), o erro padrão da estimativa expresso como uma porcentagem da média (coeficiente de variação) foi excessivamente alto ($s\% = 28,56\%$). A elevada magnitude da dispersão dos resíduos percentuais de regressão ($\pm 30\%$) não pode ser também desconsiderada, embora a sua consistência tenha sido sugerida.

Acredita-se que um melhor ajuste será obtido não necessariamente com um outro modelo de regressão, mas aplicando-se uma estratificação aos dados. O material experimental utilizado neste estudo apresentou uma extrema variabilidade de sítios, forma de implantação dos povoamentos, idade e dimensões (DAP e h) das árvores-amostra. Estes fatores podem ter influenciado a forma dos troncos, assim como contribuído para uma variabilidade de número de ramificações das árvores o que por certo, reflete-se no volume comercial por árvore.

Adicionalmente, o maior valor comercial da espécie não está no seu volume individual mas no volume total por unidade de área. Assim, uma equação

de volume por árvore terá utilidade somente para fins de pesquisa, quando estimativas precisas do volume são necessárias em estudos de espaçamento, fertilização e de competição entre espécies. Desta forma, futuros trabalhos de volumetria para bracinga devem ser direcionados para duas principais alternativas:

- desenvolvimento de uma equação de volume por árvore, para uso em pesquisa e experimentação, envolvendo a amostragem de árvores com uma dispersão de idade entre quatro e dez anos e desenvolvidas a partir de mudas plantadas,
- elaboração de um modelo para estimativa de volume comercial por unidade de área (metros estere/ha), para uso em empresas, descrevendo a relação entre volume comercial por hectare e, a área basal dos povoamentos (m^2/ha) e sua altura média. Estudos desta natureza devem considerar as práticas de corte comercial em uso corrente.

Esta investigação permitiu também avaliar a utilidade de alguns critérios de uso corrente na seleção de modelos. Constatou-se que a significância estatística e um elevado coeficiente de determinação não são condições suficientes para indicar qualidades de ajustamento de um modelo de regressão. Embora a análise da distribuição gráfica de resíduos de regressão tenha caráter subjetivo, é um complemento útil no processo de seleção de equações e o seu uso deve ser intensificado em experimentação florestal.

Futuras investigações em seleção de equações para volumetria devem considerar também o desenvolvimento de equações por meio de Análise de Regressão Passo a Passo, bem como fazer uso das técnicas de Análise de Regressão Ponderada, quando conveniente.

6. REFERÊNCIAS

- AHRENS, S. A mathematical expression of stem form and volume for loblolly pine in southern Brazil. Stillwater, Oklahoma State University, 1980. 59p. Tese Mestrado.
- _____. Um modelo matemático para volumetria comercial de bracinga (*Mimoso scabrella* Benth.). In: SEMINÁRIO SOBRE ATUALIDADES E PERSPECTIVAS FLORESTAIS, 4., Bracinga uma alternativa para reflorestamento, Curitiba, Jul. 1981. Anais. Curitiba EMBRAPA/URPFCS, 1981. p.77-89 (EMBRAPA/URPFCS. Documentos, 5).
- ANSCOMBE, F. J. Graphs in statistical analysis. The American Statistician, Washington, DC, 27(1):17-21, 1973.
- BRENA, D. A.; SILVA, J. N. M. & SCHNEIDER, P. R. Metodologia para verificação das condicionantes da análise de regressão. Floresta, Curitiba, 9 (2):25-45, 1978.
- COUTO, H. T. Z. do. Tabelas de volume para brotação de touças de *Eucalyptus saligna* Smith. IPEF, Piracicaba, (15):117-21, 1977.
- DRAPER, N. R. & SMITH, H. Applied regression analysis. New York, J. Wiley, 1966. 407p.
- FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in constructing volume tables. Forest Science, Washington, DC, 7(4):337-41, 1961.
- HONER, T. G. A new total cubic foot volume function. The Forestry Chronicle, Ottawa, 41(4):476-93, 1965.
- HUSCH, B. Forest mensuration and statistics. New York, Ronald Press, 1963. 474p.
- HUSCH, B.; MILLER, C. H. & BEERS, F. W. Forest mensuration. New York, J. Wiley, 1972. 410p.
- KLEINBAUM, D. G. & KUPPER, L. K. Applied regression analysis and other multivariable methods. North Scituate, Duxbury Press, 1978. 556p.
- KOZAK, A. Notes on regression and correlation analysis as important tools in forest research. s.n.t. Trabalho apresentado no XVI Congresso Mundial da IUFRO, Oslo, Noruega, Jun. 1976.
- LOETSCH, F.; ZÖHRER, F. & HALLER, K. E. Forest inventory. Munique, BLV-Verlagsgesellschaft, 1973. v.2., 469p.
- MACHADO, S. do A. Tabela de volume para *Pinus taeda* na região de Telêmaco Borba, PR. Floresta, Curitiba, 10(1):29-35, 1979.

- MEYER, W. H. A method of volume diameter ratios for board foot volume tables. Journal of Forestry, Washington, DC, 42:185-94, 1944.
- NETER, J. & WASSERMAN, W. Applied linear statistical models; regression, analysis of variance and experimental designs. Homewood, Irwin, 1974. 842p.
- PAULA NETTO, F. de; BRANDI, R. M.; RIBEIRO, J. C. & GUIMARÃES D. P. Teste de aplicação de tabelas volumétricas para estimar a produção de plantações de Eucalyptus paniculata Sm., na região de Ipatinga, Minas Gerais. Revista Árvore, Viçosa, 1(2):154-66, 1977.
- PIMENTEL, G. M.; PANIAGO, C. F. A. & COSTA, F. O. Um sistema de análise estatística para microcomputadores. Brasília, Centro de Computação da EMBRAPA, 1981. 29p. (Trabalho apresentado no XIV Congresso Nacional de Informática, Out. 1981).
- SAS INSTITUTE. SAS user's guide. Raleigh, 1979. 494p.
- SILVA, J. A. A. da; PAULA NETTO, F.; BRANDI, R. M. & CONDE, A. R. Análise de modelos volumétricos para a construção de tabelas de volume comercial de Eucalyptus spp., segundo a espécie, região e os métodos de regeneração. Revista Árvore, Viçosa, 2(1):86-99, 1978.
- SIQUEIRA, J. D. P. Tabelas de volume para povoamentos nativos de Araucaria angustifolia (Bert) O. Ktze, no Sul do Brasil. Floresta, Curitiba, 7(1): 7-12, 1977.
- SPURR, S. H. Forest inventory. New York, Ronald Press, 1952. 476p.
- STOATE, I. N. The use of a volume equation in pine stands. Australian Forestry, Camberra, 9:48-52, 1945.
- VEIGA, R. A. de A. Comparação de equações de volume para Eucalyptus saligna Smith. I-equações aritméticas não formais. Floresta, 4(3):81-97, 1973.

Retornos à Estocagem de Carvão Vegetal

SERGIO ALBERTO BRANDT

Depto. de Economia Rural — UFV

ALOISIO RODRIGUES PEREIRA

Sociedade de Investigações Florestais — UFV

ORLANDO MONTEIRO DA SILVA

Depto. de Administração e Economia — UFV

Summary

An empirical model is fitted to real prices of charcoal and real price of capital in order to estimate rates of return to storage of charcoal. The series cover the period of 1976-VI to 1981-XII and are adjusted by a general price index (1977=100). The results indicate a negative (0=-0,49) and significant rate of return to storage of wood coal. It seems that the predominant motivation to storage is not a speculative one.

Resumo

A estocagem sazonal de carvão vegetal é atividade que vem expandindo grandemente, principalmente em áreas próximas ao complexo siderúrgico do Estado de Minas Gerais. Volumes consideráveis de recursos humanos e de capital vêm sendo alocados nesta atividade. Pouco se conhece, contudo, acerca das taxas de retorno aos recursos investidos, considerando-se as alternativas mais usuais abertas aos investidores.

No presente estudo deixa-se que os dados de mercado indiquem a natureza e os níveis de retorno ao capital investido em estocagem de carvão vegetal. Além disso, o modelo usado indica o nível de custos de estocagem, por unidade de tempo.

O modelo empírico utilizado relaciona preços esperados de carvão, preços observados de carvão e preço real de capital (taxa real de juros do mercado financeiro). A evidência empírica sugere que a taxa de retorno obtida com estocagem de carvão é inferior à obtida com ativos desprovidos de risco. A estimativa indireta de custo de estocagem de carvão é coerente com a informação direta disponível.

1. INTRODUÇÃO

A estocagem de carvão vegetal para atendimento da demanda proveniente do complexo siderúrgico do Estado de Minas Gerais é atividade que vem se expandindo sobremaneira nos últimos anos. Tanto as empresas consumidoras, como produtoras e intermediárias parecem especular com estoques deste insumo industrial. A expansão da atividade de estocagem tanto pode ser explicada pelo motivo de especulação como pelos motivos de transação e precaução (3). O motivo de especulação seria atribuído à existência de lucros esperados positivos e maiores que os obtidos no mercado financeiro.

Não se dispõe de informações sobre taxas de retorno a investimentos em estocagem de carvão vegetal no País. Na verdade, pouco se sabe acerca destes níveis de rentabilidade, mesmo para outros produtos originários do setor primário (3, 4). Mesmo no caso destas pesquisas anteriores, referentes a produtos agrícolas, as análises de retornos à estocagem apresentam forte limitação. É que, naqueles estudos, pressupõe-se que os empresários estoquem produtos durante período que maximizaria retorno líquido observado. Evidentemente, é mais razoável supor que os estocadores procurem maximizar retorno líquido esperado.

O presente estudo pretende fazer uma investigação empírica da taxa de retorno aos recursos empregados em estocagem de carvão vegetal, no Estado de Minas Gerais. Faz-se também uma comparação desta taxa com a alcançada em inversões praticamente desprovidas de risco, com as aplicações em cadernetas de poupança.

2. METODOLOGIA

O procedimento empírico usado na presente pesquisa é o proposto por KRASKER (8). Seja, inicialmente, o caso de um empresário que adquire carvão ao preço p e paga custo de estocagem igual a δ , isto é, igual à tarifa total unitária de estocagem. Na medida em que, no final do período t , o preço de carvão for igual a p^* , a taxa de retorno, descontado o custo de estocagem, será igual a

$$(p^* - p - \delta)/p \quad (I)$$

de modo que a taxa de retorno esperado, no início do período t , isto é, no momento da aquisição do produto, é igual a

$$(Ep^* - p - \delta)/p \quad (II)$$

Supondo-se, em seguida, que este retorno esperado exceda a taxa de retorno r , obtida em ativos desprovidos de risco, por um valor determinado θ , isto é

$$\frac{Ep^* - p - \delta}{p} - r = \theta \quad (III)$$

O valor de θ pode ser diferente de zero, por dois motivos principais: (a) o retorno real obtido pelos recursos investidos em estocagem de carvão pode ser correlacionado com o retorno real obtido em outros ativos, e (b) os mercados de carvão e de serviços de estocagem de carvão podem não ser competitivos. Fazendo-se

$$p^* = Ep^* + u \quad (IV)$$

onde u é uma variável randômica, com expectativa igual a zero, e rearranjando os termos da relação (III), obtém-se a

seguinte equação de regressão:

$$\frac{p^* - p}{p} - r = \theta + \delta \frac{1}{p} + \frac{u}{p} \quad (V)$$

a partir da qual podem ser estimados os parâmetros desconhecidos θ e δ , isto é, a taxa de retorno à estocagem e o custo ou tarifa de estocagem, por unidade de tempo.

Considerando-se que a escala de distribuição de u deve ser aproximadamente proporcional a p , a relação u/p deve ter variância aproximadamente constante, de modo que a equação (V) é a forma apropriada de ajuste da equação de retorno e custo e de teste da hipótese nula $H_0: \theta = 0$. O teste desta hipótese é conduzido por meio de estatística t de Student (9).

Vale notar, a priori, que a estatística r^2 não é relevante, em se tratando de testes de eficiência de mercado (5). Em outros termos, não interessa, no presente estudo, saber se $p(1+r)$ é um bom previsor de p^* , mas sim o de verificar se é um previsor não enviesado ou não tendencioso de p^* .

Pressupõe-se em processo simples de formação de expectativas de preços de carvão vegetal:

$$p^* = 0,500 p + 0,333 p_{-1} + 0,167 p_{-2} \quad (VI)$$

no qual o preço esperado para o período $t+1$, isto é, p^* , é uma média ponderada, com pesos decrescentes, de preços observados corrente (p) e passados (p_{-1} e p_{-2}). O somatório das ponderações de preços observados é igual à unidade (5, 8).

Os dados utilizados no presente estudo são preços de carvão vegetal pagos os produtores do Estado de Minas Gerais, observados no período de 1976-VI a 1981-XII (2). Estes preços correntes são deflacionados por meio do IGP (n.º 2), com base 1977 = 100 (1). Destarte, o custo de estocagem de carvão é expresso em cruzeiros de 1977, por MDC, por mês. A taxa de juros reais obtidos por meio de aplicação em cadernetas de poupança, no período considerado (1976-VI a 1981-XII) foi igual a 0,4866% a.m.

A equação é ajustada pelo método de mínimos quadrados ordinários (MQO), sob as pressuposições usuais (8).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas MQO dos parâmetros θ e δ , para o mercado de carvão vegetal do Estado de Minas Gerais, são apresentadas em seguida, tendo os respectivos erros-padrão entre parênteses e as estatísticas t de Student entre colchetes:

$$\frac{p^* - p}{p} - r = -0,4861 + 0,9818 \frac{1}{p} \quad (VII)$$

(0,0244) (0,0182)
[19,9221] [53,9451]

$$r^2 = 0,977 \quad F_{(1;65)} = 2,839,730 \quad dw = 2,022 \quad \beta = 0,010$$

As estatísticas dw de Durbin-Watson e β de Theil-Nagar indicam inexistência de problemas de correlação serial nos resíduos da equação estimada. As estatísticas r^2 e F de Snedocor indicam altos graus ajuste e de significância da regressão aos dados de p^* , p e r .

Nota-se que a estimativa de θ é negativa e estatisticamente significativa, ao nível de 0,01 de probabilidade. Conclui-se que o retorno real esperado à estocagem de carvão é

inferior ao obtido em ativos praticante desprovidos de risco, como as aplicações em cadernetas de poupança. A evidência empírica indica que, em geral e na média, os empresários não estocam carvão vegetal com motivação especulativa. Aparentemente, estes empresários estocam carvão com objetivos de atendimento da demanda de transação (produtores de carvão) e/ou levados pelo motivo de precaução (indústria siderúrgica).

A estimativa de δ igual a 0,9818 também é estatisticamente significativa, ao nível 0,01 de probabilidade. O valor de δ indica que, caso esteja correto, o custo médio de estocagem de carvão vegetal, no período de 1976-81, foi da ordem de Cr\$0,98 de 1977 por MDC, por mês. Este valor corresponde a Cr\$11,38 por MDC, por mês, quando expresso em moeda de dezembro de 1981. É especialmente notável que a estimativa disponível de custo (variável) de estocagem de carvão vegetal englobando apenas despesas de manejo e materiais, seja da ordem de Cr\$45,45 por MDC, por mês, expresso em moeda de dezembro de 1981 (7). Visto que esta última estimativa se refere a estocagem de carvão em grande empresa ligada ao complexo siderúrgico, era de se esperar que a estimativa de custo estocagem, para o setor de carvoejamento em geral, fosse mais baixa. É que uma série de despesas, obrigatórias para as grandes empresas, não são enfrentadas pelos pequenos produtores de carvão. Neste sentido, o resultado obtido é coerente com as expectativas a priori.

5. LITERATURA CITADA

- BRASIL. Fundação Getúlio Vargas. Conjuntura Econômica. Rio de Janeiro, 35 (6): 65-77, 1981 (Suplemento).
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Siderurgia. Preços médios mensais de carvão vegetal. Rio de Janeiro, 1982, 3 p. (mimeo).
- BRANDT, S.A. Comercialização Agrícola. Piracicaba: Livradores, 1980, 195 p.
- DEMBERCK, W. Estrutura de custo e eficiência técnica de estocagem de grãos no Estado de Mato Grosso. Rio de Janeiro: FGV-EIAP, 1980, 112 p. (Tese M.S.).
- FAMA, E. Efficient capital markets: a review of theory and empirical work, Journal of Finance, Chicago, 25 (2):383-417, 1970.
- FISHER, B.S. & TANNER, C. The formulation of price expectations: an empirical test of theoretical models. American Journal of Agricultural Economics, Lexington 60 (2): 245-48, 1978.
- FLORESTAL ACESITA S.A. Custos fixos e variáveis de estocagem de carvão vegetal. Belo Horizonte, 1981. 6 p. (Relatório Interno).
- KRASKER, W.S. The rate of return to storing wines, Journal of Political Economy. Chicago, 87 (6): 1363-67, 1979.
- PINDYCK, S. & RUBINFELD, R. Econometric models and economic forecasts. New York, Mc Graw-Hill, 1976, 569 p.

Modelo para Previsão de Preços de Carvão Vegetal

SERGIO ALBERTO BRANDT
 Depto. de Economia Rural — UFV
ALOISIO RODRIGUES PEREIRA
 Sociedade de Investigações Florestais — UFV
HELTON HUGO LUZ TEIXEIRA
 Plantar S.A.

Summary

A price forecast model was fitted to time series data on charcoal prices, steel prices, current charcoal consumption and a trend variable. The price equation was fitted by OLS and the results are considered relatively good in terms of predictive power of the model.

Resumo

O objetivo do presente estudo é o de desenvolver e estimar um modelo para previsão de preços mensais de carvão vegetal pagos aos fornecedores da indústria siderúrgica de Minas Gerais. Usam-se dados de séries temporais (1976-III a 1981-XII) e o método de mínimos quadrados ordinários para estimação do modelo.

A seleção das variáveis explicativas incluídas no modelo preditivo de preços se baseia tanto na teoria de preço como no conhecimento do mercado de carvão vegetal para siderurgia. As variáveis incorporadas ao modelo são preço de carvão vegetal, no período t ; preço de carvão vegetal, no período $t-1$; preço de gusa, no período t ; consumo siderúrgico de carvão vegetal, no período t ; e uma variável de tendência ou "trend" (1976-0).

A equação empírica selecionada foi ajustada aos números naturais dos valores observados e atribuídos. Os resultados obtidos são promissores, em termos de valor preditivo do modelo selecionado. A inclusão de estoques, como variável explicativa, é recomendada para futuros estudos.

1. INTRODUÇÃO

A incerteza de preços de carvão vegetal constitui problema sério, tanto para a indústria siderúrgica como para os intermediários e produtores de carvão. Fatores de demanda e de oferta parecem ser importantes, na determinação dos níveis e das flutuações de preços deste insumo industrial (7). Problemas de estocagem e produção de carvão poderiam ser melhor resolvidos, caso se conhecesse mais sobre o processo de formação de preços. O conhecimento do mecanismo de preços permitiria desenvolver modelos econométricos para previsão de preços futuros do carvão.

Na medida do conhecimento disponível, apenas um estudo foi realizado, neste Estado, visando descrever o comportamento de preços de carvão vegetal (7). O poder predi-

tivo daquele modelo (de médias móveis) pode ser melhorado, na medida em que se expliquem as causas do padrão estacional de preços.

O objetivo do presente estudo é o de derivar e estimar um modelo preditivo de preços de carvão vegetal para o Estado de Minas Gerais. As variáveis explicativas incluídas no modelo são aquelas sugeridas pela teoria de preço, além de variáveis indicadoras de estacionalidade e tendência. O modelo é ajustado a dados mensais (1976-III a 1981-XII) referentes ao mercado do Estado de Minas Gerais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Diferentes técnicas de especificação são oferecidas para o caso em que o intervalo de dados é curto, em relação aos retardamentos ou defasagens de consumo e produção e os estoques flutuam consideravelmente. O modelo geral, relevante sob tais condições, é o descrito em BRANDT (4):

$$q_t^d = f(p_t, y_t, z_t, u_t) \quad (I)$$

$$q_t^s = g(p_t - R, z_t, v_t) \quad (II)$$

$$p_t = h(\Delta c_t, z_t, w_t) \quad (III)$$

$$c_t = q_t^s - q_t^d \quad (IV)$$

onde o consumo (q_t^d) é igual à produção (q_t^s) e esta é determinada por preços passados ($p_t - R$); Δc_t é a variação no nível de estoque, entre os períodos $t-1$ e t ; y_t é a renda dos compradores; z_t indica variáveis exógenas que afetam consumo, produção ou preço; u_t , v_t e w_t são termos de erro aleatório.

Conquanto a relação de preços (III) indique que este é função de variações em estoques, qualquer especificação final depende da estrutura de preço subjacente refletir processos de ajuste de fluxo ou de ajuste de estoque (de capital). Na falta de informações sobre c_t ou Δc_t usa-se a variável q_t^d como principal determinante do nível de preço.

O modelo empírico completo é o seguinte:

$$p_t = \beta_0 + \beta_1 q_t^d + \beta_2 p_{t-1} + \beta_3 z_t + \beta_4 T + \sum_{i=1}^3 \alpha_i D_i + W_t \quad (V)$$

no qual p_t é o preço de carvão vegetal, expresso em cruzeiros de 1977, por metro cúbico, no mês t ; p_{t-1} é igual a p_t tomado com retardamento de um mês; q_t^d é o nível de compras de carvão vegetal pela indústria siderúrgica, expresso em milhares de metros cúbicos, no mês t ; z_t é o preço de gusa recebido pelo setor siderúrgico, expresso em cruzeiros de 1977, por tonelada, no mês t ; T é uma variável de tendência ou "trend" ($T=0$ para 1976; $T=1$ para 1977; ...; $T=5$ para

1981); D_1 , D_2 e D_3 são iguais à unidade, nos primeiro, segundo e terceiro trimestres do ano, respectivamente, e iguais nos trimestres restantes; W_t é um termo de erro estocástico NID $(0, \sigma)$.

Pressupõe-se que a quantidade corrente de carvão é determinada por preços passados e determina o preço corrente de carvão. Presume-se também que o preço de gusa no mercado estadual seja determinado principalmente por forças do mercado internacional e que não seja afetado pelo preço de carvão. As outras variáveis explicativas incluídas no modelo em pírco (V) são, obviamente, exógenas ou predeterminadas. Sob estas pressuposições, o modelo (V) é ajustado pelo método de mínimos quadrados ordinários (8).

O poder preditivo do modelo é analisado sob diversos aspectos. Em primeiro lugar, examina-se o problema de multicolineariedade entre as variáveis explicativas do modelo. Usa-se a regra de KLEIN (6), neste caso. Em segundo lugar, verifica-se, por meio da estatística de DURBIN (5) a existência de problemas de correlação serial nos resíduos da equação estimada. O grau de ajuste do modelo aos dados observados é indicado pela estatística \bar{R}^2 . Nota-se que valor de \bar{R}^2 próximo da unidade não é condição suficiente para obtenção de boas previsões. Em seguida, verifica-se se a equação prevê ou não, corretamente, as mudanças na direção de variação de preço (p_t). Finalmente, usa-se a estatística u , de THEIL (9), para avaliar a capacidade de previsão de valores extremos da variável dependente. A estatística u de Theil é dada por

$$u = \frac{\sqrt{\frac{(P-O)^2/n}{P^2/n + O^2/n}}}{\sqrt{P^2/n + O^2/n}} \quad (VI)$$

onde P e O indicam valores previsto e observado, respectivamente; e n é o número de observações. Valores de u próximos da unidade indicam boa eficiência preditiva e valores próximos de zero, fraca eficiência preditiva.

Os dados básicos usados neste estudo são séries mensais de preços de carvão vegetal e de gusa e de compras de carvão vegetal, a nível da indústria siderúrgica do Estado de Minas Gerais. Estes dados foram fornecidos pelo IRS (3) e cobrem o período de 1976-III a 1981-XII. As séries de preços foram corrigidas para variações no poder aquisitivo do dinheiro usando-se o índice geral de preços (n^o 2), da FGV (1, 2), com base 1977 = 100.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação preditiva de preços de carvão vegetal seccionada para este estudo é a seguinte:

$$\begin{aligned} \bar{p} = & 2,817 - 0,021 \cdot 10^3 q_t^d + 0,870 p_{t-1} + 0,018 z_t + 0,662T + \\ & (0,010 \cdot 10^3) \quad (0,064) \quad (0,009) \quad (1,386) \\ & [-1,105] \quad [13,593] \quad [2,000] \quad [0,477] \\ & + 3,731 D_1 + 5,742 D_2 + 11,093 \\ & (4,940) \quad (4,718) \quad (4,607) \\ & [0,750] \quad [1,217] \quad [2,407] \end{aligned}$$

$$\bar{R}^2 = 0,887 \quad F = 77,426 \quad h = 3,78 \quad u = 0,0312$$

Verifica-se que todos os sinais dos coeficientes, de (VII) são coerentes com as expectativas *a priori*. Todos os coeficientes de regressão parcial são estatisticamente dife-

rentes de zero, pelo menos no nível 0,10 de probabilidade, com exceção do coeficiente da variável de tendência, que não é estatisticamente significativo, neste nível de probabilidade. É possível que isto se explique pela ocorrência de coeficientes de correlação relativamente elevados, entre as variáveis p_{t-1} e z_t ($r=0,736$) e entre D_1 e T ($r=0,652$).

O valor estimado de $\bar{R}^2 = 0,887$ indica elevado grau de ajuste do modelo aos dados observados. A estatística F de Snedecor também é bastante elevada e significativa ao nível 0,01 de probabilidade. A estatística h de Durbin indica ocorrência de problemas de correlação serial nos resíduos de (VII). Contudo, deve-se lembrar que esta estatística foi desenvolvida para grandes amostras, podendo por não ser apropriada no presente caso, em que $n = 69$.

A estatística u de Theil indica poder preditivo relativamente bom, do modelo (VII) aos dados observados de preços de carvão e das variáveis incluídas no modelo.

O critério de Klein indica que os problemas de multicolineariedade, porventura encontrados no modelo, não deveriam ser considerados sérios, uma vez que o maior coeficiente de correlação simples entre as variáveis explicativas ($r=0,736$) é menor que o valor estimado de \bar{R}^2 .

A principal limitação do modelo (VII), em termos de qualidade preditiva, é a de que em 26% das vezes o modelo não prevê a direção "certa" das variações de preço de carvão. Contudo, o erro médio de previsão, para o ano de 1981, foi de apenas 7,11% do preço efetivamente observado no mercado de carvão.

Novos estudos deveriam ser conduzidos, visando aprimorar a qualidade preditiva do modelo de previsão de preços de carvão vegetal. A adição de estimativas de estoques, ao modelo testado, pode ser um passo importante nesta direção.

5. LITERATURA CITADA

- BRASIL. Fundação Getúlio Vargas. *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro, 34(12): 1980 (Suplemento).
- BRASIL. Fundação Getúlio Vargas. *Conjuntura Econômica*, Rio de Janeiro 35(12):129-130, 1981.
- BRASIL. Instituto Brasileiro de Siderurgia. *IBS*, Rio de Janeiro, 1982 (Preços médios anuais). 4 p.
- BRANDT, S.A. *Comercialização Agrícola*, Piracicaba; Livrarceres, 1980, 195 p.
- DURBIN, J. Testing for serial correlation in least-squares when some of the regressors are lagged dependent variables, *Econometrica*, Bristol 38(3):410-421, 1970.
- KLEIN, L.R. *A textbook of econometrics*. Evanston: Row & Peterson, 1953.
- SILVA, O.M. & PEREIRA, A.R. Variação estacional dos preços de carvão vegetal no Estado de Minas Gerais. *Rev. Árvore*, Viçosa, 5(2):120-130, 1981.
- PINDYCK, R.S. & RUBINFELD, D.L. *Econometric models and economic forecasts*. New York: McGraw-Hill, 1976. 576p.
- THEIL, H. *Economic forecasts and policy*. Amsterdam: North Holland, 1965.

Elaboração de Tabela de Rendimento para *Pinus elliottii* VAR. *elliottii* ENG.

MASSAMICHI CHO
Universidade de Kyushu — Japão
NOBOR HAGA
GUENJI YAMAZOE
Instituto Florestal do Estado de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

As tabelas de rendimento ou de produção se constituem em instrumentos de grande importância para planejamento, análise e execução de programas de reflorestamento, manejo, administração e análise do rendimento econômico de uma floresta.

Além disso, as tabelas de rendimento têm amplas aplicações como no estabelecimento de site, na produção sustentada, e na previsão de recursos madeireiros a longo prazo, compreendendo o estoque e o crescimento. Especialmente com a crescente demanda desses recursos para construções, matéria-prima para papel e celulose, energia, o planejamento de produção de madeira a longo prazo, vem se tornando indispensável e daí a importância das tabelas de rendimento.

De acordo com o volume que se objetiva avaliar, as tabelas de produção podem ser para volume roliço, volume serrado, volume comercial ou por espécies florestais; de acordo com o povoamento podem ser elaboradas tabelas normais ou tabelas reais de produção, podendo ainda serem regionais ou gerais.

Além dessas modalidades, recentemente vem sendo elaboradas as tabelas de acordo com a forma de utilização da madeira, surgindo, assim, tabelas de produção para peso e tabelas de produção para energia onde a unidade adotada é a caloria produzida pelo povoamento.

Dentre as principais aplicações das tabelas de produção podem ser citadas: a estimativa do volume do povoamento, estimativa do incremento, classificação do site, diferenças de densidade do povoamento, previsão de colheita, definição da idade de corte final, avaliação florestal, etc.

A presente pesquisa visa a elaboração de tabela de produção normal e regional de volume total para *Pinus* spp no Estado de São Paulo.

Nesta Nota Prévía é relatada a coleta e a metodologia de dados para esse fim, em andamento.

2. SELEÇÃO DO LOCAL E DA ESPÉCIE

O local escolhido para este trabalho foi a Floresta de Águas de Santa Bárbara, dependência do Instituto Florestal do Estado de São Paulo, com altitude aproximada de 650 metros, terreno bastante plano, com temperatura média anual de 20,3 °C e precipitação anual média de 1.300 mm, onde a vegetação anterior era campo.

As espécies ali plantadas são o *Pinus elliottii* var. *elliottii*, *Pinus taeda*, *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus keshyia*, *Pinus oocarpa*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *Pinus patula*, com predominância de *Pinus elliottii*, com 2.000 ha e amplitude de idade de 13 a 17 anos, condição satisfatória para obtenção de dados visando à elaboração de tabelas de produção. Sabe-se porém, que o incremento dessa espécie no local situa-se na faixa intermediária. Assim sendo, pretende-se obter dados sobre a espécie em outros locais que apresentem condições diferentes, necessárias à elaboração de tabelas regionais.

3. DIMENSÃO DA PARCELA

Antecedendo à coleta de dados para elaboração de tabela de produção é importante definir as dimensões da parcela. Em geral, as dimensões da parcela são fixadas em 0,2 ha ou área que contenha pelo menos 200 árvores. Entretanto, considerando que no povoamento em questão o plantio foi efetuado em espaçamentos regulares, poderia prever que a variação da densidade de árvores por hectare em função do tamanho da parcela não seria constatada.

Por outro lado, do ponto de vista de se obter maior rendimento no trabalho havia interesse em se reduzir o tamanho das parcelas, pois o povoamento apresentava alta densidade de árvores em decorrência do plantio de 4.000 mudas, aliado aos desbastes atrasados.

Assim, foram testadas parcelas das seguintes dimensões:

50 m x 50 m	(0,25 ha)
50 m x 25 m	(0,125 ha)
31,62 m x 31,62 m	(0,1 ha)

Essas parcelas repetidas em 6 locais, foram demarcadas a partir de um único centro, de modo que as três parcelas ficaram em cada local parcialmente sobrepostas (FIG. 1).

A seguir, considerando as parcelas sobrepostas como se fossem independentes, foram contadas as árvores em cada uma delas, obtendo-se os dados da TABELA 1 e TABELA 2.

TABELA 1. Número de árvores por parcela

Parcelas Dimensões	nº 1	nº 2	nº 3	nº 4	nº 5	nº 6
50 x 50 m	256	331	296	511	158	227
50 x 25 m	117	163	138	247	101	129
31,62 x 31,62 m	98	136	114	206	88	100

TABELA 2. Número de árvores por hectare

Parcelas Dimensões	nº 1	nº 2	nº 3	nº 4	nº 5	nº 6
50 x 50 m	1024	1324	1184	2044	632	908
50 x 25 m	936	1304	1101	1976	808	1032
31,62 x 31,62 m	980	1360	1140	2060	880	1000

Comparando-se os dados das parcelas com dimensões de 50 x 50 m (0,2 ha) e 31,62 m x 31,62 m (0,1 ha), através de teste "t", não foram constatadas diferenças significativas.

As parcelas de 50 m x 25 m (0,12 m) no entanto, revelaram diferenças significativas em relação às parcelas de outras dimensões, provavelmente em virtude do formato retangular que acompanhou as linhas de plantio e sofrendo em consequência, os efeitos do desbaste executado em linhas alternadas. Acrescente-se que para as médias de DAP e altura não foram constatadas diferenças significativas entre as diferentes dimensões de parcelas.

Assim, considerando que o número de árvores é o fator que mais influencia na estimativa de volume por área, considerando o grau de precisão exigido na presente pesquisa e considerando ainda o rendimento do trabalho, as dimensões das parcelas foram fixadas em 31,62 m x 31,62 m (0,1 ha).

4. DADOS DENDROMÉTRICOS A SEREM OBTIDOS

A seguir foram fixados os parâmetros do povoamento e dos dados dendrométricos a serem coletados.

A floresta é a resultante da complexa interação de fatores climáticos, edáficos e demais condições ambientais que atuam sobre ela por longo período. Assim, é indispensável o levantamento de todos esses dados. Para possibilitar no futuro a mais completa análise de dados foi instituído o formulário conforme TABELA 3, que também permite assinalar a localização da parcela no campo.

O modelo da caderneta de campo consta da TABELA 4, onde o DAP será registrado com a precisão de mm, a altura do fuste (H) e diâmetro de copa até 0,1 m.

A fim de no futuro possibilitar a recuperação de dados, o acompanhamento do incremento e quanto à adequação de tabela de rendimento elaborada, a localização de cada árvore será determinada em função do azimute em relação ao ponto central da parcela.

Na coluna "Nota" serão assinaladas peculiaridades de cada árvore: bifurcadas, quebradas, atacadas por pragas e ou moléstias, etc., propiciando dados para elaboração de outras tabelas de rendimento, no futuro.

5. MÉTODO DE OBTENÇÃO DE DADOS (LEVANTAMENTO DE CAMPO)

Utilizando-se os formulários referidos anteriormente, estão sendo coletados dados de campo, em povoamentos de *Pinus elliottii* em Águas de Santa Bárbara.

As parcelas foram distribuídas de modo a abranger todas as faixas etárias do plantio de *Pinus elliottii*. Esses plantios em geral são divididos em talhões de 500 x 500 m. Toma-se o lado norte desse talhão, caminha-se 100 metros acompanhando o

TABELA 3

Dados para elaboração de tabelas de rendimento
(Data of the manufacture of yield table)

1 Caracterização (Arrangement)		2 Tipo Florestal da área da amostragem (Parcela) (Forest type and sample plot area etc)		3 Dados meteorológicos (Meteorological phenomena)		4 Dados físicos (Land features)	
A	Nº da parcela (Number)	A	Espécie (Species)	A	Precipitação anual (Rainfall)	A	Exposição (Direction of tilt)
B	Localização (Situation)	B	Idade (Stand age)	B	Temperatura (Temperature)	B	Declividade (Inclination angle)
C	Talhão nº (Sample plot number)	C	Espacamento inicial (Planting distance)	C	Dias de geada (Nr. of days forest falls)	C	Vegetação anterior (Soil history)
D	Data de medição (Date of survey)	D	Desbaste (Thinning)	D	Direção e velocidade dos ventos (Force & direction of wind)	D	Tipo de solo (Soil structure)
E	Nome do medidor (Name of survey)	E	Desrama (Pruning)	E	Umidade relativa (Humidity of air)	E	Profundidade do horizonte (Depth of A horizon)
		F	Pragas e doenças (Forest pests & diseases)			F	Vegetação do sub-bosque (Undergrowth)
		G	Incêndio (Forest fire)			G	Cap. retenção de água (Humidity of soil)
		H	Área (Sample plot area)			H	Grau de consistência (Consistency)
						I	Altitude (Elevation)

(Nota)
Caderneta de campo: Fol. 1

[Talhão nº:.....]

TABELA 4

Nº da parcela: _____ Localização: _____ Talhão nº: _____
 Espécie: _____ Idade: _____ Área: _____ ha. Data de medição: _____ de _____ de 19____

Nº Árvores (No.)	Árvores Dominantes ou Árvores Dominadas (IDT or ST)	DAP (D B H)		H (M)	Volume (V)	Altura do Fuste (Clear Length)	Diâmetro da Copa (C D)	Incremento (Increment)		Direção de Árvores (Tree Position)		Nota (Memo)
		Medição (Measurement) (cm)	Média (Mean) (cm)					Anéis (Core) (mm)	Casca (Bark) (mm)	Gráus (Azimuth) (°)	Métragem (Length) (m)	
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
0												
1												
2												
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
0												

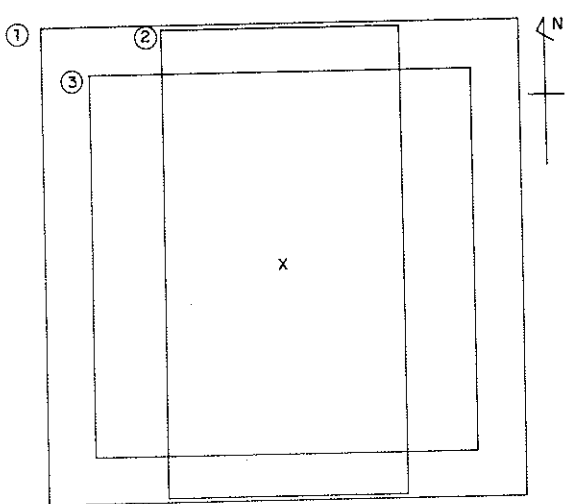


Fig.1 Dimensões das parcelas testadas

carreador e daí adentra o talhão em ângulo reto numa distância de 100 metros, fixando-se aí o centro da parcela.

A partir desse ponto central determina-se a parcela de 31,62 x 31,62 m, tendo sempre como referência o lado norte. Na prática esse quadrado pode ser estabelecido a partir do centro da parcela, medindo-se a distância $C = (\text{cosec } 45^\circ \times 31,62)/2 = 22,36 \text{ m}$. Os dados são coletados com a precisão referida no capítulo 4. As parcelas atualmente demarcadas com piquetes de madei-

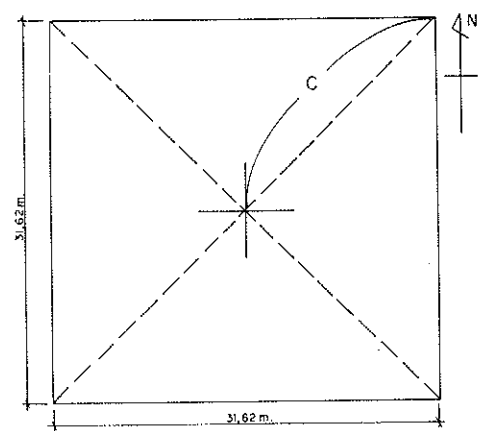


Fig.2 Dimensões e posição da parcela adotada

ra do próprio *Pinus*, serão posteriormente substituídos por material mais resistente.

6. TABULAÇÃO DE DADOS

As tabelas de rendimento consistem em síntese, num conjunto de tabelas, contendo o volume por ha para diferentes sites, para diferentes faixas etárias, discriminando-se árvores dominantes, codominantes e número de árvores por hectare.

De acordo com o índice do site, o procedimento normal é a sua classificação em 3 níveis (superior, médio e inferior, ou 1, 2, 3).

Com relação à faixa etária é normal estabelecer classes para cada 5 anos. Entretanto, considerando que o corte final nas condições dos povoamentos em estudo ocorrem em torno de 20 a 25 anos, essas classes deverão ser melhor examinadas. Considerando ainda, o aspecto da praticidade do uso da tabela, é preciso definir se o volume considerado seria com casca ou sem casca.

Com relação ao número de amostragem, dependerá das con-

dições dos povoamentos, todavia, estima-se que sejam necessárias pelo menos 30 parcelas por espécie e por site. O número final dependerá ainda de uma análise global dos dados a serem obtidos.

Lembre-se ainda a questão das equações de volume e as tabelas de volume a serem aplicadas. Para se obter resultados mais confiáveis pretende-se elaborar tabelas de volume com os dados obtidos dos próprios povoamentos objeto do estudo.

Inventário Florestal através do Uso de Fotografias Aéreas Verticais

MASSAMICHI CHO

Universidade de Kyushu — Japão

HIDEYO AOKI

Instituto Florestal do Estado de São Paulo

1. INTRODUÇÃO

O Instituto Florestal vem desenvolvendo desde 1975, estudos através do emprego de fotografias aéreas verticais, no sentido de acompanhar a situação e a evolução dos recursos florestais naturais e/ou artificiais, tendo sido executados dois importantes trabalhos: o Levantamento da cobertura vegetal natural e do reflorestamento no Estado de São Paulo e o Levantamento da Eucaliptocultura e Pinocultura no Estado de São Paulo (SERRA FILHO et alii, 1975a e 1975b).

Como etapa subsequente, AOKI et alii (1976) mostraram a possibilidade de se avaliar o estoque madeireiro semi-automaticamente, não sendo possível montar o sistema, devido à necessidade de se importar componentes eletrônicos.

Atualmente, acha-se em fase de execução a quantificação do reflorestamento do Estado, a nível de município, detalhado por gênero, idade e situação de manejo, tendo sido publicado os resultados da DIRA de Sorocaba (GALLOZI et alii, 1979).

Concomitantemente, com a cooperação técnico-científica fornecida pelo governo japonês a partir de 1979, através da JICA (Japan International Cooperation Agency), desenvolver-se-á na área de sensoriamento remoto, estudos visando ao estabelecimento de metodologia básica de inventário volumétrico florestal, através do uso de fotografias aéreas em combinação com trabalhos de campo.

2. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os campos de aplicação de fotografias aéreas no setor florestal são vários: estimativa de volume; determinação do crescimento; cálculo de área; estudos sobre estrutura da floresta; análise da topografia; classificação da vegetação; estudos para obras de proteção e contenção de áreas críticas; planejamento para exploração (estudo da área, locação de estradas, local de instalação de equipamentos); estudos sobre danos causados por vento e enchentes, pragas e moléstias, incêndios florestais, erosão e o planejamento para o controle; monitoramento e avaliação; etc.

Dentre as vantagens do emprego de fotografias aéreas, podem ser mencionadas a rapidez na obtenção de dados, custo relativamente baixo, aplicação em áreas extensas e repetitividade (por período).

Entretanto, para o uso adequado das fotografias aéreas em pesquisas florestais, há necessidade de se conhecer as

características básicas desse material a fim de compatibilizar os diferentes níveis de estudos e seus objetivos. No presente trabalho, será dada ênfase em alguns pontos básicos do uso de fotografias aéreas para fins de levantamentos volumétricos. Deverão ser desenvolvidos também, estudos sobre custos a fim de determinar o método ou processo mais adequado de levantamento.

3. CONSIDERAÇÕES BÁSICAS PARA INVENTÁRIO FLORESTAL ATRAVÉS DE FOTOGRAFIAS AÉREAS

Os objetos apresentados nas fotografias aéreas, obtidos em vôos a altitudes médias de 3.000 a 6.000 m, são registrados com certa precisão pelas lentes de câmaras apropriadas. Os elementos a serem analisados são a tonalidade, a forma e a textura das árvores.

Normalmente, as fotografias aéreas apresentam recobrimento horizontal (linha de vôo) de 60% e lateral de 30%. As fotografias aéreas são tomadas de tal forma que um mesmo objeto parece em duas fotografias sucessivas, tiradas de ângulos diferentes. Cada jogo de duas fotografias com tais características, permite a visão estereoscópica, isto é, a visão do relevo da superfície fotografada, a qual é fundamental para a determinação de altura das árvores.

Outro parâmetro importante a ser considerado é o diâmetro de copa que está correlacionado com o DAP (diâmetro à altura do peito). Podem ser determinadas diretamente na fotografia aérea, a espécie, nº de árvores e idade. Todavia, como os dados obtidos em fotografias aéreas não são exatos, eles devem ser correlacionados com os de campo, para possibilitar maior acuracidade nas estimativas de volume.

4. PARÂMETROS DE FOTOINTERPRETAÇÃO

Os parâmetros a serem utilizados num estudo sobre volume de uma floresta são: diâmetro de copa, altura, densidade ou nº de árvores, espécie e idade.

4.1. Diâmetro de copa

O DAP (diâmetro à altura do peito) é o elemento indispensável para se determinar o volume de uma árvore ou povoamento. Na impossibilidade de se determinar esse DAP diretamente na fotografia aérea, usa-se o recurso de correlacioná-lo com o diâmetro de copa. Normalmente, o crescimento do diâmetro de copa é proporcional ao crescimento em altura e DAP. Porém, o crescimento do diâmetro de copa sofre influência da densidade. Assim, num povoamento homogêneo apresentando as mesmas características de idade, crescimento, espécie, o diâmetro da copa variará em função da sua densidade.

A determinação do diâmetro de copa é feita com o uso de gabaritos próprios colocados diretamente sobre o parafotográfico. Esses gabaritos quando utilizados em uma foto apenas, podem apresentar erro significativo. Geralmente, os gabaritos são

confeccionados para fotos na escala 1 : 10.000; porém, como há grande variação na escala da foto e mesmo da própria foto em função da topografia, torna-se necessário determinar a escala verdadeira, através da seguinte fórmula:

$$CD = cdp \times \frac{S}{10.000}$$

onde:

CD = diâmetro de copa obtida com ajuste na escala da foto.
 cdp = valor obtido com uso da Barra de Paralaxe.
 S = escala da foto.

Em substituição ao gabarito especial, poderá ser utilizada uma régua comum para a medição e neste caso, o diâmetro de copa é calculado em função da escala da foto.

4.2. Altura das árvores

Assim como o diâmetro de copa, a altura é um dos principais parâmetros para a quantificação volumétrica ao se empregar fotografias aéreas. A determinação é feita através do uso de Barra de Paralaxe, cujo instrumento, baseia-se no seguinte princípio (FIGURAS 1 e 2).

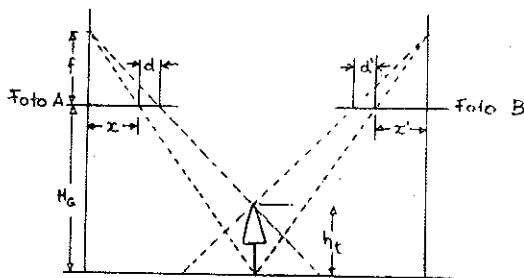


FIG. 1 - Como as fotografias são tomadas

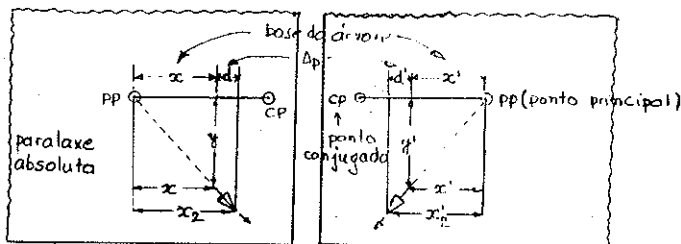


FIG. 2 - Como as fotografias aparecem

A fórmula para a paralaxe é:

$$h_t = \frac{H_G \times d_p}{p + d_p}$$

onde:

H_G = altura do avião acima da superfície

p = paralaxe absoluta da base da árvore $x + x'$

d_p = paralaxe diferencial da imagem da árvore $d + d'$

Na prática, a determinação da altura é feita com uso da barra de paralaxe no ponto mais alto e na base da árvore, através da marca flutuante do aparelho.

4.3. Número de árvores

O número de árvores é um parâmetro que ocasionalmente apresenta importantes valores para a determinação volumétrica da floresta através de fotografia aérea. Na prática, escolhe-se uma área piloto ou de amostragem, na qual é lançado o gabarito para cálculo de área, onde é feita a contagem do número de árvores e extrapolada para a área total. Existem vários tipos de gabaritos, de acordo com a escala da fotografia e dimensão da amostragem. Contudo, na prática dificilmente é encontrado o gabarito que coincida com as especificações requeridas.

A elaboração de um gabarito que esteja de acordo com o material disponível, pode ser feita pela aplicação da fórmula:

$$N = \frac{n}{A} \times \frac{S_1^2}{S}$$

onde:

N = número de árvores por hectare
 n = número de árvores da amostragem
 A = área de amostragem
 S_1 = escala do gabarito
 S = escala da foto

4.4. Densidade do diâmetro da copa

Esse parâmetro, utilizado em substituição ao número de árvores, nos casos em que sua determinação é difícil, como nas florestas de folhosas, pode ser usado também no acompanhamento da densidade ou crescimento do povoamento.

Para sua determinação, usa-se o gabarito de grade de pontos específico, sobre a foto abrangida pelo campo de visão estereoscópica e faz-se a contagem das árvores. Esse gabarito é confeccionado nas dimensões de 1 mm, 2 mm, 5 mm e outros, sendo que quanto menor a dimensão, maior é a precisão, apesar da contagem ser mais trabalhosa.

Para o cálculo, usa-se a seguinte fórmula:

$$D = \frac{q}{p} \times 100$$

onde:

D = densidade do diâmetro de copa (%)

q = número de pontos que atingem a copa na área a inventariar

p = número de pontos da área a inventariar

4.5. Espécie

O filme utilizado na aerofotografia abrange desde o campo de ultravioleta ao violeta, e parte do infravermelho, captando a gama de 300 nm a 800 nm*. As árvores recebem e emitem ondas eletromagnéticas na faixa de 470 a 580 nm e todos os objetos o fazem diferentemente, conforme a sua constituição, aparecendo nas fotografias sob a forma de diferentes tonalidades.

Assim, as diferentes espécies florestais por apresentarem as mais variadas formas e densidade, utiliza-se o gabarito de tonalidade para a identificação, checando, posteriormente, com os resultados de campo.

4.6. Idade

A idade das árvores pode ser determinada em função do

(*) símbolo de nanometro, unidade linear de medida e que corresponde a 10^{-9} m (forma atual e legal de representar o milimicro - Dec. 63.233 de 12.09.68)

diâmetro de copa, altura e número de árvores ou densidade. Usualmente, estabelece-se duas classes de idade, ou seja, jovem e mediana, ou três classes, a saber, jovem, mediana e adulta. Caso haja registro dos dados de idade, é dispensável tal determinação.

5. CONSIDERAÇÕES SOBRE FOTOGRAFIAS AÉREAS

As fotografias aéreas mais recentes são as da região da Grande São Paulo, na escala 1 : 8.000 e das demais regiões, nas escalas 1 : 35.000 e 1 : 45.000, obtidas no período de 1977 a 1981. Esses vôos foram realizados para atender diversas finalidades, e não especificamente ao levantamento dos recursos naturais.

Para a determinação volumétrica de florestas de rápido crescimento, como as de *Pinus* e *Eucalyptus*, é desejável o uso de fotografias recentes.

Em geral, existem dois tipos de fotografias aéreas : verticais e oblíquas. Estas estão divididas em oblíqua alta e oblíqua baixa, que se referem ao ângulo de inclinação do eixo óptico da câmara em relação à vertical. Nas fotos verticais, o eixo óptico é dirigido verticalmente para baixo.

Os tipos de fotografias aéreas podem ser classificados de acordo com:

- a) a distância focal:
 - curta distância focal: normal (f = 210 mm), grande angular (f = 150 mm) e super grande angular (f = 88 mm)
 - grande distância focal (f = 300 mm)
- b) o tipo de filme
 - pancromático
 - infravermelho pancromático
 - colorido
 - infravermelho colorido
 - multiespectral

No Estado de São Paulo, o filme mais usado é o pancromático e de curta distância focal.

A escala da foto aérea sofre variações em função da topografia, e nas regiões montanhosas, as fotos aéreas obtidas com lente grande angular (f = 150 mm), apresentam o problema de distorção da imagem. Essa distorção e a variação da escala na foto, têm influência direta na precisão dos dados volumétricos, sendo necessário calcular e conhecer a escala verdadeira da foto (S), altura do vôo (H_p) e linha de vôo (b). Além disso, é indispensável a existência de base cartográfica de boa precisão.

6. METODOLOGIA BÁSICA PARA O CÁLCULO VOLUMÉTRICO

Como metodologia básica para a determinação do volume através de fotografias aéreas, empregar-se-ão conjuntamente as técnicas de fotointerpretação e fotogrametria, e os dados obtidos em trabalhos de campo.

6.1. Utilização da equação de volume aéreo

Os dados obtidos por fotointerpretação são utilizados como variáveis independentes, em relação ao volume V, variável dependente, cujas fórmulas podem ser:

a) no caso de usar apenas o diâmetro de copa (CD):

$$V = b_0 + b_1 CD$$

b) no caso de usar diâmetro de copa (CD) e altura (H):

$$V = b_0 + b_1 CD + b_2 H + b_3 CD.H$$

c) no caso de usar diâmetro de copa (CD), altura (H) e n° de árvores (N):

$$V = b_0 + b_1 CD + b_2 H + b_3 N + b_4 CD.H$$

Considerando as variáveis $CD \rightarrow x_1$,

$H \rightarrow x_2$, $N \rightarrow x_3, \dots$ e $V \rightarrow Y$, a fórmula será:

$$a) Y = b_0 + b_1 x_1$$

$$b) Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_1 x_2$$

$$c) Y = b_0 + b_1 x_1 + b_2 x_2 + b_3 x_3 + b_4 x_1 x_2$$

A regressão múltipla deverá apresentar a menor diferença possível entre o valor real (y) e o valor estimado (Y).

$$a) \epsilon^k = (y - b_0 - b_1 x_1)^2 + \min.$$

$$b) \epsilon^k = (y - b_0 - b_1 x_1 - b_2 x_2 - b_3 x_1 x_2)^2 + \min.$$

$$c) \epsilon^k = (y - b_0 - b_1 x_1 - b_2 x_2 - b_3 x_3 - b_4 x_1 x_2)^2 + \min.$$

Como k representa k árvores quando determina o número de árvores, ou k parcela para o talhão, a equação de volume pode ser estabelecida por árvore individual ou por talhão.

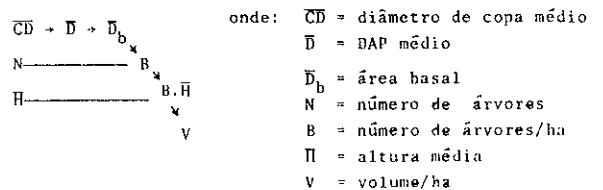
Ao se empregar a Equação de Volume Aéreo, os tipos de amostragem a serem adotados podem ser a Amostra Estratificada, a Amostra Dupla e Amostra Tripla.

6.2. Método de Regressão Estimada Direta

Utilizando-se a equação volumétrica anterior, o restante poderá ser obtido diretamente por fotointerpretação e o volume pode ser estimado através de tabela ou gráfico, facilitando o cálculo.

Todavia, para a obtenção de dados mais precisos, é necessário elaborar a equação para cada local e cada talhão.

Através desse método, obtém-se diretamente da fotografia a Regressão Estimada, cujo diagrama é o seguinte:



A equação para cada elemento é a seguinte:

$$a) D = b_0 + b_1 CD$$

$$\text{onde } CD = b_0 + b_1 CD_p \text{ (} p \text{ é o valor obtido na foto)}$$

$$b) D_b = b_0 + b_1 D$$

$$c) N = \frac{\pi D_b^2}{4} \cdot N$$

$$\text{onde: } N = b_0 + b_1 N_p$$

$$d) \Pi = b_0 + b_1 \Pi_p$$

$$e) V = b_0 + b_1 B.H$$

Esses dois métodos de determinação de volume requerem o trabalho de campo, o qual deverá ser efetuado exatamente no local demarcado na foto aérea, com risco de resultar em queda de precisão.

Crescimento de Cinco Espécies de *Pinus* ao longo de Dezenove Anos de Experimentação em Moji Guaçu, Estado de São Paulo

LUIZ CARLOS COSTA COELHO
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
RICARDO ANTONIO DE ARRUDA VEIGA
MARIA APARECIDA MOURÃO BRASIL
Faculdade de Ciências Agrônomicas — UNESP
JOSÉ LUIZ TIMONI
ODENIR BUZATTO
Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Summary

This paper results of 19-years old project comparing *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus kesiya*, *Pinus patula*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* and *Pinus montesumae*, in Mogi Guaçu, São Paulo State, Brazil. Yearly results are presented on height, dbh, basal area, cubic and merchantable volumes. The best results were obtained with *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, followed by *Pinus kesiya*.

Resumo

São apresentados resultados de crescimento em diâmetro, altura, área basal, volume cilíndrico, volumes totais e comerciais com e sem casca, para as espécies *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus kesiya*, *Pinus patula*, *Pinus elliottii* var. *elliottii* e *Pinus montesumae*. Os resultados referem-se a diversas medições realizadas ao longo de 19 anos de experimentação, em ensaio instalado sob o delineamento de quadrado latino. Os melhores resultados corresponderam ao *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, seguido do *Pinus kesiya*.

1. INTRODUÇÃO

Em 1961 foram instalados ensaios pelo então Serviço Florestal do Estado de São Paulo, em 16 diferentes localidades, visando ao cotejo de 9 espécies do gênero *Pinus*. Os estudos envolveram inúmeros pesquisadores, sob a coordenação geral do Dr. Octávio do Amaral Gurgel Filho, levando à obtenção de valiosas informações sobre o crescimento em altura e diâmetro de pináceas no Estado de São Paulo (GURGEL FILHO et alii, 1963; GURGEL FILHO, 1970).

No presente trabalho são discutidos os valores coletados ao longo de 19 anos no ensaio implantado em Mogi Guaçu, onde foram testadas 5 espécies daquele gênero. Os resultados são apresentados em termos de altura média, diâmetro médio, área basal, volume cilíndrico e volumes totais e comerciais com e sem casca.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado em abril de 1961 no horto da

Campininha, propriedade do Instituto Florestal localizado em Mogi-Guaçu, Estado de São Paulo, a 22°18' de latitude sul e 47° 13' de longitude oeste.

Aquela dependência possui a altitude média de 600 m, com precipitação média anual de 1307,7 mm e deficiência hídrica anual de 80 a 110 mm, sendo o clima Cwa com base na classificação de Köppen, caracterizado como quente de inverno seco, com temperatura média do mês mais quente superior a 22°C e temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C (VENTURA et alii, 1966).

O solo onde foi implantado o experimento possuía, segundo GURGEL FILHO (1970), as seguintes características químicas: 0,60% de matéria orgânica; 0,01% de N; 0,16 ml de P₂O₄; 1,00 ml de Ca; 0,11 ml de K; e pH igual a 4,8.

As espécies escolhidas para estudo foram *Pinus elliottii* Eng. var. *elliottii*, *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis*, *Pinus patula* Schiede, *Pinus montesumae* Lamb. e *Pinus kesiya* Royle ex Gordon, com plantio ao espaçamento inicial de 2 x 2 m.

O delineamento estatístico escolhido foi o de quadrado latino 5 x 5. Cada parcela tinha a superfície de 360 m², com área útil de 140 m² compreendendo 35 plantas ao espaçamento inicial de 2 x 2 m.

Anualmente foram medidos o DAP e a altura total de cada uma das plantas contidas na área útil das parcelas.

Com base nos dados coletados nas medições anuais foram calculados diâmetro médio, altura média, área basal e volume cilíndrico de cada parcela do ensaio. Os resultados foram analisados estatisticamente segundo GOMES (1966), realizando-se as análises de variância pelo modelo correspondente ao delineamento em quadrado latino, e comparando-se as médias pelo teste de Tukey.

Foram também estimados os volumes totais com e sem casca, e os volumes comerciais até o limite diametral de despon-ta de 5 cm, com e sem casca, utilizando-se para tanto equações de volume elaboradas por KRONKA et alii (1977).

No presente trabalho deixaram de ser analisados os resultados correspondentes aos anos de 1970 e 1974, por terem sido extraviadas as folhas de anotação de campo.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes ao crescimento em altura acham-se sintetizados na Tabela 1. Desde a primeira medição aos 4 anos de idade, até a última, aos 19 anos, os valores do teste F foram sempre significativos ao nível de probabilidade considerado no ensaio, que foi o de 5%.

Tabela 1. Altura média das árvores dos tratamentos testados nas diferentes avaliações. Valores expressos em metros.

Época de medição	<i>P.elliottii</i>	<i>P.caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P.kesiyya</i>	<i>P.montesumae</i>	<i>P.patula</i>
1965	2,04 c(*)	4,51 a	3,42 b	0,78 d	2,67 bc
1966	3,33 c	6,64 a	5,35 ab	1,43 d	4,28 bc
1967	4,22 b	8,92 a	7,42 a	2,38 c	5,81 b
1968	5,17 c	10,52 a	9,17 a	2,76 d	7,38 b
1969	5,98 d	11,57 a	9,36 b	3,35 e	7,91 c
1971	7,85 cd	13,58 a	11,47 b	4,28 d	9,44 c
1972	8,70 b	14,46 a	13,07 a	4,61 c	9,73 b
1973	10,28 c	17,27 a	14,95 b	5,02 d	11,69 c
1975	11,84 c	19,33 a	16,98 b	5,97 d	12,89 c
1976	12,59 c	20,57 a	18,34 b	7,83 d	13,57 c
1977	13,45 c	22,12 a	19,51 ab	7,37 d	14,52 bc
1978	14,95 c	23,99 a	21,58 b	7,23 d	16,43 c
1979	14,71 c	22,71 a	20,38 b	7,74 d	16,46 c
1980	15,30 c	23,35 a	21,06 b	8,26 d	17,20 c

(*) Dentro de uma mesma época de medição, valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Depreende-se da Tabela 1 que ao longo do período estudado as maiores médias de altura total sempre foram constatadas para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. A segunda espécie em ordem de crescimento foi o *Pinus kesiyya*, que embora com menor altura não diferiu significativamente do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* nas medições correspondentes ao quinto, sexto, sétimo, décimo primeiro e décimo quarto ano de idade, mas foi significativamente inferior nos demais. Nota-se que a partir de 1973 não houve variação nas posições ocupadas pelas espécies em estudo na ordem de classificação pela análise estatística, com exceção para a medição de 1977. Assim, a partir de 1973 mantiveram-se em terceiro lugar quanto ao crescimento em altura o *Pinus patula* e o *Pinus elliottii*, não diferindo entre si do ponto de vista estatístico. Tais resultados em parte corroboram as informações para estas 4 espécies relatadas em trabalho de GURGEL FILHO (1970) para várias localidades do Estado de São Paulo, onde se constatou aos 6 anos de idade a seguinte ordem decrescente na altura média: *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus kesiyya*, *Pinus patula* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, ambas as últimas espécies não diferindo entre si no presente trabalho após o décimo ano de idade. A pior espécie quanto a altura média foi sempre no presente estudo o *Pinus montesumae*, nos primeiros anos de vida ao estágio de grama ("grass stage"), que é típico dessa espécie, e posteriormente por ser realmente de crescimento inferior a ponto de ter aos 19 anos cerca da metade da altura do *Pinus elliottii* e do *Pinus patula* e quase a terça parte da altura atingida pelo *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Embora as parcelas tenham sido submetidas a desbaste em 1973, o menor crescimento do *Pinus montesumae* pode ter sido inclusive agravado ao longo do ensaio por um certo sombreamento pelas árvores dos demais tratamentos.

Os resultados correspondentes ao diâmetro médio das árvores nas diferentes avaliações estão sumariados na Tabela 2. As análises de variância revelaram para todas as medições valores de F significativos ao nível de probabilidade considerado no ensaio.

Tabela 2. Diâmetro (DAP) médio das árvores dos tratamentos testados, nas diferentes avaliações. Valores expressos em centímetros.

Época de medição	<i>P.elliottii</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P.kesiyya</i>	<i>P.montesumae</i>	<i>P.patula</i>
1965	3,42 b(*)	6,72 a	5,22 a	2,43 bc	2,98 bc
1966	5,01 b	8,53 a	7,46 a	2,90 c	4,41 bc
1967	6,79 b	11,09 a	10,32 a	4,37 c	6,38 bc
1968	7,95 b	12,83 a	11,88 a	4,40 c	7,80 b
1969	8,71 b	13,86 a	12,58 a	4,95 c	8,59 b
1971	9,96 b	15,84 a	13,36 a	5,92 c	9,98 b
1972	10,72 b	16,97 a	14,23 a	6,46 c	10,68 b
1973	12,05 c	18,69 a	16,22 b	6,90 d	12,28 c
1975	12,77 b	19,85 a	17,10 a	7,89 c	12,77 b
1976	13,26 b	20,53 a	17,72 a	8,54 c	13,13 b
1977	13,22 c	21,57 a	18,02 b	8,81 d	13,49 c
1978	13,50 c	21,48 a	18,15 b	9,02 d	14,32 c
1979	13,96 c	21,94 a	18,60 ab	9,40 d	15,27 bc
1980	14,48 c	23,14 a	19,82 ab	9,97 d	16,68 bc

(*) Dentro de uma mesma época de medição, valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Segundo GURGEL FILHO (1970), aos 6 anos de idade o *Pinus caribaea* var. *hondurensis* apresentava DAP sempre superior aos das demais pináceas nas diferentes localidades em estudo. Já no caso de Mogi Guaçu, mostra a Tabela 2 que os valores médios do DAP foram sempre maiores para *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus kesiyya*, que não diferiram entre si a não ser nos anos de 1973, 1977 e 1978, quando os resultados foram significativamente maiores para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Os diâmetros médios de *Pinus elliottii* e *Pinus patula* jamais diferiram entre si. O pior crescimento diametral foi sempre em contrado no *Pinus montesumae*, em todas as avaliações a partir do sétimo ano de idade.

Os resultados referentes ao número médio de árvores encontram-se resumidos na Tabela 3. Os valores de F encontrados foram sempre significativos para todas as avaliações.

Tabela 3. Número médio de árvores nos tratamentos testados.

Época de medição	<i>P.elliottii</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P.kesiyya</i>	<i>P.montesumae</i>	<i>P.patula</i>
1965	1471,4 a(*)	2242,8 a	1714,3 a	1414,3 a	1899,9 a
1966	1471,4 a	2242,8 a	1714,3 a	1414,3 a	1899,9 a
1967	1457,1 a	**	**	1414,3 a	1899,9 a
1968	1457,1 a	**	**	1357,1 a	1800,0 a
1969	1457,1 a	**	**	1242,8 a	1742,8 a
1971	1428,6 a	1371,4 a	1671,4 a	1214,3 a	1642,8 a
1972	1428,6 a	1371,4 a	1657,1 a	1185,7 a	1642,8 a
1973	971,4 a	957,1 a	1114,3 a	1085,7 a	1085,7 a
1975	971,4 a	957,1 a	1114,3 a	828,6 a	1085,7 a
1976	914,3 ab	957,1 a	1100,0 a	457,1 b	985,7 a
1977	914,3 ab	957,1 a	1085,7 a	442,8 b	957,1 a
1978	914,3 a	957,1 a	1085,7 a	428,6 b	828,6 ab
1979	900,0	957,1 a	1085,7 a	371,4 b	757,1 ab
1980	885,7 a	928,6 a	1085,7 a	300,0 b	728,6 a

(*) Dentro de uma mesma época, valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade, após análise com transformação $\sqrt{x + 0,5}$.

(**) Valores omitidos por incorreção nas anotações de campo.

Depreende-se da Tabela 3 que até 1975, quando as árvores estavam com 14 anos de idade, os tratamentos não diferiram significativamente entre si quanto ao número de árvores por parcela. A partir do décimo quinto ano o número de árvores foi significativamente menor para o *Pinus montesumae*. A preocupação em manter um número similar de árvores por parcela pode ser evidenciada pela realização de desbaste em 1973 reduzindo a um número ao redor daquele então apresentado pelo *Pinus montesumae*.

Os resultados referentes a área basal acham-se sintetizados na Tabela 4. Os valores de F obtidos foram significativos

ao nível de 5% de probabilidade em todas as épocas de medição.

Tabela 4. Área basal das árvores dos tratamentos testados, nas diferentes avaliações. Valores expressos em m²/ha.

Época de medição	<i>P.elliottii</i>	<i>P.caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P.kesiya</i>	<i>P.montesumae</i>	<i>P.patula</i>
1965	1,20 c (*)	8,35 a	4,15 b	0,12 c	1,42 c
1966	2,69 c	13,45 a	8,20 b	0,45 c	3,60 c
1967	4,98 ab	7,06 a	7,89 a	1,48 b	7,07 a
1968	6,53 ab	7,83 ab	11,75 a	2,11 b	10,05 a
1969	7,78 ab	8,94 ab	13,27 a	2,56 b	11,59 a
1971	9,69 bc	27,54 a	23,06 a	3,77 c	14,65 b
1972	11,12 bc	21,68 a	28,18 a	4,47 c	16,90 b
1973	9,94 bc	26,75 a	24,12 a	4,94 c	14,38 b
1975	11,20 bc	30,23 a	26,85 a	4,69 c	15,71 b
1976	11,66 bc	32,36 a	28,49 a	2,92 c	15,23 b
1977	11,49 c	35,69 a	28,82 b	3,04 d	15,85 c
1978	12,09 b	35,50 a	29,30 a	3,08 c	15,12 b
1979	12,35 b	37,41 a	30,76 a	2,85 c	15,43 b
1980	13,67 b	41,33 a	35,83 a	2,63 c	17,51 b

(*) Dentro de uma mesma época de medição, valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Observa-se na Tabela 4 que os maiores valores de área basal foram inicialmente os de *P. caribaea* var. *hondurensis*, que a partir do sexto ano não mais diferiu significativamente do *Pinus kesiya*. Ambas as espécies a partir do décimo ano suplantaram todas as demais. No décimo nono ano, a segunda posição na escala de ordem correspondente a área basal era ocupada por *P. patula* e *P. elliottii*, que superaram significativamente os valores correspondentes ao *Pinus montesumae*.

Em termos de volume cilíndrico, os resultados estão resumidos na Tabela 5. Em todas as medições os valores de F encontrados na análise de variância foram significativos ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 5. Volume cilíndrico de madeira das árvores dos tratamentos testados, nas diferentes avaliações. Valores expressos em m³/ha.

Época de medição	<i>P.elliottii</i>	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P.kesiya</i>	<i>P.montesumae</i>	<i>P.patula</i>
1965	2,507 bc (*)	38,221 a	15,764 b	0,093 c	4,128 bc
1966	8,886 c	90,149 a	46,992 b	0,693 c	16,649 c
1967	21,064 b	63,333 a	59,542 a	3,849 c	44,164 ab
1968	33,692 bc	82,456 ab	106,906 a	6,236 c	78,692 ab
1969	46,249 bc	103,628 ab	123,606 a	9,164 c	97,227 ab
1971	75,299 bc	374,039 a	293,176 a	17,007 c	143,949 b
1972	95,871 bc	457,903 a	374,825 a	21,778 c	168,212 b
1973	102,092 bc	461,910 a	363,868 a	26,228 c	173,627 b
1975	132,313 cd	584,459 a	457,303 b	29,549 d	207,669 c
1976	147,241 bc	665,694 a	524,010 a	23,385 c	213,505 b
1977	154,449 cd	789,443 a	563,588 b	23,249 d	236,934 c
1978	180,527 cd	851,786 a	633,887 b	23,328 d	253,562 c
1979	180,905 cd	852,000 a	640,244 b	22,828 d	260,933 c
1980	207,741 c	965,171 a	757,229 b	22,450 d	308,283 c

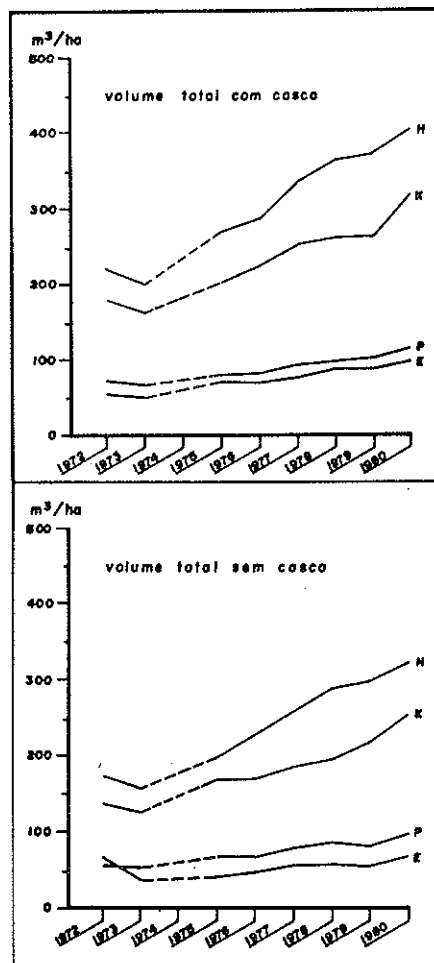
(*) Dentro de uma mesma época de medição, valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

Os melhores resultados de volume cilíndrico sempre couberam ao *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e ao *Pinus kesiya*, que regra geral não diferiram significativamente entre si até o décimo sexto ano de idade. A partir de então sobressaiu-se em volume cilíndrico o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Por ocasião

da última medição o pior crescimento volumétrico correspondia ao *Pinus montesumae*, inferior aos valores atingidos por *Pinus elliottii* e *Pinus patula*, que não diferiram entre si mas foram suplantados pelo *Pinus kesiya*, que por sua vez foi inferior apenas ao *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Cabe acrescentar que as anotações de campo não foram suficientes para permitir o cálculo preciso do volume de madeira extraído em desbaste, pelo que as considerações foram feitas sempre em função do volume existente por ocasião das medições.

Para uma melhor visualização do crescimento em volume, foi elaborada a Figura 1, onde encontram-se sintetizados os rendimentos volumétricos para as espécies em estudo, com exceção para o *Pinus montesumae*, para o qual não se dispunha de equação de volumes. Na referida figura constam, em m³/ha, os valores de volume total com e sem casca, e de volume comercial com e sem casca até o diâmetro limite de despona de 5 cm. Os resultados referem-se ao período de 1972 a 1979, cabendo lembrar que os menores valores de 1973 em relação a 1972 são devidos ao desbaste que foi então realizado.

A Figura 1 evidencia os melhores rendimentos apresentados por *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus kesiya*. Em termos de volume total com casca, aos 19 anos de idade o incremento anual correspondente a essas espécies era de respectivamente 22,3 e 17,8 m³/ha/ano, contra 6,5 e 5,7 m³/ha/ano para *Pinus patula* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*, deixando-se de considerar os valores extraídos em desbaste pelas razões anteriormente expostas. Para comparação podem ser citados os incrementos anuais obtidos por BERTOLANI & NICOLIELO (1977) para a região de Agudos, São Paulo, aos 15 anos de idade, que foram de 28,4 m³/ha/ano para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*; 30,7 m³/ha/ano para *Pinus kesiya*; 16,0 m³/ha/ano para *Pinus patula*; e 12,3 m³/ha/ano para *Pinus elliottii* var. *elliottii*.



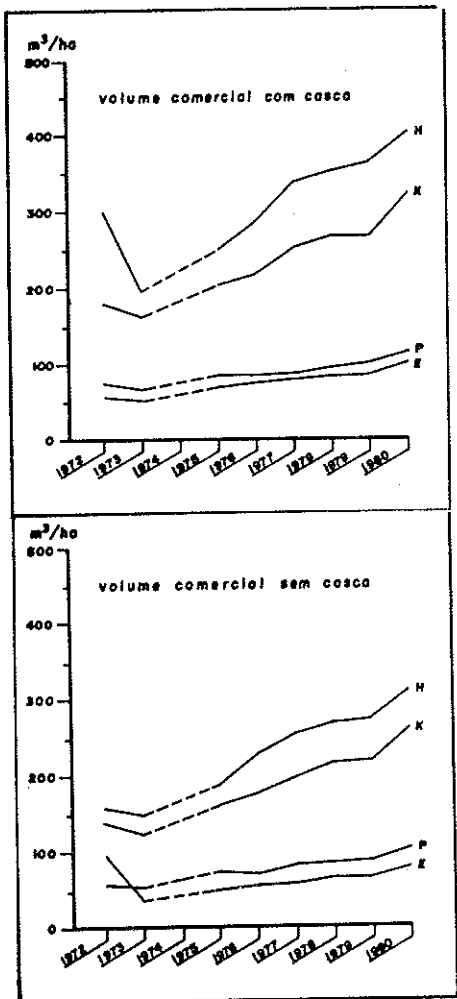


FIGURA 1. Volumes totais e comerciais com e sem casca, obtidos em diferentes medições de parcelas experimentais de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (H), *Pinus kesiya* (K), *Pinus patula* (P) e *Pinus eliottii* var. *eliottii* (E), instaladas em 1961 em Moji Guaçu, SP.

4. CONCLUSÕES

Da análise e discussão dos resultados conclui-se que das 5 espécies estudadas a melhor para a região de Moji Guaçu, SP, é o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. Das demais destaca-se apenas o *Pinus kesiya*, que superou o crescimento apresentado por *Pinus patula*, *Pinus eliottii* var. *eliottii* e *Pinus montezumae*, esta última totalmente desaconselhada para a região face aos maus resultados apresentados ao longo dos dezoito anos de estudo.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BERTOLANI, F. & NICOLIELO, N. 1977. Comportamento e programa de melhoramento genético dos pinus tropicais na região de Agudos-SP, Brasil. PRODEPEF, Brasília, Comunicação Técnica 18, 18 p.
- GOMES, F.P. 1966. Curso de Estatística Experimental, 3ª Ed. Piracicaba, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"-USP. 404 p. 1970.
- GURGEL FILHO, O.A. 1970. Pesquisa e experimentação com *Pinus* sp no Estado de São Paulo. *Silv. S. Paulo*, São Paulo, 7:127-146.
- GURGEL FILHO, O.A. et alii. 1963. Experimentação com *Pinus* no Estado de São Paulo. II Dendrometria: 1961 a 1963. *Silv.S. Paulo*, São Paulo, 1(2):189-206.
- KRONKA, F.J.N. et alii. 1974. Tabelas de volume para algumas espécies do gênero *Pinus*. *Boletim Técnico do Instituto Florestal*, São Paulo, 12:1-9.
- VENTURA, A.; BERENGUT, G. & VICTOR, M.A.M. 1966. Características edafo-climáticas das dependências do Serviço Florestal do Estado de São Paulo. *Silvicultura*, São Paulo, 4:57-140.

Exploração de Eucalipto visando Aumentar a Produtividade da Floresta com a Comercialização da Madeira

RONALDO DORNELLES
RAFAEL FERREIRA
Florestal Guaíba Ltda.
VILMAR RAUEN
Rio Grande - Cia. de Celulose do Sul - Riocell

Resumo

A comercialização parcial da madeira de um povoamento de Eucalipto, faz com que se retire deste, o material mais nobre, que traz como consequência um decréscimo do volume aproveitável como matéria-prima para celulose.

O objetivo final de nossos povoamentos de Eucalipto são para a transformação em celulose, porém concluímos que de acordo com a valorização da madeira, podemos obter volumes maiores dos povoamentos com a comercialização da mesma.

A venda de postes, toras e resíduos florestais, faz com que se obtenha uma receita capaz de criar a proporção de 1:4 em média, ou seja: 1 estéreo de poste ou tora pode ser transformado em 4 estéreos de madeira para celulose.

A transformação pode ser realizada sob a forma de compra e venda direta, ou de permuta, usando principalmente, as espécies *saligna*, *grandis*, *alba* e *terecticornis*.

A comercialização propicia um aumento de volume de madeira para celulose, e aumenta a produtividade da floresta.

Introdução

Rio Grande - Cia. de Celulose do Sul (RIOCELL), tem como objetivo principal, o fabrico de celulose com o consumo de madeira de eucalipto e acácia negra de suas florestas.

As principais espécies plantadas são *E.saligna*, *E.grandis*, *E.alba* e *E.terecticornis*. Todas as outras são menos significativas em relação aos volumes apresentados pelas espécies citadas.

Neste trabalho existe uma tentativa de valorizar as florestas de eucalipto, com um sistema racional de exploração florestal. Todas as alternativas que aqui serão apresentadas, bem como a demonstração da sua viabilidade econômica, passa a ter validade para todas as regiões onde haja uma forma de equivalência dos custos e dimensões de todo o conteúdo apresentado.

Objetivo

Este trabalho visa demonstrar que, pela diferente valorização da madeira, é possível transformar, através da comercialização, o volume de postes, toras e resíduos florestais, retirados do povoamento, em maiores volumes de madeira para celulose.

Material e método

Para a realização deste trabalho foi inventariado o Horto Florestal Santa Tereza de propriedade da Riocell, com uma área total plantada de 987,8 ha. de eucalipto sp. que apresentam um rendimento de 288,03 st/cc/ha., perfazendo um total de 284.520,72 st/cc. A idade média deste povoamento por ocasião do levantamento dendrométrico é de 9 anos.

1. Classificação da madeira

Para a classificação da madeira, a que se propõe este trabalho, foram utilizados dados do levantamento dendrométrico que distribui o povoamento da seguinte forma:

Classe DAP (cm)	Classificação	Nº de árvores	Percentual (%)
* > 6	Resíduo Florestal		0
6-20	Madeira/Celulose	772.212	75
20-25	Madeira/Postes	184.177	18
< 25	Madeira/Serraria	70.549	7
Total		1.027.450	100

* Diâmetro não computado nos 100% apresentado, pelo fato de não pertencer ao volume total inventariado.

2. Proporções utilizadas

Para atingirmos as proporções entre madeira para celulose, postes, toras e resíduos florestais, foram utilizados os valores comerciais de cada produto, referente a média de 12 meses do ano de 1981, de compra e venda deste material pela Riocell.

3. Volume individual do material

Os volumes apresentados são referentes a levantamentos reais obtidos durante a exploração florestal, assim distribuídos:

POSTES: 0,50 estéreo - Média 10 metros de comprimento.
TORAS: 0,30 estéreo - Média 2,60 metros de comprimento.

Resultados

Os resultados obtidos da comercialização da madeira hoje na Riocell, faz com que seja possível analisar a economicidade deste processo da seguinte forma:

1. Postes

Preço de venda: Cr\$ 61,00/metro linear em pé
Volume/unidade: 0,50 estéreo
Comprimento médio: 10 metros lineares
Custo de madeira p/celulose: Cr\$ 273,00/st em pé

Preço estêreo/poste:

$$\frac{\text{Cr\$ } 61,00 \times 10 \text{ m}}{0,50 \text{ st}} = \text{Cr\$ } 1.220,00/\text{st}$$

Como este valor podemos obter a seguinte proporção:

$$\frac{\text{Cr\$ } 1.200,00/\text{st}}{\text{Cr\$ } 273,00/\text{st}} = 4,47$$

Isto representa que para cada estêreo de poste, adquirimos 4,47 st. de madeira para celulose.

2. Toras

Preço de venda: Cr\$ 1.073,52/estêreo

Volume/unidade: 0,30 estêreo

Custo de madeira p/celulose: Cr\$ 273,00/st em pé

Com estes valores obtemos a seguinte proporção:

$$\frac{\text{Cr\$ } 1.073,52}{\text{Cr\$ } 273,00} = 3,93$$

Isto representa que para cada metro estêreo de tora, podemos adquirir 3,93 st. de celulose.

3. Resíduo florestal

Na análise do horto apresentado, além do volume total de madeira obtido no inventário, há mais 10% de volume referente a madeira com diâmetros abaixo de 6 cm, considerado como matéria prima não industrial.

Desta forma, usando-se este percentual foi obtido um total de 28.452,00 estêreos, em uma área de 987,8 ha.

Preço/resíduo florestal: Cr\$ 100,00/st no toco

Custo de madeira p/celulose: Cr\$ 273,00/st em pé

$$\frac{\text{Cr\$ } 100,00}{\text{Cr\$ } 273,00} = 0,37$$

Isto representa que para cada estêreo de resíduo florestal podemos adquirir 0,37 st de madeira para celulose.

4. Transformação em volume, do número de árvores apresentado nas diversas classes de DAP, com percentual correspondente

ÁRVORES	VOLUME/ UNIDADE	VOLUME TOTAL	CLASSIFI- CAÇÃO	PERCENTUAL
184.177 x	0,50 =	92.088,50 st	Poste	32%
70.549 x	0,30 =	21.164,70 st	Tora	8%
Diferença	=	171.267,52 st	Celulose	60%
TOTAL	=	284.520,72 st		100%

A perda em volume pela utilização da madeira para postes e toras é de 113.253,20 estêreos (volume/poste + volume/tora)

O volume de madeira para celulose no florestamento:

$$284.520,72 - 113.253,20 = 171.267,52 \text{ st/cc}$$

O volume 171.267,52 st/cc, transformado para sem casca obtém-se 145.577,39 st.

5. Tabela de produtividade da floresta com uso da comercialização

CLASSIFICAÇÃO	VOLUME TOTAL	P/HA	PROPORÇÃO	TRANSF.CELULOSE/ TOTAL
Poste st/cc	92.088,50	93,23	4,47:1	411.635,59
Tora st/cc	21.164,70	21,43	3,93:1	83.177,27
Resíduo st/cc	28.451,00	28,89	0,37:1	10.526,87
Sub-total				505.339,73
Celulose st/sc	145.577,39	147,3	1:1	145.577,39
TOTAL				650.917,12

5.6. Resultado da transformação

PRODUTIVIDADE ORIGINAL	PRODUTIVIDADE C/ COMERCIALIZAÇÃO	AUMENTO REND. EM VOLUME	PROPORCIONALIDADE
288,03 st/ha	658,95 st/ha	370,92 st/ha	2,29

ÁREA ORIGINAL DE PLANTIO	ÁREA OBTIDA C/ COMERCIALIZAÇÃO	AUMENTO OBTIDO EM ÁREA
987,8 ha	2.259,89 ha	1.272,09 ha

Considerações finais

Este trabalho demonstra que os diversos fins dado à uma floresta de eucalipto, podem fazê-la bem mais produtiva para a empresa que tem como objetivo final a celulose.

Para que isto possa se realizar é preciso que certas pressuposições se confirmem, tais como:

- Exista mercado para colocação de postes e toras;
- Os preços se mantenham nesta proporcionalidade;
- As florestas consigam aqueles rendimentos analisados;
- Exista disponibilidade de compra de madeira p/celulose;

Portanto concluímos que, empresas de celulose que utilizam eucalipto, já no 1º ciclo, podem fazer através da comercialização, o aumento de sua produtividade, sem prejuízo de seu abastecimento.

Agradecimentos

Os participantes desse trabalho não poderiam deixar de registrar seus agradecimentos ao Diretor Presidente Gen. Breno Borges Fortes, pelo entusiasmo e incentivo que sempre nos transmitiu, ao Diretor Superintendente Dr. Aldo Sani pelo apoio decisivo prestado, às atividades florestais da Empresa, ao Superintendente Florestal Sr. Manoel E. R. Stringhini pela confiança depositada e o estímulo à pesquisa que nos proporciona e, sem cuja colaboração esse trabalho não teria alcançado seus objetivos.

Agradecemos, também, a todos os funcionários que de uma forma ou outra prestaram sua colaboração.

Planejamento Florestal através do Computador

RAFAEL FERREIRA
AGENOR SALTON
Florestal Guariba Ltda.
JORGE MESQUITA
JORGE AUGUSTO S. BRAIBANTE
Rio Grande — Cia. de Celulose do Sul — Riocell

Resumo

O planejamento técnico e econômico de uma empresa florestal exige a compilação de dados por diversos anos, para que se possa ter conhecimento das condições dos povoamentos implantados e tomar decisões que venham ao encontro dos objetivos empresariais.

Por essa razão, implantamos na Riocell, o Cadastro Florestal no computador, denominado de "Sistema Florestal".

Neste sistema armazenamos todo o tipo de dados operacionais num planejamento florestal. Dados estes que versam sobre implantação, manutenção, exploração e inventário numa floresta.

Com a agilização destes dados e sua interação, pode-se tirar conclusões sobre as tomadas de decisões pertinentes às operações florestais, que se fazem necessárias no planejamento global da Empresa.

Estas interações e conclusões resultantes facultam-nos prever o abastecimento da fábrica num certo período, o planejamento da exploração florestal em área e volume, e previsão e controle das técnicas silviculturais.

Portanto, este "Sistema Florestal", propiciou um manejo técnico e econômico da Empresa, de maneira rápida, precisa e eficiente.

Introdução

O planejamento técnico e econômico de uma empresa florestal, exige a compilação de dados por diversos anos, para que se possa ter conhecimento das condições dos povoamentos implantados e tomar decisões que venham ao encontro dos objetivos empresariais.

Já em 1975, a Rio Grande - Cia. de Celulose do Sul, iniciou a compilação das informações de operações florestais em fichas Kardex, por horto, talhão e parcela, tal como subdividimos as propriedades.

Este conjunto de informações denomina-se, na terminologia técnica, de "Cadastro Florestal".

Com o passar dos anos, o acúmulo de dados tornou difícil o manuseio e análises, impedindo com isso, um planejamento eficaz e ágil.

Por esta razão, implantamos em computador todas essas informações, para que pudessemos inteirar e concluir de maneira eficiente as variáveis que compõem as tomadas de decisões e que se fazem necessárias no planejamento florestal. Esta implantação chamamos de "Sistema Florestal".

Neste sistema armazenamos todo tipo de dados operacionais de uma floresta, tais como, a implantação, manutenção, inventário e exploração florestal.

A agilização no manuseio de dados e consequente inteiração de variáveis, facultam-nos prever o abastecimento da fábrica num certo período, o planejamento de exploração florestal em área e volume, a previsão e controle das técnicas silviculturais.

O "Sistema Florestal", assim implantado, propiciou um maior conhecimento das florestas da empresa, e proporcionou maior rapidez e clareza nas decisões.

Objetivo

Dinamizar o armazenamento de informações e inteirar variáveis, que compõem as técnicas de planejamento florestal, dando a este uma maneira rápida e precisa de conclusões.

Armazenamento e obtenção de dados

A Riocell, possui 58 hortos florestais que perfazem 27.891,9 ha, reflorestados com Eucaliptus sp. e Acácia sp., subdivididos em 3.393 parcelas agrupadas em 1.412 talhões, que são numerados individualmente e alocados em mapas planimétricos.

Os órgãos responsáveis pela implantação, manutenção e corte das florestas, orientados por estes mapas, informam todos os dados de operações silviculturais e exploração das florestas da Empresa.

Estes dados compilados em formulários especiais, são enviados ao computador, que os armazena em um arquivo que separa parcela por parcela através de uma chave pré-estabelecida, a qual denominamos de ficha cadastral (Anexo 1).

Essa ficha cadastral, dividida por ciclo da floresta, especifica dados tais como: área de plantio, procedência da semente, espaçamento, sobrevivência do plantio, área de roçada, capina e coroamento, área de interplantio e número de mudas interplantadas, área de desbrota, número de touças desbrota, área cortada, produção conseguida.

Resultados obtidos

De acordo com os dados armazenados, são gerados relatórios que servem de guia ao planejamento florestal nos diversos setores da Empresa, tais como:

1. Disponibilidade de madeira (Anexo 2)

Este relatório especifica por ano de plantio, horto e ciclo o número de hectares de florestas, nas diferentes espécies utilizadas na Empresa.

Torna-se útil, quando devemos programar a exploração flo

restal, pois indica a quantidade de hectares em diferentes idades.

2. Controle de brotação (Anexo 3)

Especifica por horto, o número de hectares a desbrotar, indicando a parcela, espécie, ciclo e idade da brotação. Este controle orienta a condução do povoamento, nas inúmeras parcelas contidas nos hortos. Mantém o órgão responsável pela operação a par da situação dos povoamentos quanto a desbrota, bem como, apresenta a alternativa de enunciar a previsão de onde e quanto desbrotar no ano seguinte.

3. Talhões encerrados em determinado período (Anexo 4)

Enuncia a nível de horto e geral, as parcelas encerradas naquele período, fazendo comparação com o inventário florestal.

Portanto, além de enunciar os rendimentos obtidos, afere os levantamentos dendrométricos realizados antes do corte.

4. Movimentação florestal (Anexo 5)

Este relatório especifica mensalmente o acumulado do ano por horto e no geral, todas as operações silviculturais em número de hectares realizados, e o corte em área e volume.

5. Demonstrativo de suficiência de madeira (Anexo 6)

Este relatório tendo por base uma rotação de 7 (sete) anos, estima durante este período a disponibilidade em volume nos diversos anos, como também, a sobra ou falta nos anos do período considerado.

De posse destes dados podemos, com bastante antecedência, prever os problemas de abastecimento que possam ocorrer, ou a regulação do estoque considerado como reserva técnica.

6. Sobrevivência da brotação (Anexo 7)

Este relatório especifica a sobrevivência da brotação nos diversos corte, a nível de parcela e por horto das florestas da Empresa.

Com isto, podemos determinar a diminuição da densidade do povoamento durante suas rotações.

7. Talhões em idade de corte (Anexo 8)

Este relatório enuncia todas as parcelas com mais de 1 (um) ano, juntando-se a área, espécie, idade, volume estimado e população aproveitável.

É, portanto, um dado importante no planejamento de exploração florestal, dando com certa segurança onde quanto e como cortar a floresta para um abastecimento normal.

8. Controle de tratamentos silviculturais (Anexo 9)

Este relatório especifica todos os tratamentos silviculturais, em número de hectare, realizados em cada parcela nos últimos doze meses.

É um orientador ao órgão responsável pela implantação e manutenção da floresta, das operações já realizadas ou a realizar.

9. Análise por espécie de talhões encerrados (Anexo 10)

O relatório especifica todas as espécies plantadas na empresa, enunciando a área cortada, a idade média de corte, incremento conseguido e número de árvores remanescentes para o 2º ciclo.

No total horizontal apresenta os mesmos dados em médias por ciclo e no total vertical o procedimento da espécie nos três ciclos pré-estabelecidos.

10. Controle de povoamentos florestais (Anexo 11)

Neste relatório, está enunciado e arquivado todo o levantamento dendrométrico, realizado por parcela nos povoamentos florestais da Empresa.

Considerações finais

Os dados armazenados neste sistema e os relatórios gerados, propiciaram ao corpo técnico da Riocell, a visualização global dos povoamentos florestais.

Isto, também proporcionou uma maior facilidade para determinação das alternativas de decisões inerentes a todo o planejamento florestal da Empresa.

Ficha Cadastral

A. HORTO 10 TALHAD 001 PARCELA 4

25/05/71

CICLO I ***	AREA PLANTADA	PROCED.	ORÇAMENTO	PLANTIO	ADUBACAO	SOBREVIVENCIA
TOTAL CAMPO	MATO DANH. E	SEMENTE	CIC METR. METR.	DATA ESP. ESP. P/T	DATA QUANTIO.	VIVAS FORMIGA
0.8	0.8	ESP. AHT. *** COO ANO ***	MAQ. MOM. ***	11/68 ESA 3:00 2:00 P	KG ***	***
		DESC./				

SE PLANTIO HA	RODADA	CAPINA	CORDAM.	CORTE I	INCENDIO
DATA DATZ NUM NUM.	AREA	AREA	AREA	AREA CELULOSE	POSTE BRASAO
VEZ MUDAS ***	***	***	***	7/78 0.8 225.9	39

CICLO II ***	ADUBACAO	ADENSAMENTO HA	DESBROTA HA	REDESBROTA HA	CORTE II
QUEIMA	AREA	NUM. QUANT. KG	DATA AREA NUM.	DATA AREA NUM.	POSTE BRASAO OUTROS
AREA ***	DATA QUANTIO. KG	*** MUDAS ADUBO ***	6/77 0.8 1.277	6/78 0.8 1.297	
			TOUCA ***	TOUCA ***	

CICLO III ***	ADUBACAO	ADENSAMENTO HA	DESBROTA HA	REDESBROTA HA	CORTE III
QUEIMA	AREA	NUM. QUANT. KG	DATA AREA NUM.	DATA AREA NUM.	POSTE BRASAO OUTROS
AREA ***	DATA QUANTIO. KG	*** MUDAS ADUBO ***	TOUCA ***	TOUCA ***	

Disponibilidade de Madeira

Anexo 02

RIOCELL QUADRO DE DISPONIBILIDADE DE MADEIRA: 8/106/12														
EUCALIPTO - PLANTIO PROPRIO - CICLO 1														
MO	70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	SOMA:	NOME DO HORTO
02		625+5	1615+2	1984+3	514+7	567+1	81+0	25+1	289+2	125+5	77+0	15+9	6120+5	BARBA NEGRA
03				13+9									13+9	BELA VISTA I
04				391+0	45+0								436+0	BELA VISTA II
05				149+3	16+5								165+9	BELA VISTA III
06						14+6				115+5		9+4	139+5	BOA VISTA
07		5+2	20+2	7+7									33+1	DOM RETIRO
08	1+8												1+8	BRESSAM
10		8+9											8+9	CAMELIA
11		1+2	1+6	9		21+7							27+1	CASCATA
12	26+6			2+2	144+9	242+1	121+8	14+1			7		5+9	COLORADO
13												11+7	559+3	
14	1+5		8+0	30+1	54+5								152+3	PINHACROS
15													32+4	CONDE
16	1+7						2+6						2+6	CARRETA DA SILVA
17		49+5											2+6	CRUZ DAS ALMAS
18					25+8								74+5	EXPERIMENTACAO
19	7+8	7+2											25+8	DOMAGALSKI
20	3+5	1+8		8									15+0	DOURADILHO
21	2	7+1	2+2										6+1	FEIJO
22													3+5	JERONIMO
23	3+1	44+7	1+9										5+1	JUNG
24													49+7	LECH
25													95+2	LUGER
26													1+3	MOMILNEIRO
27					2+8	18+0	13+5						132+6	PAULO WALTER I
28					265+7	104+2	62+7						152+8	PAULO WALTER II
29					140+5	11+0	1+3						5+0	PEIXOTO
30					5+0								1+1	PETIM
31	1+1				14+8	13+3							24+1	PORTAO
32					16+6								79+9	RIMAS DO LEO
33		225+1	14+2										63+3	SANTA TEREZA
34		2+3	1+0	12+0		51+0							259+3	SANTO ANILO
35	4+9	10+7	9+1						5+4	42+5			24+7	SAO FRANCISCO
36		579+8	23+6										721+6	SAO VICENTE
37			109+0	158+9									548+8	TERRA DURA
38	77+3	3+9											100+3	ZELMANOVITZ I
39													155+8	ZELMANOVITZ II
40													12+7	PASSO DA ESTANCA
41													12+7	ELOI
50	149+5	1685+0	2327+8	3336+2	938+7	1015+2	209+7	46+6	289+2	368+6	633+9	37+0	11037+2	

Controle de Brotação

Anexo 03

RIOCELL CONTROLE DE BROTAÇÃO CONDE 01/07/81													
PARCELA	AREA PLANTADA	ESPECIE	CORTE	CICLO	IDADE	AREA DESBROTA	AREA A DESBROTAR	AREA TRABALHADA	NUMERO TOUCAS				
14.002.A	18+2	EPP	11.77	3	14	3+0	6+1						
14.011.D	0+7	EAL	04.77	2	27	0+0	0+7						
14.012.H	0+5	EAL	05.77	2	26	0+0	0+5						
14.012.H	0+8	EAL	01.77	2	27	0+0	0+8						
14.014.M	31+6	EAL	01.77	2	30	27+6	2+0						
14.014.M	5+0	EGR	02.77	2	29	0+0	5+0						
14.016.F	1+9	ECA	07.78	2	16	0+0	0+5						
14.016.A	3+0	EGR	12.77	2	19	0+0	3+0						
14.016.C	0+3	EGR	12.77	2	19	0+0	0+3						
14.017.A	7+4	EGR	09.77	2	22	0+0	7+4						
14.017.C	0+5	EGR	09.77	2	22	0+0	0+5						
14.017.H	0+7	EAL	07.77	2	22	0+0	0+7						
14.017.E	17+5	EGR	12.77	2	19	0+0	17+5						
14.017.F	0+4	EGR	07.77	2	22	0+0	0+4						
14.017.H	0+8	EAL	12.77	2	19	0+0	0+8						
14.017.I	1+6	EGR	12.77	2	19	0+0	1+6						
14.017.J	19+0	EGR	07.77	2	22	0+0	19+0						
14.017.L	1+0	EGR	10.77	2	21	0+0	1+0						
14.017.M	2+2	EGR	09.77	2	23	0+0	2+2						
14.017.H	0+5	EAL	08.77	2	23	0+0	0+5						
14.017.O	1+6	EGR	07.77	2	24	0+0	1+6						
14.017.P	1+4	EPP	07.77	2	24	0+0	1+4						
14.017.Q	1+2	EAL	08.77	2	23	0+0	1+2						
14.017.R	3+5	ESA	07.77	2	24	0+0	3+5						
14.018.A	0+5	EGR	07.77	2	22	0+0	0+5						
14.018.C	11+8	EGR	10.77	2	21	0+0	11+8						
14.018.D	0+5	EAL	07.77	2	22	0+0	0+5						
14.018.F	6+0	EGR	12.77	2	19	0+0	6+0						
14.018.H	10+2	EAL	03.77	2	28	0+0	10+2						
14.018.I	7+5	EAL	04.77	2	27	0+0	7+5						
14.018.C	2+0	EAL	03.77	2	28	0+0	2+0						
14.017.	20+5	EGR	09.77	2	22	0+0	20+5						
14.018.	14+7	EGR	07.77	2	22	0+0	14+7						
14.019.C	5+0	EGR	09.77	2	23	0+0	5+0						
14.019.D	5+0	EAL	08.77	2	23	0+0	5+0						
14.019.E	2+1	EGR	08.77	2	23	0+0	2+1						
14.019.G	2+6	EPP	08.77	2	23	0+0	2+6						
14.050.A	1+6	EAL	07.77	2	24	0+0	1+6						
14.050.B	15+0	ESA	07.77	2	24	0+0	15+0						
14.051.A	2+8	ESA	07.77	2	24	0+0	2+8						
14.051.C	2+2	EAL	07.77	2	24	0+0	2+2						
14.051.C	3+0	ESA	07.77	2	24	0+0	3+0						
14.052.	27+2	ESA	07.77	2	24	0+0	27+2						
14.051.A	5+5	EAL	05.77	2	26	0+0	5+5						
14.051.C	8+0	EAL	05.77	2	26	0+0	8+0						
14.051.B	7+2	EAL	06.77	2	25	0+0	7+2						
14.054.C	11+3	EAL	06.77	2	25	0+0	11+3						
14.057.	9+0	EAL	05.77	2	26	0+0	9+0						
14.056.A	12+0	EAL	05.77	2	26	0+0	12+0						
14.057.B	1+7	ESA	06.77	2	27	0+0	1+7						

PARCELA	PLANTADA	AREA	ESPE	GIE	IDADE	DATA	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	VOLUME	INCR.	DATA	INCR.	COMPAR.	
							CELULOSE	POSTE	OUTROS	TOTAL	HECTA	DRASOES	REAL	DEMO	DEMO	INCR.
HORTO 02 - BARUA NEGRA																
02.173.0		5.8	EAL	109	5/81	2.795.5				2.795.5	481.9	53.04	5/80	20.86	32.18	
02.246.A		9.1	EGR	114	5/81	3.572.7				3.572.7	372.6	41.28				
02.247.0		3.5	EGR	114	5/81	1.234.7				1.234.7	352.7	37.08				
02.260.0		10.0	ESA	114	5/81	4.240.9				4.240.9	424.0	45.00				
02.261.A		5.1	ESA	114	5/81	2.742.4				2.742.4	541.6	57.00				
02.261.B		14.4	ESA	98	5/81	4.111.2				4.111.2	322.6	33.48				
02.261.D		1.6	ESA	114	5/81	777.5				777.5	48.9	5.12				
02.261.E		0.6	ESA	114	5/81	213.7				213.7	35.1	3.44				
HORTO 04 - BELA VISTA, II																
04.013.0		0.8	ERO	107	5/81	140.0				140.0	175.0	19.56	6/80	18.91	0.45	
HORTO 08 - DRESSAH																
08.001.0		1.2	EPP	143	5/81	231.0				231.0	192.5	14.08	6/80	15.96	0.12	
HORTO 17 - EXPERIMENTACAO																
17.003.E		4.7	EGR	120	5/81	996.7				996.7	212.0	21.12	5/80	31.98	10.86	
HORTO 14 - PEIXOTO																
14.001.C		72.1	ESA	91	5/81	26.429.2				26.429.2	365.5	48.12	6/80	35.77	12.35	
14.002.A		5.6	EGR	74	5/81	1.444.0				1.444.0	258.2	19.72	6/80	11.79	2.07	
14.002.C		0.5	EGR	74	5/81	130.0				130.0	260.0	39.94	6/80	11.79	1.83	
HORTO 41 - SANTA TEREZA																
41.021.0		1.0	EAL	112	5/81	389.0				389.0	389.0	41.64				
41.021.C		2.8	EAL	112	5/81	533.6				533.6	190.5	20.40				
HORTO 42 - SANTO AMARO																
42.008.A		31.4	EGR	115	5/81	10.650.0				10.650.0	3191.1	35.28				
HORTO 43 - SAO FRANCISCO																
43.013.A		2.2	ESA	138	5/81	967.3				967.3	439.6	38.16				
43.015.A		3.0	ESA	138	5/81	2.735.3				2.735.3	341.9	29.64				
43.015.B		1.7	ESA	124	5/81	476.0				476.0	280.0	27.00				
43.015.C		1.0	ESA	124	5/81	265.0				265.0	265.0	25.56				
43.015.C		0.3	EGR	167	5/81	78.0				78.0	260.0	18.60				
HORTO 48 - TERRA DOURA																
48.012.F		12.2	EAL	108	5/81	4.573.1				4.573.1	374.8	41.64	5/80	18.33	23.31	
GERAL **		196.0		104		70.388.8				70.388.8	359.1	41.14 PO 36.90 AR		32.68 PO 29.17 AR 10.88 OP		

Talhões encerrados em determinado período Anexo 04

ITEMS	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987
OISP. HA	1744.50	2293.10	3266.40	938.70	1134.70	1499.90	1574.80	1719.80	2440.90	1507.30
OISP. ST	344632.05	484688.89	591961.43	165963.21	216922.78	399229.28	674405.95	162416.73	726337.02	517770.67
INCR. ANO	28.15	30.17	25.88	25.25	29.82	38.02	43.04	38.24	36.52	33.79
SOBRA AND-1	0.00	393852.12	553917.57	676496.36	189665.38	270759.53	355388.33	0.00	0.00	0.00
SOBRA AND-2	0.00	0.00	443072.59	623146.25	761030.79	213367.55	0.00	0.00	0.00	0.00
SOBRA AND-3	0.00	0.00	0.00	487222.21	575317.12	412608.65	0.00	0.00	0.00	0.00
OISP. ACUM.	344632.05	878541.21	158052.09	1952828.03	1782736.07	1295965.01	829794.28	440416.73	726337.02	517770.67
CUNS.	0.00	0.00	0.00	574583.00	945000.00	945000.00	945000.00	945000.00	945000.00	945000.00
SOBRA FALTA	344632.05	878541.21	158052.09	1378245.03	777116.07	110765.31	155205.72	524583.27	256662.98	167207.33
DEFIC HA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	739.07	2478.01	1231.72	794.21

Demonstrativo de suficiência de madeira Anexo 06

31/05/91

LISTAGEM DE MOVIMENTAÇÃO FLORESTAL
MOVIMENTOS DO MES JUNHA JUN/91

1	HORTAL=?	DT.MV	AR.T	AR.PL	ESP	QT.ADOB	CIG	SOBR.	REPL.	ADC.	CAP.	CDR.	INC.	QUEI
2			AREA	CELUL.	POSTES		BRAS	OUTR.	CIC	AREA	MUDAS	QT.ADU	DESBR	REDES
	BARRA NEGRA													
1	TOTAL -HORTO	02-	15.9	15.7		3.904			15.9					6.0
2			34014	132.675.4			545	13.0		33.3	2.937	7.166	7.1	
	BELA VISTA (I)													
1	TOTAL -HORTO	04-												
2			42.7	11.582.2										
	BOA VISTA													
1	TOTAL -HORTO	06-	9.4	9.4		2.043			8.4	12.5	8.4	9.5	0.2	
2														
	BOM RETIRO													
1	TOTAL -HORTO	07-								14.4				32.2
2														
	BRESSAN													
1	TOTAL -HORTO	08-												13.8
2			41.3	1.252.5										
	CAMELIA													
1	TOTAL -HORTO	10-								5.8				132.8
2														
	CASCATÁ													
1	TOTAL -HORTO	11-						1.4						
2			8.9	2.644.8		150.9								
	COLORADO													
1	TOTAL -HORTO	12-	12.1	12.1		2.873			23.4	4.4		1.0	1.3	
2												160.1		
	PINHEIROS													
1	TOTAL -HORTO	13-	157.3	148.2		35.714		311.5	7.3	131.2	13.1	302.6		
2														
	CONDE													
1	TOTAL -HORTO	14-								73.0		1.2	7.4	
2												76.7		

Anexo 05

Movimentação Florestal

Sobrevivência da Brotação

Anexo 07

10/06/81		SISTEMA FLORESTAL				pg 2	
SOBREVIVENCIA DA BROTACAO		PERIODO DE PLANTAO 06/81					
CHAVE	AREA	ESP.	CIC	ESPACAMENTO	V 50/11		
HORTO 12 - COLORADO							
12.039.E	7.3	ESA	2	3.00 x 2.00	41.04		
12.039.F	7.3	ESA	2	3.00 x 2.00	42.00		
12.039.G	22.4	ESA	2	3.00 x 2.00	70.92		
12.046.	33.8	EGR	2	3.00 x 2.00	71.60		
12.053.	11.6	EAL	2	3.00 x 2.00	68.16		
12.054.	0.2	EAL	2	3.00 x 2.00	62.70		
12.055.A	6.9	EAL	2	3.00 x 2.00	58.02		
12.055.B	1.0	EAL	2	3.00 x 2.00	58.08		
12.055.C	6.6	EAL	2	3.00 x 2.00	58.08		
12.055.D	12.5	ESA	2	3.00 x 2.00	58.14		
12.055.E	10.6	EAL	2	3.00 x 2.00	58.08		
12.056.	8.8	EAL	2	3.00 x 2.00	73.92		
12.057.	16.9	EAL	2	3.00 x 2.00	55.98		
12.059.	27.2	EAL	2	3.00 x 2.00	78.78		
12.059.	3.2	EAL	2	3.00 x 2.00	85.38		
TOTAL HORTO - 12 -					171.3	2	66.57

Talhões em Idade de Corte

Anexo 08

RIDCELL			TALHOES EM IDADE DE CORTE				NOVEMBRO/81		
PARCELA	ESP.	CICLO	AREA	INCREMENTO	IDADE	VOL/HA	VOL/TOT	LEVANTAMENTO	POP. APROV.
12.001.A	EPP	2	3.5		233				
12.001.B	EPP	2	2.2		233				
12.027.	ECI	2	1.0		293				
12.047.C	EPP	2	0.7	3.60	233	69.900	48.9		
12.048.	ECI	2	7.2		161				
12.102.	EAL	1	0.6	18.99	134	211.982	127.1	08/80	1.040.00
12.103.	EAL	1	4.4	24.49	134	273.360	1.202.7	08/80	1.000.00
12.104.	EAL	1	3.8	19.03	134	217.390	807.0	08/80	960.00
12.105.	EAL	1	3.9	21.84	134	243.880	951.1	08/80	1.140.00
12.107.B	EAL	1	2.8	21.93	134	244.818	685.4	08/80	1.130.00
12.107.C	EGR	1	4.4	42.55	84	291.780	1.310.2	08/80	1.370.00
12.107.D	EGR	1	2.8	38.10	82	260.350	728.9		
12.107.E	EGR	1	2.3	47.80	85	318.555	778.6	08/80	1.260.00
12.107.F	EGR	1	1.3	29.07	82	198.604	258.1	09/80	1.420.00
12.107.G	EAL	1	8.7	29.55	134	329.908	2.870.1	08/80	1.000.00
12.107.H	EAL	1	1.9	31.42	134	350.812	666.5	08/80	1.150.00
12.108.A	ESP	1	33.8	47.08	85	333.455	11.270.7	08/80	1.308.57
12.108.C	ERD	1	1.1	26.03	82	177.858	195.6	09/80	1.400.00
12.108.D	ERD	1	1.9	18.54	82	126.690	240.7	09/80	1.270.00
12.108.E	ERD	1	0.5	10.95	82	74.774	37.1	08/80	1.060.00
12.108.F	ERD	1	5.8	38.10*	82	260.350	1.510.0		
12.109.	EPP	1	3.4	38.10*	329	44.575	62.4		
12.110.B	ERD	1	2.8	13.76	82	91.972	263.1	08/80	1.130.00
12.110.C	ERD	1	0.6	11.47	79	75.445	45.2	08/80	1.060.00
12.110.D	ERD	1	1.0	15.08	79	99.224	99.2	08/80	750.00
12.110.E	EGR	1	10.2	48.13	85	340.850	3.476.6	08/80	1.215.00
12.112.A	EGR	1	24.5	49.15	86	352.170	8.678.1	08/80	1.356.00
12.112.B	ERD	1	1.9	21.01	82	143.500	272.6	09/80	1.060.00
12.112.C	ERD	1	0.5	23.91	82	163.344	81.6	08/80	1.370.00
12.112.D	ERD	1	4.2	11.18	82	76.342	320.6	08/80	920.00
12.113.A	ERD	1	2.2	8.28	101	69.690	153.3	08/80	1.090.00
12.113.B	EGR	1	8.2	46.09	86	330.240	2.707.9	08/80	1.300.00
12.114.A	EGR	1	7.4	47.82	85	338.725	2.506.5	08/80	1.360.00
12.116.A	EGP	1	6.8	49.60	85	351.305	2.388.8	08/80	1.330.00
12.116.C	ERD	1	2.0	15.19	80	101.200	202.4	08/80	1.210.00
12.118.A	ERD	1	2.0	14.10	82	96.350	192.7	07/80	830.00
12.118.B	EGP	1	24.6	46.15	86	332.132	8.170.4	07/80	1.224.00
12.118.C	ERD	1	1.4	20.17	82	137.760	192.8	07/80	1.040.00
12.119.A	EGR	1	12.2	53.04	86	380.170	4.637.4	07/80	1.425.00
12.119.B	EGP	1	31.5	38.67	82	264.204	8.322.4	08/80	1.251.44
12.119.C	ERD	1	19.9	31.05	81	223.074	4.439.1	09/80	982.50
12.121.	EGR	1	10.5	54.67	84	382.620	4.017.5	07/80	1.295.00
*TOTALS DO HORTO 12 *			270.4	35.28	101	284.884	77.032.7		

Controle de Tratos Silviculturais

Anexo 09

SISTEMA - FLORESTAL											
AD. TAL. P	DI. PL	DI. AD	SOL. R.	MARCI	DI. REC	N. V	H. MU. S.	AR. P. D	AR. CAP	AR. C. M	AR. PL
MATA - PINHEIROS											
13.500.A	8/10	1/40	1.735	7/40	11/40	2	478		2.5	3.7	2.5
13.500.B	8/40	1/40	1.736	7/10	11/40	2	455		1.6		1.6
13.500.C	8/40	1/10	1.736	7/10	11/40	2	456		3.3		3.3
13.500.D	8/10	1/40	1.736	7/30	11/40	2	455		0.3		0.3
13.500.E	8/30	1/40	1.727	10/40		1	515		0.5		0.5
13.500.F	8/30	3/40	1.727	10/40		1	514		0.5		0.5
13.501.A	8/30	1/40	1.729	7/10	11/40	2	430		3.1	3.1	3.1
13.501.B	8/10	1/40	1.729	7/40	11/40	2	430		1.6	1.6	1.6
13.501.C	8/30	1/30	1.729	7/30	11/40	2	430		0.3	1.1	2.4
13.501.D	8/10	8/40	1.729	7/30	11/40	2	430				2.7
13.501.E	8/40	1/40	1.729	7/10	11/40	2	430				1.7
13.501.F	1/30	7/40	1.727	7/40	11/40	2	430				0.1
13.502.A	9/30	7/10	1.751	7/30	12/40	2	629	29.0	3.5	29.1	29.1
13.502.B	9/30	7/40	1.751	7/40	12/40	2	627	3.6			0.6
13.502.C	7/10	9/10	1.751	7/10	12/40	2	629	0.3			0.1
13.503.A	7/40	9/10	1.772	7/40	11/40	2	720	0.9			0.9
13.503.B	7/40	7/40	1.772	7/40	11/40	2	720	0.2			0.2
13.503.C	7/40	7/40	1.772	7/40	11/40	2	720	1.5			1.5
13.503.D	7/40	7/10	1.772	7/30	11/40	2	720	7.2			0.2
13.503.E	7/40	7/40	1.772	7/30	11/40	2	720	0.2			0.2
13.503.F	7/30	7/10	1.772	7/20	11/40	2	720	0.2			0.2
13.504.	9/30	7/40	1.779	7/40	12/40	1	672	5.1			5.1
13.505.	9/40	7/40	1.720	10/40	11/40	2	461				5.7
13.506.A	7/40	7/40	1.733	10/40	11/40	2	461				4.0
13.506.B	7/30	9/40	1.733	10/40	11/40	2	461				0.4
13.506.C	7/30	7/50	1.733	10/40	11/40	2	461				0.3
13.506.D	7/40	7/40	1.733	10/40	11/40	2	461				0.2
13.506.E	7/10	9/30	1.733	10/40	11/40	2	461				0.4
13.506.F	7/40	7/30	1.733	10/40	11/40	2	461				0.2
13.507.A	7/10	7/30	1.733	10/40	11/40	2	461				0.4
13.507.B	7/40	7/40	1.733	10/40	11/40	2	461				0.1
13.507.C	9/40	7/40	1.741	10/40	11/40	2	461	4.1			4.8
13.507.D	9/40	7/40	1.741	10/40	11/40	2	461	0.3			0.1
13.509.A	10/40	10/40	1.771	10/40	11/40	2	461	0.1			0.1
13.509.B	10/40	10/40	1.771	10/40	11/40	2	461				0.1
13.510.	9/10	9/30	1.671	10/40	11/40	2	461				0.1
13.511.A	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				0.3
13.511.B	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				0.2
13.511.C	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				1.7
13.511.D	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				0.2
13.511.E	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				1.0
13.511.F	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				1.9
13.511.G	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				4.1
13.511.H	10/40	10/40	1.672	10/40	11/40	2	461				0.2
13.512.A	10/40	10/40	1.758	10/40	11/40	2	461				0.5
13.512.B	10/40	10/40	1.758	10/40	11/40	2	461				1.7
13.513.	9/10	10/40	1.756	10/40	11/40	2	461				0.1
13.514.	10/40	10/40	1.705	10/40	11/40	2	461				4.2
13.515.A	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				2.1
13.515.B	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				7.5
13.515.C	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				0.1
13.515.D	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				0.1
13.515.E	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				1.1
13.515.F	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				1.4
13.515.G	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				4.0
13.515.H	10/40	10/40	1.734	10/40	11/40	2	461				0.2
13.516.A	7/10	7/40		7/10	11/40	2	574				5.7
											5.4

Análise por Espécie de Talhões Encerrados

Anexo 10

MOCCELL	ANÁLISES POR ESPÉCIE DOS TALHÕES ENCERRADOS									PAG.	16	11/10/82
	GENERAL	SALIGNA	GRANDIS	ALBA	ROBUSTA	E-SPP	E-SP	E-FERET.	OUTROS			
ÁREA C1	4.757.60	3.089.00	2.633.70		36.40	709.10	361.10	7.70	51.50	8.40	11.905.10	
INCREMENTO	41.76	40.68	34.56		36.36	36.12	37.63	25.56	10.12	7.30	34.24	
IDADE	102	101	107		11	104	94	90	99	110	102	
BRASÕES	40.710	40.774	11.505			1.609	11.554				114.155	
ÁREA C2												
INCREMENTO												
IDADE												
BRASÕES												
ÁREA C3												
INCREMENTO												
IDADE												
BRASÕES												
TOTAL	4.757.60	3.089.00	2.633.70		36.40	709.10	361.10	7.70	51.50	8.40	11.905.10	
INCREMENTO	41.76	40.68	34.56		36.36	36.12	37.63	25.56	10.12	7.30	34.24	
IDADE	102	101	107		11	104	94	90	99	110	102	
BRASÕES	40.710	40.774	11.505			1.609	11.554				114.155	

Controle de Povoamentos Florestais

Anexo 11

RIO GRANDE CIA. DE CELULOSE S.A. - FLORESTA
SUPERINTENDENCIA FLORESTAL

CONTROLE DE POVOAMENTOS FLORESTAIS

HORTO FLORESTAL - BARBA NEGRA

IN/PA	CIAREA	ES-PLANT	DATA	LEVANTAMENTO I			LEVANTAMENTO II			LEVANTAMENTO III			POPULACAO POR HA				
				VOLUME	M.A.	C.A.	VOLUME	M.A.	C.A.	VOLUME	M.A.	C.A.	LEV. I	LEV. II	LEV. III	LEV. IV	LEV. V
PARC	CI	HA	CI	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA	EST/HA
1101	A	8.7	10/04/75	105.07	16.16	12/81							1101		1520		
1102	B	82.9	10/06/75	124.26	19.11	12/81							1102		1514		
1103	B	13.7	10/06/75	123.21	18.95	12/81							1103		1580		
1104	A	4.9	10/07/75	134.84	19.79	10/30	252.04	29.94	176.77	110/81			1104	200	1090	970	11270
1104	B	5.1	10/07/75	140.73	25.24	05/40	102.74	44.13	113.40	110/81			1104	770	350	410	440
1105	A	53.4	10/07/75	149.24	21.07	10/30	222.37	25.90	143.72	110/81			1105	1109	1046	1399	1354
1105	B	1.5	10/07/75	143.91	26.67	10/30	209.59	29.79	142.09	110/81			1105	840	720	170	740
1106	A	45.7	10/07/75	132.17	18.65	10/30	212.77	24.55	150.90	111/81			1106	1103	1152	1137	1132
1107	A	34.6	10/07/75	127.17	13.76	10/30	181.10	22.97	159.32	111/81			1107	1079	1054	1421	1247
1108	A	19.1	10/07/75	159.89	12.13	10/30	139.51	21.58	152.11	111/81			1108	1136	1107	1495	1497
1108	B	11.4	10/07/75	125.58	16.35	10/30	169.65	23.51	149.71	111/81			1108	1155	1100	1301	1455
1109	A	31.3	10/07/75	151.45	21.38	10/30	239.24	27.40	155.44	111/81			1109	1134	1113	1407	1388
1109	B	1.2	10/07/75										1109				
1109	C	7.5	10/07/75	214.93	26.37	10/30	301.47	31.46	155.88	111/81			1109	960	760	1250	1000
1109	D	3.1	10/07/75	145.98	20.74	10/30	298.55	31.15	183.72	111/81			1109	340	1060	740	1100
1110	A	52.4	10/07/75	173.35	23.43	10/30	227.13	25.49	135.22	111/81			1110	1041	1051	1377	1335
1110	B	4.5	10/07/75	149.49	9.50	10/30	190.46	11.37	120.51	110/81			1110	1220	1210	1450	1430
1111	A	62.1	10/07/75	155.38	11.77	10/30	143.87	16.28	136.74	111/81			1111	112	975	1291	1301
1111	B	7.3	10/07/75	1209.22	24.60	11/81							1111	1055		1252	
1112	A	2.5	10/07/75	178.42	27.86	11/81							1112	1130		1450	
1112	B	66.5	10/07/75	125.64	17.53	11/81							1112	1171		1341	
1113	A	5.5	10/07/75	172.03	11.08	12/81							1113	1320		1450	
1113	B	5.1	10/07/75	169.17	14.02	12/81							1113	990		1210	
1113	C	14.5	10/07/75	149.23	3.64	10/30	93.48	13.61	131.23	112/81			1113	1025	1023	1340	1374
1113	D	9.7	10/07/75	26.34	3.51	12/81							1113	155		1455	
1114	A	1.7	10/07/75	1147.58	20.23	10/30	278.27	30.70	173.43	111/81			1114	20	750	360	490
1114	B	23.2	10/07/75	176.63	24.57	10/30	339.14	34.44	184.32	111/81			1114	1125	1252	1365	1377
1114	C	19.1	10/07/75	167.74	23.64	10/30	191.79	22.12	115.13	111/81			1114	1177	1024	1445	1328
1115	A	47.7	10/07/75	139.10	24.01	10/30	253.25	29.34	144.10	111/81			1115	1121	1151	1428	1467
1116	A	5.0	10/07/75	99.99	13.32	10/30	176.92	22.49	141.72	111/81			1116	1070	1109	1483	1450
1116	B	4.7	10/07/75	18.17	5.32	10/30	53.45	6.10	9.65	111/81			1116	1310	1337	1440	1490
1116	C	37.5	10/07/75	114.41	15.75	10/30	157.42	19.01	127.29	111/81			1116	1377	1377	1471	1294
1117	A	3.0	10/07/75	172.14	11.21	12/81							1117	1107		1310	
1117	B	41.1	10/07/75	179.13	24.70	12/81							1117	1142		1495	
1117	C	1.0	10/07/75										1117				
1118	A	13.2	10/07/75	16.31	11.73	12/81							1118	375		1260	
1118	B	2.5	10/07/75	45.21	4.10	12/81							1118	170		1490	
1119	A	17.7	10/07/75	134.47	34.70	10/30	344.62	35.75	219.43	110/81			1119	1547	1334	1603	1437
1119	B	11.8	10/07/75	121.79	31.47	10/30	310.47	34.57	159.40	110/81			1119	1132	1100	1370	1100
1119	C	1.7	10/07/75	128.47	49.44	10/30	137.64	35.54	7.19	110/81			1119	1210	1020	1390	1100
1120	A	53.4	10/07/75	151.43	21.47	10/30	249.28	28.26	158.75	110/81			1120	1123	1194	1450	1375
1120	B	4.5	10/07/75	124.44	30.61	10/30	234.14	24.44	7.52	110/81			1120	1101	1140	1020	1370
1120	C	3.0	10/07/75	124.74	37.35	110/81							1120	1210		1470	
1121	A	44.7	10/07/75	144.45	23.44	10/30	251.37	29.32	153.44	111/81			1121	1124	1123	1375	1355

1004 APROVEITAVEL = 333.1 HA

Agradecimentos

Os participantes desse trabalho não poderiam deixar de registrar seus agradecimentos ao Diretor Presidente Gen. Breno Borges Fortes, pelo entusiasmo e incentivo que sempre nos transmitiu, ao Diretor Superintendente Dr. Aldo Sani pelo apoio decisivo prestado às atividades florestais da Empresa, ao Superintendente Florestal Sr. Manoel E.R. Stringhini pela confiança depositada e o estímulo à pesquisa que nos proporciona e, sem cuja colaboração esse trabalho não teria alcançado seus objetivos.

Agradecemos, também, a todos os funcionários que de uma forma ou de outra prestaram sua colaboração.

Análise das Funções de Forma de Onze Espécies de *Eucalyptus*

DANIEL PEREIRA GUIMARÃES
CPAC – EMBRAPA

Summary

The form function for the following *Eucalyptus* species was investigated: *E. citriodora*, *E. pilularis*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. cloeziana*, *E. saligna*, *E. microcorys*, *E. propinqua* and *E. maculata*. Data refer to experimental plots installed by EMBRAPA (Brazilian Agricultural Research Corporation) in the localities of Bom Despacho (MG), Pedra Corrida (MG) and São Mateus (ES). Species, rather than site was the major cause of variation in tree form. The bark was also influenced by species. The Combined Variable of Spurr and the Logarithmic of Schumacher and Hall were used as models to prepare volume tables.

Resumo

São analisadas as funções de forma das seguintes espécies de *Eucalyptus*: *E. citriodora*, *E. pilularis*, *E. camaldulensis*, *E. grandis*, *E. tereticornis*, *E. pellita*, *E. cloeziana*, *E. saligna*, *E. microcorys*, *E. propinqua* e *E. maculata*. Os dados são provenientes de parcelas experimentais da EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária) nas localidades de Bom Despacho (MG), Pedra Corrida (MG) e São Mateus (ES). Foi verificado que a forma das árvores não é significativamente afetada pela influência do local de plantio (sítio), sendo as variações de forma determinadas principalmente pela espécie. Na análise da quantidade de casca foi também verificada influência da espécie na sua proporção. Na elaboração das funções de forma para explicar o volume total com casca foram usados os modelos da variável combinada de Spurr e o logarítmico de Schumacher e Hall.

INTRODUÇÃO

Os experimentos de introdução de espécies e procedências de *Eucalyptus* iniciados pelo PRODEPEF (Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal), a partir de 1973, em áreas dos Cerrados e da Mata Atlântica (PRODEPEF, 1976), têm servido como subsídios à atividade florestal nessas áreas. A análise desses experimentos indica a potencialidade de espécies e procedências até então desconhecidas no meio florestal brasileiro, bem como a necessidade de se determi-

narem a espécie e a procedência adequada aos locais de plantio (Moura, 1980).

A indicação de uso das espécies só se efetivaria quando completado o ciclo de rotação e analisados os parâmetros silviculturais, tecnológicos e de manejo florestal, das espécies testadas pela experimentação. Uma primeira tentativa de se avaliar estes parâmetros foi feita através do corte do experimento "Ensaio Básico de Espécies de *Eucalyptus*". Neste trabalho são apresentadas as análises referentes aos parâmetros dendrométricos de 11 espécies testadas visando fornecer elementos que permitam definir as melhores práticas de manejo a serem utilizadas em cada espécie estudada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento "Ensaio Básico de Espécies de *Eucalyptus*", instalado em janeiro de 1975 pelo PRODEF, em doze diferentes localidades, foi selecionado para a realização do presente trabalho. Esse experimento é constituído de 20 tratamentos (a cada tratamento corresponde uma espécie) com duas repetições por localidade. Cada parcela possui 25 árvores, em espaçamento de 3x2. Anualmente são medidos seus diâmetros e alturas.

Foram escolhidas três localidades para corte e análise de parâmetros silviculturais, tecnológicos e dendrométricos. Essas localidades são de três tipos de vegetação (Cerrados, Mata de Minas Gerais e Mata Atlântica) e de três regiões bioclimáticas, respectivamente números 13, 15 e 16, de acordo com a classificação de Golfari (1978). Uma melhor caracterização dessas áreas é mostrada na Tabela 2.

As espécies utilizadas no experimento e suas origens são mostradas na Tabela 1. Dentre essas espécies foram selecionadas onze, atualmente consideradas como potencialmente aptas para o plantio em diversas regiões do país. Essas espécies são: *E. grandis*, *E. camaldulensis*, *E. saligna*, *E. cloeziana*, *E. pellita*, *E. microcorys*, *E. maculata*, *E. pilularis*, *E. citriodora*, *E. propinqua* e *E. tereticornis*.

Coleta dos dados de campo.

De cada parcela experimental foram abatidas nove árvores para avaliação de formas e volumes. Essas árvores eram normais, isto é, livres de defeitos que pudessem alterar drasticamente seus

parâmetros dendrométricos. Antes do abate, procedeu-se a marcação do diâmetro das árvores, com giz, à altura do peito (DAP). Após a derrubada, os troncos foram seccionados de metro em metro, a partir de 30 cm da base, até o limite mínimo utilizável para carvão (cerca de 3 cm). Foram anotados os diâmetros e as espessuras da casca para cada seção cortada.

Cálculos de escritório

Os cálculos do volume total e volume sem casca até a última seção utilizável foram efetuados através da fórmula de Smalian: $V_s = (AB_0 + AB_1) \cdot L/2$, onde V_s é o volume da seção considerada, AB_1 é a área transversal da ponta da seção, e L, o comprimento em metros da seção considerada. O volume de cada árvore foi obtido através do somatório dos volumes de suas seções. Dos dados obtidos no campo e os transformados em escritório foi possível estabelecer funções que explicassem as variações dos parâmetros dendrométricos das espécies.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos dados de campo foi possível o estabelecimento de duas funções básicas para trabalhos de inventário e manejo florestal: FUNÇÕES DE FORMA, que explicam o volume através do diâmetro e altura e FUNÇÕES DE PROPORÇÃO DE CASCA, que fornecem o volume sem casca em relação ao volume total.

FUNÇÕES DE FORMA

Como o número de árvores cubadas por espécie/local foi muito pequeno (máximo de dezoito) para a elaboração de equações de volume, optou-se pela aplicação dos modelos apenas em função da espécie, ou seja, sem considerar a influência do local na forma das árvores. Se esta influência fosse muito grande, seria evidenciada através do ajustamento dos modelos aos dados. Para a elaboração das tabelas de volume foram usados os modelos da variável combinada de Spurr (1952) e o logaritmico de Schumacher e Hall (1933).

A seleção do melhor modelo por espécie foi feita através da soma do quadrado dos resíduos (SQR), sendo que os valores estimados pelo modelo logaritmico foram transformados de forma a serem comparados com os do modelo da variável combinada. Foram os seguintes os modelos determinados para a estimativa dos volumes totais com casca:

E. camaldulensis

$$\text{Ln.V} = -1,84052 + 1,73155 \cdot \text{Ln.D} + 1,09328 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,004393 \quad R^2 = 0,9898$$

E. citriodora

$$V = 0,00733 + 0,32448 \cdot D^2 \cdot H$$

$$\text{SQR} = 0,008309 \quad R^2 = 0,9936$$

E. cloeziana

$$\text{Ln.V} = -0,49773 + 2,04313 \cdot \text{Ln.D} + 0,82123 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,014972 \quad R^2 = 0,9783$$

E. grandis

$$V = 0,01733 + 0,31547 \cdot D^2 \cdot H$$

$$\text{SQR} = 0,03707 \quad R^2 = 0,9909$$

E. maculata

$$V = 0,00572 + 0,33461 \cdot D^2 \cdot H$$

$$\text{SQR} = 0,021133 \quad R^2 = 0,9905$$

E. microcorys

$$\text{Ln.V} = -1,97279 + 1,65648 \cdot \text{Ln.D} + 1,10779 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,005612 \quad R^2 = 0,9924$$

E. pellita

$$\text{Ln.V} = -0,91676 + 1,82575 \cdot \text{Ln.D} + 0,84511 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,006698 \quad R^2 = 0,9963$$

E. pilularis

$$\text{Ln.V} = -1,56624 + 1,77302 \cdot \text{Ln.D} + 1,05101 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,004339 \quad R^2 = 0,9893$$

E. propinqua

$$\text{Ln.V} = -2,13064 + 1,68431 \cdot \text{Ln.D} + 1,18303 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,005350 \quad R^2 = 0,9880$$

E. saligna

$$\text{Ln.V} = -1,04381 + 1,87482 \cdot \text{Ln.D} + 0,94018 \cdot \text{Ln.H}$$

$$\text{SQR} = 0,015769 \quad R^2 = 0,9962$$

E. tereticornis

$$V = 0,01039 + 0,31147 \cdot D^2 \cdot H$$

$$\text{SQR} = 0,012267 \quad R^2 = 0,9863$$

Mesmo em se tratando de modelos determinados em função de um insuficiente número de dados, os Coeficientes Determinísticos (R^2) encontrados para os modelos evidenciam excelentes ajustes dos dados em torno da linha de regressão, o que significa que o local não afetou substancialmente a forma das espécies estudadas. Indicam também que os modelos selecionados para o estabelecimento das funções estão explicando muito bem as variações da forma, de acordo com as variações das dimensões das árvores.

Uma análise dos coeficientes encontrados para os modelos permite inferir que cada espécie apresenta uma curva distinta de aplicação dos dados, sendo, portanto, a espécie a principal causa de variação na forma. Afirmações mais precisas só poderão ser feitas quando um maior número de dados for disponível.

ANÁLISE DA QUANTIDADE DE CASCA

Procurou-se estimar a quantidade de casca por espécie, através do correlacionamento entre o volume com casca e o volume sem casca, conforme procedimento adotado por Hosokawa, 1979. Um possível efeito do local sobre a porcentagem de casca de cada espécie não foi considerado. Evitou-se a utilização dos parâmetros dendrométricos (diâmetro e altura) na estimativa do volume sem casca, por prever que estes forçosamente conduziriam à utilização de modelos não lineares múltiplos de regressão, além de poderem vir a ser novas fontes de erros na estimativa. Os resultados obtidos pela correlação volume com casca/volume sem casca são mostrados no quadro 1.

Quadro 1. Estimativa do volume sem casca por espécie através de regressão linear simples (Vol. s/c = a + b.Vol.c/c).

ESPÉCIE/PROCEDÊNCIA	a	b	R ²
E. citriodora 10150	-0,01208	0,83246	0,99692
E. pilularis 9492	-0,00459	0,82199	0,99496
E. propinqua 3	-0,01099	0,78307	0,99624
E. maculata 10611	-0,01345	0,83959	0,99611
E. pellita 10955	-0,00590	0,75709	0,99013
E. tereticornis 29	-0,00914	0,80143	0,99682
E. cloeziana 9785	-0,02862	0,88443	0,97542
E. grandis 48	-0,00733	0,87859	0,99868
E. microcorys 8717	-0,00799	0,85857	0,99620
E. camaldulensis 10266	-0,00534	0,83029	0,99848
E. saligna 10698	-0,01243	0,87559	0,99833

Variações na porcentagem de casca

Uma simples verificação nos coeficientes de determinação (R²), permite concluir que todas as espécies, exceto o E. cloeziana, guardam estreita correlação entre o volume com casca e o volume sem casca. Para o E. cloeziana foram observadas as maiores variações nesta proporção, indicando que em trabalhos de melhoramento genético, a porcentagem de casca deveria também ser considerada para esta espécie.

Porcentagem de casca por espécie

As variações encontradas nos coeficientes de intercepto (a) e de inclinação (b) das regressões evidenciam a impossibilidade de se estabelecer um valor fixo de porcentagem de casca para cada espécie, pois esta é dependente das dimensões da árvore.

Apenas para visualização das diferenças entre as espécies, optou-se pela fixação de três dimensões distintas de volume e a média de suas porcentagens de casca como padrões de comparações entre as espécies. Estas dimensões foram: árvore pequena, Vol.=0,10 m³/cc, árvore média Vol.=0,25 m³/cc, árvore grande Vol.=0,50 m³/cc. Os valores encontrados por espécie são mostrados no Quadro 2.

Efeito da porcentagem de casca na seleção da espécie e época de corte.

Vários fatores influenciam a seleção de uma determinada espécie para o plantio, sendo que os crescimentos em altura e diâmetro têm sido os mais utilizados nesta seleção. Os resultados do Quadro 2 mostram a importância da quantidade de casca na eleição de uma espécie, sendo que para duas diferentes espécies de mesmas dimensões, o dobro da quantidade de casca pode ser encontrado. Espécies como E. propinqua e E. pellita poderão vir a ser preteridas em função de suas altas quantidades de casca.

Quanto à época de corte, tendo em vista apenas o fator porcentagem de casca, pode-se inferir que, para plantios de rotação curta, deve-se dar preferência a espécies, como E. camaldulensis, E. grandis, E. pilularis e E. microcorys. Um plantio de E. cloeziana em regime de curta rotação, produziria uma quantidade de casca se-

Quadro 2. Valores médios estimados da porcentagem de casca em função da dimensão das árvores.

ESPÉCIE	0,100 peq.	0,250 med.	0,500 gde.
E. grandis	20,13	15,34	13,74
E. microcorys	22,13	17,34	15,74
E. saligna	24,87	17,41	14,93
E. camaldulensis	22,31	19,11	18,04
E. pilularis	22,39	19,64	18,72
E. citriodora	28,83	21,59	19,17
E. maculata	29,49	21,42	18,73
E. tereticornis	29,00	23,51	21,68
E. cloeziana	40,23	23,03	17,29
E. pellita	30,19	26,65	25,47
E. propinqua	32,68	26,09	23,89

melhante à de madeira. Esta espécie deveria ser utilizada em plantios de longa duração.

C O N C L U S Õ E S

Embora o número de dados utilizados por espécie no presente trabalho tenha sido considerado como insuficiente para o estabelecimento de provas de precisão adequadas, duas características se mostraram bastante distintas entre as análises efetuadas:

a) Para todas as espécies estudadas, foi possível descrever a forma das árvores através de equações volumétricas, independente da influência do sítio. Isto permite concluir que a espécie exerce maior influência nas variações de forma que o sítio. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva e Schneiders (1979), em trabalhos com Acácia Negra no sul do País.

Assim, seria viável a elaboração de tabelas de volume mais abrangentes, ou seja, dependentes apenas da espécie, idade e espaçamento.

b) Mesmo havendo entre as analisadas, espécies de fenótipos muito semelhantes, como E. citriodora e E. maculata, E. grandis e E. saligna, E. tereticornis e E. camaldulensis, cada espécie estudada mostrou uma diferente proporção de casca e uma função de volume própria. Isto indica a possível variação da forma até dentro de procedências e mostra a importância da quantidade de casca na seleção de uma espécie para o plantio.

Tabela 1. Relação das espécies/procedências utilizadas no experimento Ensaio Básico com Espécies de *Eucalyptus* spp.

ESPÉCIES	NÚMERO	PROCEDÊNCIA	ESTADO	LAT	LONG	ALT
<i>E. acmenioides</i>	10697	NE Gymplic	QLD	26907'	152942'	106
<i>E. andrewsii</i>	10274	Glenn Innes	NSW	29940	152905'	1200
<i>E. brassiana</i>	8206	Cape York	QLD	11940'	142926'	91
<i>E. camaldulensis</i>	10266	Petford	QLD	17917'	145959'	457
<i>E. citriodora</i>	10150	Rockhampton	QLD	23925'	150920'	30
<i>E. cloeziana</i>	9785	Sw Kennedy	QLD	18917'	145955'	120
<i>E. deangi</i>	10340	W. Picton	NSW	34913'	150931'	244
<i>E. dunni</i>	9370	Acacia C.	NSW	28923'	152919'	792
<i>E. grandis</i>	48	Atherton	QLD	17912'	145935'	790
<i>E. maculata</i>	10611	Woolgoolga	NSW	30900'	153912'	30
<i>E. microcorys</i>	8717	Coff's Harbour	NSW	28930'	153919'	182
<i>E. nesophila</i>	6675	Melville Isl.	NT	12900'	130930'	30
<i>E. nova-anglica</i>	9435	Deepwater	NSW	-	-	-
<i>E. pellita</i>	10955	Helenvale	QLD	15945'	145915'	36
<i>E. pilularis</i>	9492	Gallengowan	QLD	26930'	152920'	580
<i>E. propinqua</i>	3	Rockhampton	QLD	23930'	150933'	120
<i>E. saligna</i>	10698	Kenilworth	QLD	26940'	152933'	532
<i>E. tereticornis</i>	29	Mackay Dist.	QLD	21910'	148920'	610
<i>E. torrelliana</i>	4	Atherton	QLD	16949'	145938'	488
<i>E. urophylla</i>	10140	Queorema	Timor	08953'	125932'	2040

QLD = Queensland, Austrália;

NSW = New South Wales, Austrália;

NT = North Territory, Austrália.

TABELA 2. Coordenadas geográficas e condições climáticas dos locais selecionados para corte das parcelas experimentais.

Localidades	Latitude	Longitude	Altitude	T.M.A. (°C)	Prec. (mm)	Def. (mm)
Bom Despacho, MG	19°39'	45°15'	742	21,3	1365	68
Pedra Corrida, MG	19°07'	42°21'	213	23,6	1132	130
São Mateus	18°44'	39°53'	50	23,7	1356	51

T.M.A. - Temperatura Média Anual (°C)

Prec. - Precipitação Média Anual (mm)

Def. - Déficit hídrico anual (mm) (Thorntwaite 1955 - 300 mm)

LITERATURA CITADA

GOLFARI, L., CASER, R.L., e MOURA, V.P.G., Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. UNDP/FAO/IBDF/BRA-45, Belo Horizonte, Série Técnica nº 11. 66p. 1978.

HOSOKAWA, R.T. et al. Avaliação de volumes industrializáveis em povoamentos de *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*. Revista Floresta. 10 (1): 10-20, 1979.

MOURA, V.P.G. et al. Avaliação de espécies e procedências de *Eucalyptus* em Minas Gerais e Espírito Santo- Resultados Parciais.

EMBRAPA, Boletim de Pesquisa nº 1. 104 p. 1980.

PRODEPEF - As introduções de espécies/procedências de *Eucalyptus* realizadas pelo C.F.F.R.C.- Resultados Iniciais. IBDF/PNUD/FAO/BRA-45. Brasília, Série Divulgação nº 11, 75 p. 1976.

SCHUNACHER F. X. & HALL, F.S. Logarithmic expression of tree volume. WASHINGTON, D.C. Jour. Agric. Res., 47 (9): 719-34, 1933.

SILVA, J.N. & SCHNEIDERS, P.R. Comparação de equações de volume para povoamento de *Acacia mearnsii* de Wild (acácia negra) no estado do Rio Grande do Sul. Revista Floresta. 10 (1): 36-42, 1979.

SPURR, S.H. Forest inventory. New York, Ronald Press, 1952. 476 p.

Uso de Curva de Potência na Determinação de Séries Relativas Contínuas de Forma para Espécies Florestais

DANIEL PEREIRA GUIMARÃES
CPAC – EMBRAPA

Summary

The following mathematical model for taper function studies, where the stem form is fitted by a power curve, is presented: $d/D_{0,1} = a \cdot (1-h/H)^b$ where d is the upper diameter to be estimated, H is the total tree height, $D_{0,1}$ is the Hohenadl diameter and h is the height in which the diameter prediction is desired. Comparing this model with the known Munro's parabolic and Wutt's polynomial models for the estimation of total volume in Eucalyptus grandis and Araucaria angustifolia, the results showed it to be superior to the first and comparable with the second model in accuracy.

Resumo

É apresentado o um modelo para a elaboração de Séries Relativas Contínuas de Forma baseado em curvas de potência: $d/D_{0,1} = a \cdot (1-h/H)^b$, onde d é o diâmetro superior a ser estimado, H é a altura total da árvore, $D_{0,1}$ é o diâmetro tomado a 10% da altura e h é a altura na qual se deseja saber o diâmetro superior. Comparado com os modelos parabólicos de Munro e polinomial de Wutt na avaliação do volume total de Eucalyptus grandis e Araucaria angustifolia, mostrou-se superior ao primeiro e semelhante ao segundo, quanto à precisão das estimativas.

INTRODUÇÃO

O procedimento mais comum para a estimativa do volume de um povoamento florestal tem sido através do uso de tabelas de volume, ou seja, através do relacionamento do volume com variáveis independentes como diâmetro, altura e, às vezes, uma medida de forma. Entretanto, a crescente importância da madeira, tanto econômica como na diversidade de uso, tem requerido informações mais detalhadas sobre os parâmetros de produtividade. Dentre estes parâmetros, os mais importantes são os referentes à estimativa do volume mercantil, isto é, o volume contido entre diâmetros e alturas limites. Neste caso, os modelos apropriados para a elaboração de tabelas de volume se tornam ineficientes para as estimativas de volumes parciais no tronco.

CONSIDERAÇÕES SOBRE SÉRIES RELATIVAS

A determinação de volumes mercantis implica necessariamente

na utilização de modelos que possibilitem explicar as variações da forma ao longo da extensão do tronco.

As primeiras tentativas de explicar estas variações foram feitas por Hojer em 1903 (citado por Behre, 1923), sendo que o uso de modelos simplificados determinados na época não permitiam descrever satisfatoriamente as variações de forma na base e ponta das árvores. Resultados semelhantes são encontrados quando se utiliza o processo proposto por Gray (1966), uma vez que neste caso são assumidas variações constantes do diâmetro em função da altura.

Outra fonte de erro incluída nos primeiros modelos estabelecidos era devido à tentativa de explicar diâmetros superiores, tendo como base o diâmetro à altura do peito (DAP), uma vez que sua posição relativa no tronco é função da altura da árvore (Bruce, 1968). A utilização dos parâmetros obtidos pelo método de cubagem idealizado por Hohenadl tem resultado em informações mais precisas. Entretanto, como o DAP é a medida de maior precisão e de melhor facilidade de mensuração, o ideal seria a elaboração de modelos que corrigissem este tipo de erro.

Atualmente, com a facilidade de uso de computadores eletrônicos, modelos complexos podem ser mais facilmente elaborados e resolvidos, permitindo assim uma maior explicação destas variações.

A maioria dos modelos estabelecidos para estudos de séries relativas contínuas de forma são baseados na utilização de regressões polinomiais. O estabelecimento destas regressões é normalmente feito entre a razão dos diâmetros superiores do tronco (d) com algum diâmetro de fácil mensuração como o DAP, o diâmetro de Hohenadl ($D_{0,1}$), ou algum diâmetro em posição pré-estabelecida e determinadas alturas relativas ao tamanho da árvore, como a razão entre a altura relativa e a altura total (h/H), a altura total (H), a diferença entre elas ($H-h$) e outras.

Neste caso, são estabelecidos modelos para explicar diâmetros. Alguns, usando procedimentos semelhantes, são elaborados para explicar volumes superiores.

Dentre os principais polinômios utilizados, destacam-se o polinômio do segundo grau (Munro, 1968), do terceiro grau (Osumi, 1959) do quinto grau (Wutt, 1961, citado por Pellico Neto, 1980) e polinômio do sexto grau (Cao, 1980). Parece que a precisão dos modelos é proporcional a sua complexidade, uma vez que o aumento no grau do polinômio contribui mais para explicar as variações de forma encontradas na base e ponta das árvores.

Além do uso de polinômios, outra técnica que tem recebido

especial atenção na tentativa de explicar as variações de forma através do uso de análise multivariada, como análise do componente principal (Ahrens, 1980).

Assim, são atualmente conhecidos vários processos para elaboração de séries relativas contínuas de forma, havendo a necessidade de determinar para cada tipo de povoamento o modelo que melhor se adapte aos dados.

Neste trabalho, o autor propõe um novo modelo de função, visando contribuir para a elaboração de séries relativas contínuas de forma.

PRINCIPAIS TIPOS DE ERROS ENVOLVIDOS

Se uma série relativa contínua de forma é elaborada em função de apenas um diâmetro e alturas relativas, então dois tipos de erro são identificados. Como neste caso o máximo de precisão a ser obtida seria a explicação da média das formas verdadeiras (média das formas de Hohenadl), então existe um erro de estimativa determinado pelas variações da forma em torno da média. Este erro poderá ser diminuído com a inclusão de novas medidas de diâmetro, o que, por outro lado, afetaria sensivelmente a aplicação prática do modelo resultante. Outra maneira de tentar minimizá-lo seria através de uma prévia análise dos dados, procurando-se agrupá-los de acordo com a forma, de modo que se observe correlação entre estes grupos com características de fácil identificação no campo (medidas de dimensão, posição da árvore no povoamento, estratificação do povoamento, etc).

O outro tipo de erro possível, e que deve merecer especial atenção, é o determinado pela incapacidade do modelo selecionado de se ajustar às variações da forma ao longo da extensão do tronco, gerando assim erros de tendência (bás) e que causariam estimativas inexatas das quantidades a serem obtidas.

No caso de povoamentos constituídos por árvores de formas muito variáveis, os modelos poderão apresentar provas de precisão muito semelhantes, porque o primeiro tipo de erro detectado deverá ser o responsável pela maior parte das variações. Daí a necessidade de uma criteriosa seleção dos modelos para evitar erros de tendência.

PROPOSIÇÃO DO NOVO MODELO

Considerando-se que uma série relativa contínua de forma representaria a média das formas de Hohenadl, procurou-se determiná-la e representá-la graficamente antes de se proceder o ajuste de qualquer modelo. Como a forma é altamente dependente da espécie, procurou-se utilizar duas espécies de formas conhecidamente distintas, evitando assim a elaboração de um modelo que poderia apenas ser eficiente para os dados e espécie analisada.

Foram utilizadas 20 árvores de Eucalyptus grandis, provenientes de plantios da Florestal Acesita em Pedra Corrida - MG, e 60 árvores de Araucária angustifolia provenientes de Irati - PR. A dis

tribuição dos diâmetros variaram entre 9,71 e 27,37 cm para o eucalipto e entre 11,7 e 31,7 cm para a araucária. A cubagem do eucalipto foi feita de metro em metro, usando o processo de Smalian, e as de araucária pelo processo de Hohenadl conforme procedimento descrito por Reger, 1965. Uma vez obtidas as formas médias, efetuou-se a plotagem gráfica para posterior análise.

As variações de Forma ao longo do tronco são mostradas no gráfico 1 para Eucalyptus grandis e no gráfico 2 para Araucária angustifolia.

GRÁFICO 1. Variações médias da forma para E. grandis

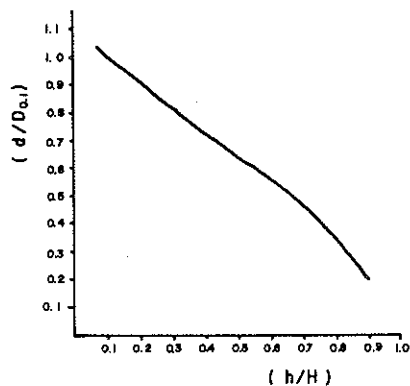
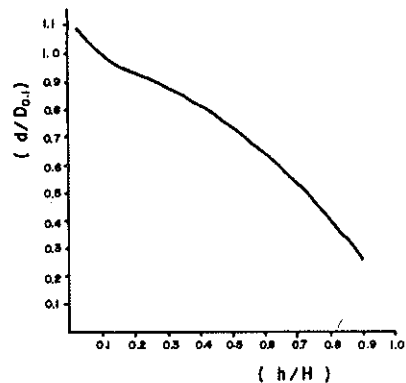


GRÁFICO 2. Variações médias da forma para A. angustifolia.



A análise do tipo de curva descrita pelas variações da forma em função das alturas relativas evidencia a dificuldade de se proceder o ajuste de um modelo a estas variações. Ficam também evidentes as diferenças de forma entre as duas espécies. Procurou-se então efetuar transformações nos dados de forma a permitir determinar um modelo que se aplicaria a estas variações.

Verificou-se que se dividirmos os parâmetros da ordenada pelos valores da abscissa, isto é, dividirmos Y/X, a linha que explica as variações de forma se transforma numa hipérbole. Estas transformações são mostradas no Gráfico 3, para eucalipto, e no Gráfico 4 para araucária. Como a utilização de um modelo baseado em hipérbole conduziria a modelo de curvatura muito rígida,

o mais adequado para o presente estudo seria a utilização de modelos de curva de potência ($Y = a.X^b$). Este modelo só será aplicável se usarmos o inverso da altura relativa, o que nos forneceria o seguinte modelo matemático:

$$d/D_{0,1} = a. (1 - h/H)^b$$

Onde d é o diâmetro superior a ser estimado, $D_{0,1}$ é o diâmetro de Hohenadl, h é a altura em que se deseja saber o diâmetro superior e H é a altura total.

GRÁFICO 3. Transformação dos dados em curva de potência (eucalipto).

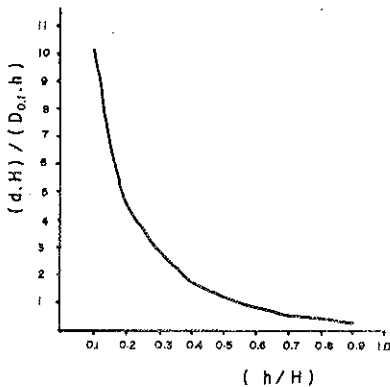
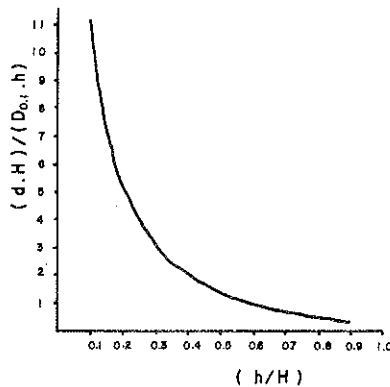


GRÁFICO 4. Transformação dos dados em curva de potência (araucaria).



TESTE DE APLICABILIDADE DO MODELO

A viabilidade de aplicação prática de um modelo é influenciada por dois fatores, sendo o principal a capacidade de estimativa dos dados (precisão) e sua facilidade de aplicação prática.

Como existem diversos modelos para a elaboração de séries relativas contínuas de forma, optou-se pela utilização de dois modelos, já tradicionalmente conhecidos, para o estabelecimento de provas de precisão. Os modelos selecionados foram:

a) Modelo parabólico de Munro

$$Y = a + b.X + c.X^2$$

b) Modelo polinomial de Wutt

$$Y = a + b.X + c.X^2 + d.X^3 + e.X^4 + f.X^5$$

Onde Y é a razão entre o diâmetro a ser estimado e o diâmetro a ser medido e X é a razão entre a altura relativa e a altura total.

Espera-se que estes modelos, quando determinados tendo como base o DAP, tenham suas precisões diminuídas sensivelmente em função do erro causado pela posição deste em relação à altura total. Uma forma de diminuí-lo seria talvez o estabelecimento de uma correlação entre DAP e $D_{0,1}$ e sua inclusão no modelo natural (baseado em $D_{0,1}$), ao invés de determinar um modelo artificial (baseado no DAP).

Para a seleção do modelo mais eficiente efetuou-se as comparações através da soma dos quadrados dos resíduos (SQR), e para verificar a possibilidade de erros de tendência, foram feitas comparações entre os modelos na capacidade de explicar as variações da forma média ao longo da extensão do tronco.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Como os modelos estimariam os valores médios da forma de Hohenadl, o modelo proposto foi resolvido em função do correlacionamento das porcentagens da altura com os valores médios da razão entre $d/D_{0,1}$, obtendo-se os seguintes coeficientes de regressão:

a) Eucalyptus grandis $R^2 = 0,99783$ $a = 1,06820$ $b = 0,71967$

b) Araucaria angustifolia $R^2 = 0,99884$ $a = 1,10021$ $b = 0,61368$

Onde R^2 é o coeficiente determinístico, a e b são os parâmetros que resolvem as funções de potência.

Os modelos parabólico e polinomial tiveram seus coeficientes resolvidos através de computador (PROC GLM, Statistical Analysis System, SAS/1979 ed.).

Os coeficientes determinados para os modelos foram:

a) Modelo Parabólico

Eucalyptus grandis

$a = 1,04526$

$b = -0,63169$

$c = -0,32127$

b) Modelo Polinomial

$a = 1,17496$

$b = -2,27649$

$c = 6,48421$

$d = -13,28100$

$e = 12,99461$

$f = -5,12473$

Araucaria angustifolia

$a = 1,09166$

$b = -0,56156$

$c = -0,38464$

$a = 1,15586$

$b = -2,01163$

$c = 7,22257$

$d = -16,46696$

$e = 16,45082$

$f = -6,30499$

Os valores médios de redução do diâmetro em função de $D_{0,1}$ e os respectivos valores estimados pelos três modelos a serem comparados são mostrados no quadro 1 para Eucalyptus grandis e no quadro 2 para Araucaria angustifolia.

QUADRO 1. Parâmetros de redução média dos diâmetros em função de $D_{0,1}$ e da porcentagem da altura para E. grandis.

h/H	M.V.R.	M.P.M.	M.P.W.	N.M.P.
0,1	1,00000	0,97888	1,00012	0,99020
0,2	0,89248	0,90607	0,89119	0,90977
0,3	0,80906	0,82684	0,80981	0,82637
0,4	0,73206	0,74118	0,73204	0,73960
0,5	0,65051	0,64909	0,64966	0,64865
0,6	0,55968	0,55058	0,56029	0,55242
0,7	0,46187	0,44565	0,46199	0,44911
0,8	0,34737	0,33429	0,34711	0,33545
0,9	0,19607	0,21650	0,19614	0,20370

QUADRO 2. Parâmetros de redução média dos diâmetros em função de $D_{0,1}$ e da porcentagem da altura para A. angustifolia.

h/H	M.V.R.	M.P.M.	M.P.W.	N.M.P.
0,33	1,09743	1,07271	1,09677	1,07778
0,167	0,95663	0,98715	0,95663	0,98350
0,3	0,87572	0,88857	0,87572	0,88392
0,5	0,73215	0,71472	0,72846	0,71902
0,7	0,52877	0,51009	0,52876	0,52553
0,9	0,26638	0,27470	0,26161	0,26779

M.V.R. = média dos valores reais; M.P.M. = média dos valores estimados pelo modelo parabólico de Munro; M.P.W. = média dos valores estimados pelo modelo polinomial de Wutt; e N.M.P. = média dos valores estimados pelo modelo proposto.

Uma comparação entre os parâmetros reais e os estimados pelos modelos para as duas espécies testadas evidencia a excelente capacidade de ajuste do modelo polinomial às variações médias da forma ao longo da extensão do tronco. O novo modelo proposto apresentou resultados inferiores ao modelo polinomial e superiores ao modelo parabólico na estimativa da forma média de Hohenadl.

A aplicação dos modelos na estimativa dos volumes totais das duas espécies, comparando-os através da soma do quadrado dos resíduos (S.Q.R.) entre os valores estimados e os valores reais, é mostrada no Quadro 3.

Quadro 3. Comparação dos modelos em função da capacidade de estimativa do volume total com casca

ESPÉCIE	V. TOTAL (m ³)	PARABÓLICO (SQR)	POLINOMIAL (SQR)	POTENCIAL (SQR)
<u>E. grandis</u>	7,80976	0,00754	0,00747	0,00741
<u>A. angustifolia</u>	15,65718	0,08317	0,08238	0,08219

Para as espécies testadas, o modelo proposto mostrou o de melhor estimativa dos volumes, sendo inclusive superior ao modelo polinomial. Tanto para Eucalyptus quanto para Araucaria, o modelo parabólico apresentou resultados que sub-estimavam os valores reais dos volumes.

Conforme anteriormente afirmado, o ideal seria a utilização de modelos baseados no diâmetro à altura do peito (Séries artificiais), devido à facilidade de obtenção dos dados de campo. Tomando como exemplo o modelo polinomial de Wutt, se optássemos pelo modelo artificial para a elaboração da série relativa contínua de forma para Eucalyptus grandis, teríamos os seguintes coeficientes de resolução do modelo:

- a = 1,10978
- b = -2,14492
- c = 6,09777
- d = -12,48848
- e = 12,22539

Comparando os dados estimados por este modelo com os volumes reais, obteve-se uma soma do quadrado dos resíduos (S.Q.R.) igual à 0,01986; sendo portanto inferior a qualquer dos modelos baseados no diâmetro de Hohenadl ($D_{0,1}$) usados para a elaboração das séries naturais. Devido à sua maior facilidade de aplicação prática, sua utilização será dependente da precisão requerida para a realização do trabalho.

CONCLUSÕES

A utilização de curvas de potência na determinação de Séries Relativas Contínuas de Forma, mostrou-se comparável ao uso de polinômio do quinto grau e superior ao modelo parabólico na estimativa de volumes totais com casca de Eucalyptus grandis e de Araucaria angustifolia. Sua indicação é ainda favorecida pela facilidade de aplicação prática.

Os resultados obtidos mostraram que todos os modelos testados conseguem explicar muito bem as variações médias da forma ao longo da extensão do tronco, sendo a maior parte das variações encontradas devida a desvios da forma em torno da média.

As variações da forma em torno da média são maiores em árvores de Araucaria do que em Eucalyptus, isto é a primeira tende a apresentar formas mais irregulares.

A facilidade de construção de uma série relativa baseada no modelo proposto (Determinado através de médias), permite a utilização de várias séries relativas artificiais em função de classes de diâmetro ou altura, o que viabiliza a utilização de séries relativas artificiais em trabalhos de inventário florestal.

LITERATURA CITADA

AHRENS, S. 1980. A Mathematical expression of stem form and volume for Loblolly Pine in Southern Brazil. Tese de Mestrado, Oklahoma State University, 60 p.

BEHRE, C.E. 1923. Preliminary notes on studies of tree form. Journ. of Forestry 21:506-11.

BRUCE, D. CURTIS, R.O. e VANCOEVERING, C. 1968. Development of a system of taper and volume tables for red alder. For. Sci. 14(3): 339-50.

-
- CAO, Q.V. BURKHART, H.E. & MAX, T.A. 1980. Evaluation of two methods of cubic-volume prediction of loblolly pine to any merchantable limit. For. Sci. 26(1):71-80.
- GRAY, H.R. 1966. Principles of forest tree and crop volume growth. Bul. Nº 42, Commonwealth of Australia - Departmente of National Forestry and Timber Bureau. Canberra. 54 p.
- HEGER, L. 1965. A trial of Hohenadl's method of stem form and stem volume estimation. For. Chron. 41 (4): 466-75.
- MUNRO, D.D. 1968. Methods for describing distribution of soundwood in mature western hemlock trees. Univers. British Columbia, Ph.D. Thesis, 188 p.
- OSUMI, S. 1959. Studies on the stem form of forest trees. Journ. Jap For. Soc. 41(12):471-79.
- PELLICO NETO, S. 1980. Estimativas volumétricas de árvores individuais - Síntese teórica. Revista Floresta. 11(2):63-73.
-

Tamanho de Parcela Amostral para Inventários Florestais

NIRO HIGUCHI
JOAQUIM DOS SANTOS
FERNANDO C. S. JARDIM
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia

Summary

This work is the result of an investigation concerning the best size for a Forest Inventory sample plot in the Manaus region. This plot was developed from 32 different size plots simulated one by one on an 80 hectare forest area, after complete enumeration of those trees with more than 25cm DBH. In this case the best plot was number 22 with dimensions at 37.5m by 150 metres.

Resumo

Resultado da investigação sobre o tamanho ideal de parcela amostral para Inventários Florestais, feita com base em 32 diferentes tamanhos, simulados um a um sobre o Inventário Florestal a 100% de uma área de 80 hectares de floresta tropical úmida de terra firme, com árvores de DAP maior ou igual a 25cm. A parcela que apresentou os melhores resultados foi a de dimensões de 37,5 x 150 metros.

INTRODUÇÃO

Atualmente, com a crescente valorização da terra e de sua cobertura vegetal, mais se tornam necessários os Inventários Florestais os quais permitem descrever a quantidade e a qualidade das espécies florestais ocorrentes e muitas das características do terreno. A cada dia que passa o conceito de Inventário Florestal se torna mais abrangente, de acordo com a utilização de áreas florestais para valores não madeireiros, tais como a recreação, manejo de bacias hidrográficas, fontes de energia, vida silvestre e possível conversão para outros usos da terra. Normalmente o Inventário Florestal é o primeiro passo para lançar a base de pesquisas referentes a recursos naturais e também para tomada de qualquer decisão relacionada ao uso da terra.

Na região Amazônica, mais do que em qualquer outra região do mundo, é praticamente impossível fazer uma completa enumeração dos indivíduos de uma população florestal porque o custo e o tempo necessários para tal fim seriam insuráveis. Uma maneira mais fácil e eficiente para fazer a avaliação do potencial florestal de uma região é através de amostragem, a qual tem condições de oferecer a necessária informação a um menor custo e mais rapidamente. Segundo Husch et al. (1971) uma outra vantagem, frequentemente não reconhecida, é que um procedimento de amostragem pode produzir resultados mais

confiáveis que uma completa enumeração. Esta afirmativa se deve ao fato que, medindo somente uma porção da floresta, maior cuidado pode ser dispensado em menos medições, a supervisão é mais fácil, menos mas melhor treinado o número de pessoas no trabalho de campo e a provável redução de erros não amostrais.

A teoria de amostragem aplicada em Inventário Florestal data do século XIX na Europa. No Brasil, os primeiros trabalhos de Inventário Florestal publicados, iniciaram com os primeiros convênios do Governo brasileiro com a FAO (Food and Agriculture Organisation) na década de 50, ganhando mais impulso a partir da criação do primeiro curso de Engenharia Florestal no Brasil, no início dos anos 60.

É fundamental compreender que não existe, entretanto, um sistema de amostragem que pode ser universalmente aplicado. Para cada situação florestal existe um adequado tipo de amostragem. O método a usar é o produto final de uma série de considerações, cada uma tendo uma influência sobre como a amostragem será levado a cabo.

Segundo Husch et al. (1971) e Loetsch et al. (1973), o método de amostragem para encontrar os objetivos do Inventário Florestal é determinado pelo tipo de unidades de amostragem, seu tamanho e forma, o número a ser empregado e a maneira de seleção e a distribuição sobre a área florestal, seguidos pelos procedimentos para medições nas unidades selecionadas e análise dos dados resultantes.

Alguns trabalhos de Inventário Florestal exemplificam a utilização de diferentes tipos de amostragem no Brasil

TABELA 1 - Inventários Florestais no Brasil.

Local	Amostragem	Parcela
Distrito Federal	Estratificada	16x500m
PIC Altamira	Conglomerado	10x250m
Sul do Brasil (Pinheiro)	Estratificada	20x125m
Itaipu	Estratificada	Circular 1000m ²
Centro-Oeste (Reflorest.)	Estratificada	20x30m
JARI (Nativas)	Sistemática	10x200m
JARI (Plantações)	Int. Aleatória	Circular 500m ²
Pará e Maranhão	Sistemática	10x1000m
Curuá-Una	Sistemática	100x40m
Tapajós/Xingu	Sistemática	10x1000m

Da Tabela anterior nota-se que mesmo em diferentes regiões, o tipo de amostragem pode ser repetido, desde que haja clara

caracterização dos tipos florestais, independentemente de localização geográfica. Entretanto, os tamanhos das parcelas utilizadas nesses trabalhos de Inventário Florestal variam substancialmente, mesmo quando se utiliza o mesmo tipo de amostragem e executado por um mesmo grupo de trabalho como são os 5 primeiros trabalhos da Tabela, os quais foram executados por pesquisadores do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. Em todos os trabalhos existem explicações para os diferentes tipos de amostragem mas não para os diferentes tamanhos de parcelas.

Em outros países, mesmo sendo desenvolvidos e com grande tradição florestal, a coincidência de tamanho de parcelas amostrais é rara, como é mostrada na Tabela 2.

TABELA 2 - Inventários Florestais em outros países.

País	Tipo de Inv. Florestal	Parcela (ha)
Inglaterra	Levantamento Nacional	0,04
Est. Unidos	Madeira de lei para serraria	0,08
	Vareta de madeira de lei	0,04
	Mudas	0,004
Suécia	Levantamento Nacional	0,0138
Finlândia	Levantamento Nacional	0,1
Japão	Madeira de lei	0,05 a 0,2
Canadá	Madeira de lei	0,08 a 0,1
Alemanha	Madeira de lei	0,01 a 0,05

Fonte: Husch et al. (1971).

Para o Inventário Florestal Nacional de Suriname, segundo De Milde (1975), foi utilizado a amostragem em 3 estágios com parcelas circulares de 0,04 ha.

Em Fiji, Berry & Howard (1973), numa região tropical, utilizaram a amostragem Sistemática para o Inventário Florestal Nacional com parcelas de 20x50m, sem justificar a razão do uso desse tamanho de parcela amostral.

Queiroz (1977) concluiu que o tamanho ideal para a sub-unidade do conglomerado nas florestas do Planalto do Tapajós é de 20x160m.

Segundo Husch et al. (1971), as estimativas não tendenciosas de volume, área basal e de outros parâmetros da população florestal, podem ser obtidas de qualquer tamanho ou forma das parcelas, variando significativamente, entretanto, a precisão e o custo do Inventário Florestal. E mais, quanto maior o tamanho da parcela para uma dada intensidade de amostragem, menor será o número de parcelas e menor será o tempo de viagem (deslocamento da equipe de campo) e estabelecimento das parcelas. Entretanto, o tempo de medição por parcela será maior. Onde o acesso é difícil, a questão de tempo de locomoção até a parcela eleita assume importância fundamental e, neste caso, quanto mais concentradas as parcelas, melhor e menos caro será o custo de viagem.

Em florestas heterogêneas, normalmente em regiões tropicais, as unidades amostrais pequenas podem resultar num número maior de unidades que contêm árvores não mensuráveis, tornando a aplicação da teoria de distribuição normal, inapropriada, (Husch et al., 1971). Nesses casos as maiores parcelas tem se comprovado mais úteis devido a maior heterogeneidade. O princípio na escolha do tamanho e forma

da parcela deveria ser de maneira a ter uma parcela grande bastante para incluir um número representativo de árvores mas, pequena bastante para garantir o tempo mínimo de medições.

Spurr (1952), citado por Husch et al. (1971), recomenda que o tamanho da parcela deveria ser grande suficiente para incluir pelo menos 20 árvores de tamanho mensurável. Essa afirmativa, entretanto, é bastante subjetiva porque não é especificado a dimensão exata para considerar uma árvore como mensurável.

Estabelecido o tamanho de uma parcela que pode ser um elemento ou um indivíduo (como uma árvore) ou unidade de medida (como 1 hectare) o tamanho de uma determinada população e de quaisquer de suas subdivisões, devem ser mensuráveis, (F&O, 1974).

Naturalmente o objetivo de qualquer Inventário Florestal é obter o máximo de informações de uma floresta com a máxima precisão e um mínimo custo. Esses 3 fatores desempenham papel preponderante no planejamento de um Inventário Florestal e estão diretamente ligados ao tamanho da parcela e, conseqüentemente, à intensidade de amostragem.

Freese (1967) sugere que o objetivo ao planejar um levantamento florestal deveria ser de tomar observações suficientes para obter a precisão desejada - nem mais e nem menos. E ainda, o número de observações necessárias depende da precisão desejada e na variabilidade inerente da população que está sendo amostrada.

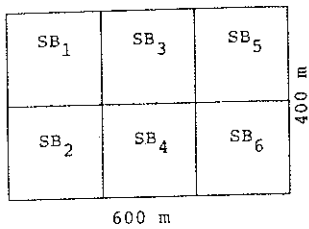
Por essas razões e pelo fato de não haver uma definição exata quanto a tamanho de parcela amostral para Inventário Florestal, principalmente na região amazônica, o presente trabalho pretende, após várias simulações em dados de um Inventário Florestal a 100% de uma área de 80 hectares, apresentar o tamanho ideal de parcelas para futuros trabalhos de Inventário Florestal, se não para toda Amazônia, pelo menos para o Distrito Agropecuário da SUPRAMA (Superintendência da Zona Franca de Manaus). Neste trabalho a ênfase é dada para a precisão do Inventário, em relação aos diferentes tamanhos de parcelas amostrais e ao tempo de medição.

MATERIAL E MÉTODOS

A simulação de diferentes tamanhos e, naturalmente, formas de parcelas amostrais, foi feita sobre uma rede de dados de um Inventário Florestal a 100%. Este Inventário foi realizado na altura do km-23 da vicinal ZF-2 do Distrito Agropecuário da SUPRAMA, área esta destinada a estudos de regeneração natural do projeto "Manejo Ecológico e Exploração da Floresta Tropical Úmida", aproximadamente a 90km de Manaus, saindo pelo Rodovia Manaus-Caracarái.

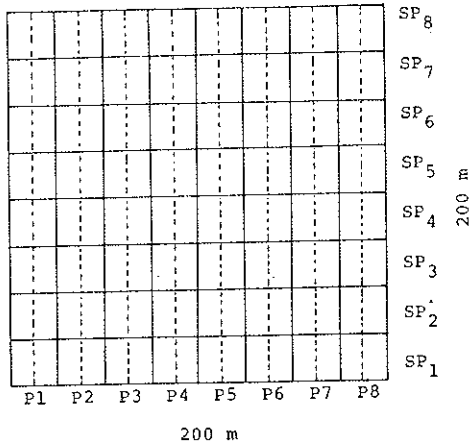
A área inventariada constituiu de 3 blocos com 6 sub-blocos cada um (tratamentos de exploração florestal). Cada bloco, repetição do experimento, foi marcado com 24 hectares, sendo que no primeiro foi preciso deslocar os sub-blocos 1 e 3 para fora de suas posições originais devido a mudança do traçado da estrada de escoamento de madeira. Entretanto, para efeito de simulações, estes 2 sub-blocos foram incluídos na pesquisa, perfazendo assim um total de 80 hectares inventariados a 100%.

BLOCO



SB₁, ... SB₆: Sub-blocos
 P1, P2 ... P8: Picadas
 SP₁, ... SP₈: Sub-parcelas

SUB-BLOCO



Cada sub-bloco foi dividido por 8 picadas distando 25m uma da outra. A linha da picada foi ainda sub-dividida em sub-parcelas de 25x25m para facilitar as medições e evitar os erros não amostrais. O Inventário Florestal foi feito ao longo das picadas, sendo diferenciado o lado direito do lado esquerdo, do centro da picada.

Dentro de cada sub-parcela foram coletados dados de todas as árvores com diâmetro à altura do peito (DAP) maior ou igual a 25cm e, anotados na ficha de campo, o nome da espécie florestal e sua classificação quanto à qualidade do fuste. Todas as árvores com DAP maior que 25cm foram numeradas sequencialmente em cada sub-bloco e etiquetadas com placas de alumínio.

Para efeito de simulação foram tomadas 40 unidades amostrais de cada tamanho proposto. A tomada das unidades foi feita através da probabilidade de seleção igual para todas as parcelas, aleatoriamente. Optou-se pela tomada aleatória porque, com as modernas técnicas de interpretação de fotografias aéreas e imagens de satélite, dificilmente se utilizará a amostragem não aleatória, onde as parcelas não são escolhidas pelas leis da probabilidade mas pelo julgamento pessoal ou sistematicamente.

Os tamanhos propostos são de larguras de 12,5m, em múltiplos de 12,5, até 50m e comprimentos de 25m, em múltiplos de 25, até 200m.

A escolha do melhor tamanho proposto foi feita baseada na consideração do custo de medição e precisão desejada, através da Eficiência Relativa (ER), proposta por Husch et al. (1971).

$$ER = \frac{(se)1.C1}{(se)2.C2} \cdot 100$$

Para reforçar a comparação entre diferentes tamanhos de parcelas amostrais, foram ainda calculados o Limite de Erro (LE), o Coeficiente de Variação (CV), o número de parcelas (n) para o Inventário definitivo e a área total de amostragem (An).

$$LE = \frac{s_x \cdot t}{\bar{x}}$$

$$CV = \frac{s}{\bar{x}} \cdot 100$$

$$n = \frac{N \cdot t^2 \cdot (CV)^2}{N(LE\%)^2 + t^2(CV)^2} \quad \text{para populações finitas}$$

$$n = \frac{t^2(CV)^2}{(LE\%)^2} \quad \text{Para populações infinitas}$$

Onde:

(se)1: erro padrão de um tamanho de parcela tomado como base de comparação, neste caso, a parcela de 25x200m.

(se)2: erro padrão de um tamanho de parcela que está sendo comparada.

C1: custo de medição na parcela básica

C2: custo de medição na parcela que está sendo comparada

s_x: erro padrão da média

t: valor da tabela de Student

s: estimativa do desvio padrão

N: número de unidades potenciais que a população pode ser dividida

n: número de amostras para o Inventário Florestal definitivo

custo de medição = custo fixo + custo variável inerente a cada parcela (neste trabalho foram considerados, custo fixo = Cr\$ 6.000,00 por parcela e custo variável = Cr\$ 12,50 por minuto)

Populações infinitas: $f = 1 - \frac{n}{N}$ maior ou igual a 0,98

Populações finitas: f menor que 0,98

O erro padrão calculado no presente trabalho e todas as outras estimativas se referem à área basal em m² de cada parcela. Foi utilizada a área basal por unidade de área como referência porque, segundo Husch et al. (1971), é uma característica muito útil de um povoamento florestal, estando diretamente relacionada ao volume e, é também uma medida de densidade do povoamento. Segundo ainda o mesmo autor, densidade do povoamento é uma medida quantitativa de um maciço florestal em termos de área basal, refletindo o grau de ocupação das árvores dentro de uma determinada área.

Foi também avaliado o relacionamento entre o Coeficiente de Variação e o tamanho de parcela amostral, através da equação de regressão do tipo $Y = a + b(1/X)$, na tentativa de comprovar a diminuição do CV com o aumento do tamanho da parcela amostral e diferentes distribuições espaciais. As equações para a determinação dos coeficientes de regressão, equações normais, foram obtidas através do método dos mínimos quadrados.

Todo o estudo foi realizado, separadamente, para o total (TOT) de espécies florestais que ocorrem na área, as espécies listadas (EL) e para as outras (OUT). A lista de espécies listadas foi feita após consultas à várias serrarias de Manaus e é apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Espécies Listadas (EL).

Nº	NOME COMUM	NOME CIENTÍFICO
01	Amapá doce ou Leiteira	<i>Brosimum sp. cf. parinarioides</i>
02	Angelim da mata	<i>Hymenolobium excelsum</i>
03	Angelim pedra	<i>Dinizia excelsa</i>
04	Angelim rajado	<i>Pithecolobium racemosum</i>
05	Breu	<i>Protium sp.</i>
06	Cardeiro	<i>Scleronema micranthum</i>
07	Castanha jarana	<i>Holopyxidium latifolium</i>
08	Castanha sapucaia	<i>Leathyis usitata</i>
09	Castanha jacaré	<i>Eschweilera sp.</i>
10	Castanha de macaco	<i>Cariniana micrantha</i>
11	Cajuí	<i>Anacardium sp.</i>
12	Cupiúba	<i>Goupia glabra</i>
13	Cumaru roxo	<i>Dipteryx odorata</i>
14	Envira preta	<i>Guatteria sp.</i>
15	Faveira	<i>Enterolobium sp.</i>
16	Faveira folha fina	<i>Piptadenia suaveolens</i>
17	Faveira benguelê	<i>Parkia oppositifolia</i>
18	Guariúba	<i>Clarisia racemosa</i>
19	Ingarana	<i>Pithecolobium sp.</i>
20	Itaúba	<i>Mezilarurus sp.</i>
21	Jacareúba	<i>Calophyllum angulare</i>
22	Jatobá, Jutai-açu	<i>Hymenae courbaril</i>
23	Jutai-cica ou pororoca	<i>Dialium guianense</i>
24	Jutai mirim	<i>Hymenae parviflora</i>
25	Louro	<i>Ocotea sp.</i>
26	Macacaúba	<i>Platymiscium duckei</i>
27	Maçaranduba	<i>Manilkara surinamensis</i>
28	Mandioqueira	<i>Qualea sp.</i>
29	Marupá	<i>Simarouba amara</i>
30	Morototó	<i>Schefflera morototoni</i>
31	Muiracatiara ou Aroeira	<i>Astronium lecontei</i>
32	Muirapiranga	<i>Eperua bijuga</i>
33	Muiratinga	<i>Waukeleopsis sp.</i>
34	Pau de Jangada	<i>Ochroma lagopus</i>
35	Pau d'arco	<i>Tateubia serratifolia</i>
36	Pau rainha	<i>Brosimum rubescens</i>
37	Piquiá	<i>Caryocar villosum</i>
38	Piquiá marfim	<i>Aepidosperma album</i>
39	Piguarana	<i>Caryocar glabrum</i>
40	Quaruba	<i>Voehysia sp.</i>
41	Quarubarana	<i>Eriena sp.</i>
42	Sucupira	<i>Diploptropis sp.</i>
43	Tachi pitomba	<i>Tachigalia sp.</i>
44	Tauari	<i>Couatari pulchra</i>
45	Ucuuba	<i>Virola sp.</i>

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Do Inventário Florestal a 100% da área em estudo, os seguintes parâmetros (área basal por hectare) foram determinados:

	μ	σ^2	σ	CV(%)
TOT	18,32	15,26	3,90	21
EL	5,99	2,21	1,49	25
OUT	12,33	10,94	3,31	27

Esses valores representam o potencial médio de uma área de 80 hectares considerada, para efeito de simulações, como população florestal de árvores com DAP maior ou igual a 25cm. Transformando a média do total (TOT), de área basal em volume cúbico por hectare, tem-se aproximadamente 145m³/ha. Esse valor médio está um pouco abaixo de médias obtidas em outras partes da floresta amazônica, por exemplo: Rodovia Belém-Brasília, trecho Imperatriz a Belém (151m³/ha - DAP maior que 25cm), Curuá-Una (164m³/ha - DAP maior que 45cm), Floresta entre os rios Tapajós e Xingu (210m³/ha - DAP maior que 25cm), Projeto Integrado de Colonização de Altamira (146m³/ha - DAP maior que 20cm) e na área do Projeto Jari (300m³/ha DAP maior que 20cm).

As estimativas de média e variância, obtidas das simulações em 40 parcelas amostrais são apresentadas na Tabela 4, com os devidos tamanhos para TOT, EL e OUT.

Nas Tabelas, de 5 a 8, são apresentados os valores calculados, a partir dos estimados da Tabela 4, de Coeficiente de Variação (CV),

Eficiência Relativa (ER), Limite de Erro (LE), número de amostras (n) e área total de amostragem para cada tamanho de parcela (An). Cada tabela representa a simulação de diferentes tamanhos de parcela amostral de larguras e comprimentos variados, separadamente para TOT, EL e OUT.

A montagem da Tabela 9 foi feita através de eliminações, sendo que na primeira foi considerado o Limite de Erro menor ou igual a 10% nas 3 categorias, TOT, EL e OUT.

Dos 32 diferentes tamanhos de parcelas amostrais testados, somente 13 atenderam a primeira condicionante (L.E. menor ou igual a 10%), destacando a parcela nº 32 (50x200m) com 4, 6 e 5 de LE, respectivamente para TOT, EL e OUT e, em seguida, aparece a parcela nº 22 (37,5x150m) com 5, 5 e 6, o que representa uma diferença mínima para LE entre as duas parcelas.

Os CV estimados para os 13 tamanhos listados na Tabela 9, segunda condicionante, são relativamente baixos em se tratando de floresta amazônica (CV em torno de 40%), podendo destacar a parcela nº 22, a qual apresentou o CV menor que o da população, nas 3 categorias.

Em termos de ER sobre a parcela base (25x200m), somente 3 parcelas apresentaram ER maior que 100% nas 3 categorias juntas sendo, por esta razão, mais eficientes que a parcela base (nº 16) e são: nº 21 (37,5x125m), nº 22 e nº 28 (50x100m).

Quanto a área total de amostragem necessária para atender um LE pré-fixado de 10%, destaca novamente a parcela nº 22 com 7,38-9,80-12,45ha, respectivamente para TOT, EL e OUT, seguida das parcelas nº 21 com 8,90-12,03-14,11, nº 27 (50x75m) com 8,49-12,73-13,15 e a nº 20 (37,5x100m) com 8,84-15,40-12,23ha.

Em cada uma das figuras, 1, 2 e 3, é apresentado o relacionamento entre o CV e os diferentes tamanhos de parcelas amostrais, a partir da equação da hipérbole. Nas 3 categorias, TOT, EL e OUT, podem ser observados que os CV diminuem com o aumento do tamanho das parcelas. Na categoria TOT, o CV ganha certa estabilidade a partir de parcelas com 2000m², estando entre 20 a 30%. Em EL, a partir de 3000m² com CV entre 30 a 40% e em OUT, a partir de 2500m², com CV aproximadamente de 30%.

A respeito de forma da parcela, observa-se que na Tabela 9, o menor comprimento apresentado é de 75m para a maior largura (50m). Considerando as 13 parcelas juntas, tem-se um comprimento médio de 150m.

Tabela 4 - Estimativas obtidas do Inventário Florestal de 40 parcelas amostrais.

P	DIMENSÕES	ÁREA (m ²)	TOT		EL		OUT											
			\bar{x}	s ²	\bar{x}	s ²	\bar{x}	s ²										
1	12,5x25	312,5	0,43	0,06	0,14	0,02	0,29	0,05	17	37,5x25	937,5	1,84	0,32	0,61	0,14	1,23	0,19	
2	12,5x50	625	1,23	0,35	0,38	0,11	0,85	0,19	18	37,5x50	1875	3,42	1,62	1,12	0,40	2,30	0,96	
3	12,5x75	937,5	1,65	0,37	0,52	0,09	1,13	0,25	19	37,5x75	2812,5	5,15	1,95	1,63	0,57	3,52	1,16	
4	12,5x100	1250	2,27	0,63	0,71	0,25	1,55	0,36	20	37,5x100	3750	7,15	3,33	2,36	0,71	4,79	2,19	
5	12,5x125	1562,5	2,72	0,57	0,87	0,19	1,84	0,56	21	37,5x125	4687,5	8,26	3,94	2,75	0,64	5,51	3,19	
6	12,5x150	1875	3,59	1,32	1,14	0,40	2,45	0,73	22	37,5x150	5625	10,50	4,09	3,34	0,58	7,16	3,57	
7	12,5x175	2187,5	4,19	1,69	1,41	0,48	2,75	0,95	23	37,5x175	6562,5	11,55	7,49	3,63	0,98	7,92	5,86	
8	12,5x200	2500	4,36	1,16	1,40	0,36	2,97	0,92	24	37,5x200	7500	13,61	11,38	4,45	1,20	9,19	7,41	
9	25x25	625	1,24	0,26	0,38	0,10	0,87	0,19	25	50x25	1250	2,25	0,57	0,75	0,16	1,50	0,51	
10	25x50	1250	2,29	0,62	0,72	0,19	1,57	0,38	26	50x50	2500	4,52	1,54	1,45	0,39	3,07	1,08	
11	25x75	1875	3,52	1,26	1,12	0,42	2,40	0,88	27	50x75	3750	6,37	2,62	2,00	0,42	4,37	2,10	
12	25x100	2500	4,67	1,58	1,64	0,65	3,03	1,06	28	50x100	5000	9,11	4,21	3,06	0,64	6,05	3,50	
13	25x125	3125	5,74	2,83	1,87	0,44	3,87	1,96	29	50x125	6250	11,52	6,25	3,71	1,18	7,81	5,30	
14	25x150	3750	7,11	2,82	2,43	0,88	4,68	1,63	30	50x150	7500	13,52	10,79	4,38	1,65	9,14	7,68	
15	25x175	4375	7,99	3,21	2,51	0,78	5,48	2,33	31	50x175	8750	16,00	11,60	5,11	2,39	10,89	8,67	
16	25x200	5000	9,40	5,31	2,99	0,75	6,42	4,70	32	50x200	10000	19,00	12,13	5,77	2,33	13,23	9,61	

Tabela 5 - Resumo dos cálculos de CV, ER, LE, An e n para parcelas com 12,5 m de largura e comprimentos variados de 25m, em múltiplos de 25, até 200m.

L		12,5														
C	Nº	TOT					EL					OUT				
		CV	ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An
25	1	55,81	49,59	0,19	127,08	3,97	100,00	32,91	0,29	408,00	12,75	75,86	50,39	0,21	234,79	7,34
50	2	47,97	57,20	0,15	93,89	5,87	89,47	36,47	0,27	326,60	20,41	51,76	73,22	0,17	109,31	6,83
75	3	36,97	73,58	0,11	51,30	4,81	57,69	56,07	0,19	112,02	10,50	44,25	84,91	0,14	71,02	6,66
100	4	34,80	77,50	0,11	45,87	5,73	70,42	45,54	0,23	153,73	19,22	38,71	96,24	0,12	55,81	6,98
125	5	27,94	95,71	0,08	28,97	4,53	49,43	64,34	0,14	76,01	11,88	40,76	90,62	0,12	55,94	8,74
150	6	32,03	82,79	0,10	37,02	6,94	55,26	57,07	0,16	89,68	16,82	35,10	104,36	0,11	43,44	8,15
175	7	31,03	84,75	0,09	34,99	7,65	48,94	63,90	0,14	74,86	16,38	35,64	101,92	0,11	44,60	9,76
200	8	24,77	105,29	0,07	23,22	5,81	42,86	72,37	0,13	60,73	15,18	32,32	111,47	0,10	37,61	9,40

L: Largura da parcela

C: Comprimento da parcela

An: Área da parcela x nº de parcelas, em hectares.

Tabela 6 - Resumo dos cálculos de CV, ER, LE, An e n para parcelas com 25m de largura e comprimentos variados de 25m, em múltiplos de 25, até 200m.

L		25														
C	Nº	TOT					EL					OUT				
		CV	ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An
25	9	41,13	66,71	0,13	69,02	4,31	84,21	38,75	0,27	289,33	18,08	50,57	74,94	0,16	104,34	6,52
50	10	34,50	78,17	0,11	45,14	5,64	59,72	53,70	0,20	118,56	14,52	39,49	94,33	0,13	57,87	7,23
75	11	31,82	83,34	0,10	37,44	7,02	58,04	54,33	0,18	102,29	19,18	39,17	93,51	0,12	54,13	10,15
100	12	26,98	96,67	0,08	27,65	6,91	49,39	62,80	0,15	79,70	19,93	33,99	105,99	0,10	42,17	10,54
125	13	29,27	87,66	0,08	30,16	9,43	35,83	85,16	0,11	42,31	13,22	36,18	97,96	0,10	42,97	13,43
150	14	23,63	106,86	0,07	20,45	7,67	38,68	77,63	0,11	46,77	17,54	27,35	127,52	0,08	26,48	9,93
175	15	22,40	110,95	0,06	18,38	8,04	35,06	84,30	0,10	39,22	17,16	27,92	122,96	0,08	27,03	11,83
200	16	24,47	BASE	0,07	21,19	10,60	29,10	BASE	0,08	28,41	14,21	33,80	BASE	0,09	36,10	18,05

Tabela 7 - Resumo dos cálculos de CV, ER, LE, n e An para parcelas com 37,5m de largura e comprimentos variados de 25m, em múltiplos de 25, até 200m.

C	L	37,5														
		Nº	TOT					EL					OUT			
	CV		ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An
25	17	30,98	87,80	0,10	37,33	3,50	60,66	53,33	0,20	126,41	11,85	35,77	105,04	0,12	49,01	4,59
50	18	37,13	71,42	0,11	49,31	9,25	57,14	55,19	0,18	99,93	18,74	42,61	85,96	0,13	62,50	11,72
75	19	27,18	95,18	0,08	26,19	7,37	46,63	65,97	0,14	61,45	17,28	30,68	116,47	0,09	32,22	9,06
100	20	25,59	98,67	0,07	23,57	8,84	35,59	85,37	0,10	41,07	15,40	30,90	112,87	0,09	32,61	12,23
125	21	23,97	102,88	0,06	18,99	8,90	29,09	100,81	0,07	25,66	12,03	32,49	104,84	0,08	30,10	13,11
150	22	19,24	125,25	0,05	13,12	7,38	22,75	125,97	0,05	17,43	9,80	26,40	126,08	0,06	22,14	12,45
175	23	23,72	99,33	0,06	18,67	12,25	27,27	102,74	0,07	23,28	15,28	30,56	106,49	0,07	27,59	18,11
200	24	24,72	93,23	0,06	19,96	14,97	24,72	110,87	0,06	19,96	14,97	29,60	107,54	0,07	26,33	19,75

Tabela 8 - Resumo dos cálculos de CV, ER, LE, n e An para parcelas com 50m de largura e comprimentos variados de 25m, em múltiplos de 25, até 200m.

C	L	50														
		Nº	TOT					EL					OUT			
	CV		ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An	CV	ER	LE	n	An
25	25	33,78	78,84	0,11	43,40	5,43	53,33	60,14	0,16	98,23	12,28	47,33	78,71	0,15	79,98	10,00
50	26	27,43	95,08	0,08	28,01	7,00	42,76	72,54	0,13	60,50	15,13	33,88	106,33	0,10	40,85	10,21
75	27	25,43	99,29	0,07	22,65	8,49	32,50	92,39	0,09	33,95	12,73	33,18	105,12	0,09	35,07	13,15
100	28	22,50	108,76	0,06	18,29	9,15	26,14	111,32	0,07	23,74	11,87	30,91	109,35	0,09	31,34	15,67
125	29	21,70	109,39	0,05	16,12	10,08	29,38	96,08	0,07	26,05	16,28	29,45	111,33	0,07	26,14	16,34
150	30	24,26	95,00	0,06	19,36	14,52	29,22	93,79	0,07	25,84	19,38	30,31	105,03	0,08	27,26	20,45
175	31	21,31	105,09	0,05	15,04	13,16	30,33	87,81	0,07	25,55	22,36	27,00	114,57	0,06	21,68	18,97
200	32	18,32	118,88	0,04	11,69	11,69	26,34	98,33	0,06	20,91	20,91	23,43	128,39	0,05	17,50	17,50

Tabela 9 - Parcelas que apresentaram LE menor ou igual a 10% em TOT, EL e OUT.

P	LE			CV			ER			n			An		
	TOT	EL	OUT	TOT	EL	OUT	TOT	EL	OUT	TOT	EL	OUT	TOT	EL	OUT
15	6	10	8	22,40	35,06	27,92	110,95	84,30	122,96	18,38	39,22	27,03	8,04	17,16	11,83
16	7	8	9	24,47	29,10	33,80	BASE	BASE	BASE	21,19	28,41	36,10	10,60	14,21	18,05
20	7	10	9	25,59	35,59	30,90	98,67	84,37	112,87	23,57	41,07	32,61	8,84	15,40	12,23
21	6	7	8	23,97	29,09	32,49	102,88	100,81	104,84	18,99	25,66	30,10	8,90	12,03	14,11
22	5	5	6	19,24	22,75	26,40	125,25	125,97	126,08	13,12	17,43	22,14	7,38	9,80	12,45
23	6	7	7	23,72	27,27	30,56	99,33	102,74	106,49	18,67	23,28	27,59	12,25	15,28	18,11
24	6	6	7	24,72	24,72	29,60	93,23	110,87	107,54	19,96	19,96	26,33	14,97	14,97	19,75
27	7	9	9	25,43	32,50	33,18	99,29	92,39	105,12	22,65	33,95	35,07	8,49	12,73	13,15
28	6	7	9	22,50	26,14	30,91	108,76	111,32	109,35	18,29	23,74	31,34	9,15	11,87	15,67
29	5	7	7	21,70	29,38	29,45	109,39	96,08	111,33	16,12	26,05	26,14	10,08	16,28	16,34
30	6	7	8	24,26	29,22	30,31	95,00	93,79	105,03	19,36	25,84	27,26	14,52	19,38	20,45
31	5	7	6	21,31	30,33	27,00	105,09	87,81	114,57	15,04	25,55	21,68	13,16	22,36	18,97
32	4	6	5	18,32	26,34	23,43	118,88	98,33	128,39	11,69	20,91	17,50	11,69	20,91	17,50

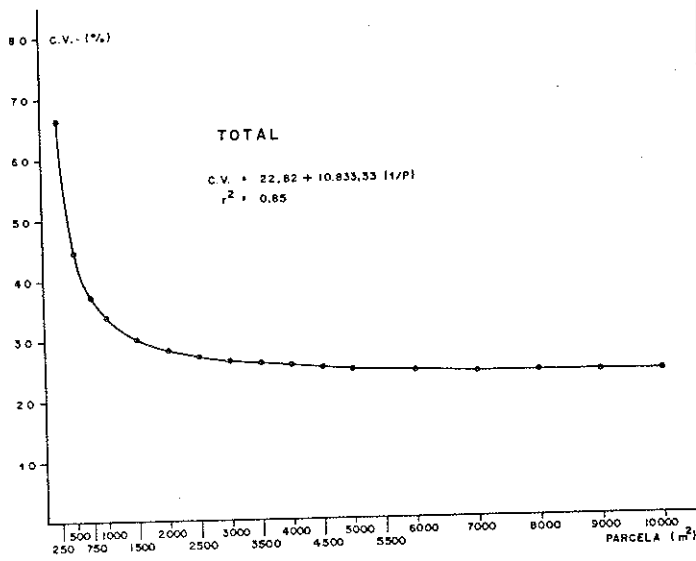


Fig. 1
 Relacionamento entre Coeficiente de Variação do total de espécies (TOT) e Tamanho de parcelas amostrais.

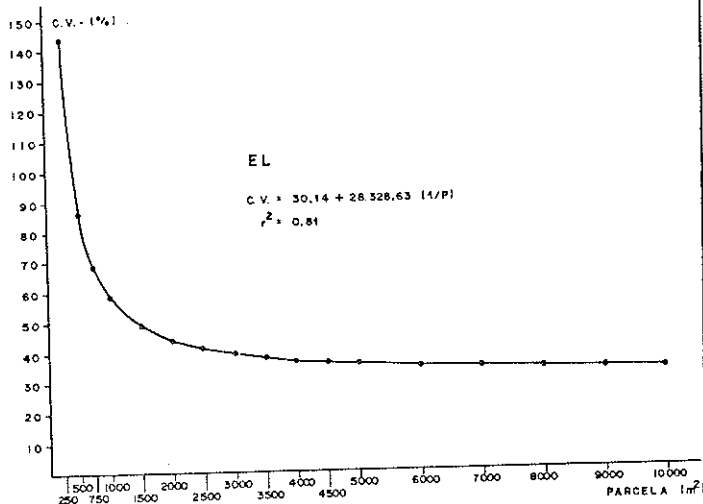


Fig. 2
 Relacionamento entre Coeficiente de Variação de Espécies Listadas (EL) e Tamanho de parcelas amostrais.

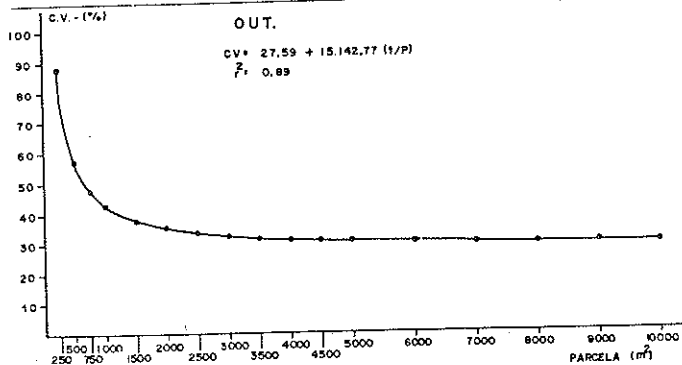


Fig. 3
 Relacionamento entre Coeficiente de Variação de Outras espécies (OUT) e Tamanho de parcelas amostrais.

CONCLUSÃO

Matematicamente, as dimensões ideais de parcela, para o Inventário Florestal da população florestal em estudo, são 37,5m por 150m porque, em todos os fatores tomados como comparadores, foi esta parcela que melhor se apresentou nas 3 categorias, TOT, EL e OUT, com menores CV, LE e área amostral e, maior ER em relação a parcela base (25x200m).

Entretanto, em se tratando de Inventário Florestal, de uma maneira geral, outros fatores também devem ser levados em consideração, não só a Matemática. Nas figuras 1, 2 e 3 podem ser observados que a partir de parcelas de 3000m² existe pouco ganho de precisão do trabalho, englobando as 3 categorias, TOT, EL e OUT. Com o CV se estabilizando, o erro amostral também tende a se estabilizar mas, os erros não amostrais terão, nesse caso, uma tendência contrária. Naturalmente, quanto maior for a parcela amostral, maior será a tendência de se cometer erros não amostrais devido às dificuldades na supervisão dos trabalhos de campo. Do ponto de vista econômico, os custos diminuem com a diminuição do tamanho das parcelas, principalmente os custos de medição. E mais, na maioria dos Inventários Florestais, os LE de 10%, alguns com até 20%, produzem resultados confiáveis.

Sendo assim, pode-se concluir que para a população florestal em estudo, 80 hectares e somente com árvores de DAP maior ou igual a 25cm, a melhor parcela é a nº 22 (37,5x150m). Para efeito de Inventário Florestais do Distrito Agropecuário da SUFRAMA, entretanto, qualquer uma das parcelas da Tabela 9 pode ser usada, de acordo com a conveniência. E, para um Inventário Florestal mais abrangente do que o Distrito, a tendência das curvas (Relacionamento CV e tamanho de parcela), figuras 1, 2 e 3, pode ser usada a partir de 3000m² para as 3 categorias, TOT, EL e OUT.

Quanto à forma de parcela, a retangular se apresentou melhor que a quadrada, podendo ser utilizado, de uma maneira geral, parcela de largura de até 37,5 m para um comprimento de 150 metros, nos futuros trabalhos de Inventário Florestal no Distrito Agropecuário.

BIBLIOGRAFIA

BERRY, M.J. & HOWARD, W.J.
 1973 - Fiji Forest Inventory. Land Resource Study nº 12. Surbiton, Surrey, England, 98p.

DE MILDE, R.A.J.
 1975 - Surinam Forest Inventory. FO:DP/SUR/71/506 Technical Report 6. FAO of the United Nations, Paramaribo.

FAO
 1974 - Manual de Inventario Forestal (con especial referencia a los bosques mixtos tropicales). Roma, 195p.

FRESE, F.
 1967 - Elementary statistical methods for foresters. Forest Service, Washigton, 87p.

GLERUM, B.B & SMIT, G.
 1965 - Inventário Florestal total na região do Curuá-Una. Inventários Florestais na Amazônia. Rio de Janeiro, SPEVEA, vol. 7, 51p.

1965 - Pesquisa combinada Floresta-Solo no Pará e Maranhão.
Inventários Florestais na Amazônia. Rio de Janeiro, SPEVEA,
vol. 9, 113p.

HEINSDIJK, D.

1965 - A Floresta entre os rios Tapajós e Xingu. Inventários
Florestais na Amazônia. Rio de Janeiro, SPEVEA, vol. 1, 68p.

HUSCH, B.; MILLER, C.I. & BEERS, T.W.

1971 - Forest mensuration. Ronald Press, New York, 410p.

LOETSCH, F.; ZÖHRER, F. & HALLER, K.E.

1973 - Forest Inventory. München, BLV Verlagsgesellschaft,
Wien, vol. 2.

QUEIROZ, W.T.

1977 - Efeitos da variação estrutural em unidade amostral na

aplicação do processo de amostragem em Conglomerados nas
florestas do Planalto do Tapajós. Revista Floresta 8(1),
19:23.

U.F.Pr. - Centro de Pesquisas Florestais

1972 - Inventário Florestal do Distrito Florestal. Curitiba, 158p.

1976 - Inventário Florestal do Projeto Integrado de Colonização
de Altamira. Curitiba, 127p.

1978 - Inventário Florestal da região de influência da represa
de Itaipu. Curitiba, 177p.

1978 - Inventário Florestal do Pinheiro no Sul do Brasil. Curitiba
327p.

1980 - Determinação da produção volumétrica dos plantios de
Eucalyptus e Pinus nos Estados de Minas Gerais, Goiás e
Mato Grosso do Sul. Curitiba, 203p.

Estimativa Volumétrica de Madeira Serrada como Instrumento de Apoio às Tomadas de Decisões de Investimento na Utilização de Plantações de *Pinus*

SEBASTIÃO DO AMARAL MACHADO
Curso de Engenharia Florestal — UFPR
WALTER SCHOPFER
Universidade de Freiburg — Alemanha

Summary

During the final phase of the Convenium between the University of Freiburg and the Federal University of Paraná, it will be started a series of joint research projects involving German and Brazilian professors.

This first project of mutual cooperation, has the main objective the development of decision aidings to minimize the investment risk in the industrial utilization of pinus plantations in the south of Brazil. This research has a central importance as to the investment decisions of single forestry owner, as well as, for the planning decisions of all ministerians involved in industrialization problems. Therefore a solution of this complex problem, only will be possible by mean of an interdisciplinary cooperation among several areas of forestry concentration.

The necessary equipment for the realization of this research is already disponible. The key element of the complete package of evaluation can be considered "The computer program of saw timber of Freiburg". This lumber computer, universally applicable will still have to be adapted to the brazilian conditions. The variety of possibilities of application of this complex program package will be exemplified with some real examples.

Resumo

Dentro da fase complementar do Convênio entre a Universidade de Freiburg e a Universidade Federal do Paraná, será iniciado uma série de projetos de pesquisa conjuntos entre alemães e brasileiros. Neste primeiro projeto de colaboração mútua, trata-se da elaboração de auxílios de decisão para a minimização do risco de investimento na utilização industrial de plantações de *Pinus* no sul do Brasil. Com isto o projeto adquire uma importância central tanto para as decisões de investimento de cada proprietário florestal como também para as decisões de planejamento de todos os ministérios que tratam de questões de industrialização. Portanto uma solução deste problema complexo, só será possível por meio de uma estreita colaboração interdisciplinar entre as diversas áreas de concentração florestal.

O equipamento necessário para a realização do projeto de pesquisa já está disponível no que se refere ao mais importante. O elemento chave do pacote completo de avaliação pode ser considerado o programa de madeira serrada de Freiburg. Esta serraria de computador, aplicável universalmente, ainda terá que ser adaptado às condições brasileiras. A variedade de possibilidades de aplicação deste complexo pacote de programa será abordada em alguns exemplos.

1. INTRODUÇÃO

Existem grandes áreas de plantações de *Pinus* spp no sul do Brasil atingindo a época de desbastes. A insegurança dos proprietários é grande com referência à utilização dos produtos destes desbastes. Semelhante problema ocorre em relação aos povoamentos de *Eucalyptus* manejados em rotação de 7 anos. Qual o percentual que será destinado às fábricas de chapas e celulose e que percentual poderá ser utilizado com maior valor como madeira para serraria?

A grande insegurança deve-se principalmente ao fato que a maioria dos povoamentos mais velhos e em escala comercial, contam apenas com 12 a 15 anos de idade e conseqüentemente ainda existem conceitos muito confusos a respeito do crescimento e da distribuição de diâmetros dos produtos dos desbastes.

As decisões a serem tomadas estão ligadas a um elevado risco de investimento para a instalação da capacidade industrial necessária. Por isso é necessário e urgente colocar à disposição do investidor um auxílio de decisão para o aproveitamento mais racional dos produtos dos desbastes.

Este trabalho procura despertar a atenção tanto dos empresários florestais como dos técnicos e pesquisadores, para este problema, fornecendo um esboço ou esquema para o desenvolvimento desta linha de pesquisa, conjunta e interdisciplinar, a qual foi iniciada através da fase complementar do convênio de cooperação técnica entre as Universidades de Freiburg e Federal do Paraná, cujos coordenadores são os autores deste trabalho.

2. IMPLICAÇÕES DA PESQUISA

Em várias partes do mundo, 3 motivos precionam atualmente para que haja um aproveitamento ótimo, tanto sobre o ponto de vista quantitativo, como qualitativo, de toras:

a) Interesse da comunidade: O aumento mundial do consumo de madeira e o rápido desaparecimento de outras matérias-primas, não renováveis exigem categoricamente o aproveitamento total das toras. Isto refere-se ao interesse da comunidade.

b) Interesse da empresa florestal: Na Europa Central, 80% do valor produzido em empresas florestais vão para a indústria de serraria. Portanto melhores preços só podem ser esperados através de um melhor aproveitamento das toras pela indústria de serraria. Este fato relaciona-se com o interesse da empresa florestal.

c) Interesse da indústria de serraria: O principal fator de custos na indústria de serraria é o preço das toras. Na Europa Central ele representa atualmente 2/3 dos custos totais das serrarias. Portanto são necessários todos os esforços para aproveitar da melhor maneira possível a dispendiosa madeira de toras, traduzindo este ponto num interesse da indústria na serraria.

Nos últimos 10 anos, tanto na Europa como na América do Norte, estão se desenvolvendo cada vez mais os métodos nos quais o computador desempenha papel importante no cálculo da melhor utilização quantitativa e qualitativa possível. Já existem inclusive serrarias de grande porte em que o computador orienta o empilhamento mecânico das toras nos depósitos de madeira, após a medição eletrônica de seus diâmetros e comprimentos. Além do mais calcula a utilização ótima da madeira serrada de toras individuais ou agrupadas por classes de algumas variáveis dendrométricas, como é o caso do programa existente na Divisão de Biometria e Informática do Instituto de Pesquisas Florestais de Baden-Württemberg em Freiburg. Partes desse programa são algoritmos aritméticos a base de simulação ou programação dinâmica para a obtenção de resultados volumétricos de rendimento na utilização florestal.

Programas desse tipo são adequados para apoiar as decisões de investimento na utilização de povoamentos artificiais. Entretanto o emprego rotineiro de tais auxílios de decisão apoiados em computador, necessita obrigatoriamente de determinadas bases dendrométricas e silvométricas. A seguir serão relatados as etapas de trabalho necessárias para a realização de um projeto desta natureza.

3. DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA

Com referência ao rápido crescimento da demanda, principalmente nas industrializadas regiões sudeste e sul do Brasil, parece urgente colocar à disposição, auxílios de decisões para uma estimativa realista de madeira serrada a ser esperada dos diversos desbastes e do corte final de cada espécie de *Pinus*. Somente assim será possível aos proprietários florestais e às divisões de planejamento dos respectivos ministérios, manter o mais baixo possível, o risco de investimento para a construção das capacidades industriais necessárias.

3.1. PROJETOS PARCIAIS

A solução dos problemas abordados exige uma estreita colaboração entre as seguintes áreas de conhecimento: dendrometria, silvimetria, inventário florestal, utilização florestal, tecnologia da madeira, manejo e economia florestal. A seqüência das disciplinas acima estabelecida corresponde à prioridade cronológica do desenvolvimento do projeto. Este trabalho em, sua forma global exige o desenvolvimento de pesquisas parciais e inicialmente independentes, aqui denominados "complexos" e que são os seguintes:

3.1.1. Complexo Biométrico - Dendrométrico

Este complexo envolve a pesquisa sobre a forma dos fustes das árvores, através do cálculo de séries artificiais ou absolutas e séries naturais ou relativas, de quocientes de forma, bem como fatores de forma, primeiramente para árvores individuais e posteriormente para agrupamentos de árvores em classes de altura. Envolve também o estudo da percentagem de casca por classes diamétricas e de altura.

Estas duas etapas serão desenvolvidas para *Pinus taeda* e *Pinus elliotii*. Deve-se analisar o material para ver se há necessidade de estratificá-lo por região.

3.1.2. Complexo Biométrico - Silvométrico

Este complexo trata-se primeiramente do estudo da distribuição diamétrica dos produtos de cada desbaste, para os principais regimes de desbaste usados no Paraná. Deve-se pesquisar a influência do sítio, espaçamento inicial, idade e diâmetro médio sobre a distribuição diamétrica.

Paralelamente deve-se construir curvas de altura sobre diâmetro para cada um dos desbastes a serem feitos. Para a construção das relações hipsométricas deve-se lançar mão do material de inventários realizados no sul do Brasil, bem como de dados de áreas experimentais de empresas reflorestadoras. Há cam-

bem necessidade de pesquisar o material e testar a necessidade de estratificação por idade, sítio ou região.

3.1.3. Complexo biométrico - tecnológico da madeira e técnicas de aproveitamento

Para o uso do programa de computação denominado "serraria de computador de Freiburg", deve-se definir os dados correspondentes da utilização florestal e da tecnologia da madeira. Para isso é necessário conhecer as características do equipamento técnico das indústrias de serraria brasileiras, dimensões comerciais de madeira serrada, costumes do comércio brasileiro, etc. O levantamento desses dados é condição básica para a computação dos dados usando o "Programa de madeira serrada de Freiburg".

3.1.4. Complexo econômico

Esta parte final da pesquisa integrada envolve o desenvolvimento e uso de modelos que permitam a avaliação econômica dos investimentos necessários para dimensionar a capacidade das indústrias, tendo em vista o grau de utilização da madeira para serraria, celulose e papel para as estratégias de cada destinação.

3.2. EVOLUÇÃO DO PROJETO DE AUXÍLIOS PARA AVALIAÇÃO

Com este apanhado geral, pretende-se dar uma visão das atividades de pesquisas necessárias para atingir o objetivo estabelecido. O projeto geral está previsto para um período de 3 anos. O enfoque na elaboração do projeto variará de acordo com a ênfase das áreas de trabalho.

Nos trabalhos de avaliação propriamente ditos, pode-se lançar mão de alguns programas de pesquisa complexos que foram desenvolvidos em Freiburg. Após adaptação às condições brasileiras, estes programas devem ser implementados o mais cedo possível no Centro de Computação do Curso de Engenharia Florestal em Curitiba.

A seguir, será tratado mais de perto, o pacote central do programa de madeira serrada de Freiburg para a realização do projeto de pesquisa em questão. Por meio de alguns exemplos de aplicação prática, serão demonstradas as diversas possibilidades de aplicação dessa serraria de computador, desenvolvida de 1973 a 1975. As exposições seguintes, são um resumo de uma palestra proferida pelo segundo autor dessa pesquisa, durante um encontro sobre assuntos florestais e madeireiros no dia 29.10.76 em Curitiba.

4. O PROGRAMA DE MADEIRA SERRADA DE FREIBURG E SUAS POSSIBILIDADES DE UTILIZAÇÃO

4.1. CÁLCULO DE MADEIRA SERRADA DE TORAS GROSSAS

Uma serraria brasileira que dispõe de um engenho de serras completo, exige por exemplo para uma valiosa araucária, uma divisão de madeira serrada que lhe forneça um aproveitamento de volume máximo.

A forma do tronco e as características mais importantes do tronco de araucária (simulado) estão representadas na fig. 1. Trata-se de um tronco de 26,5cm de comprimento com um diâmetro médio sem casca de 35cm que foi aproveitado até um diâmetro de 13cm na extremidade mais fina.

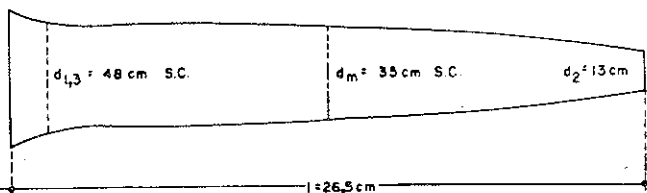


Fig. 1 - Formas de tronco e dados característicos do tronco de araucária (simulado).

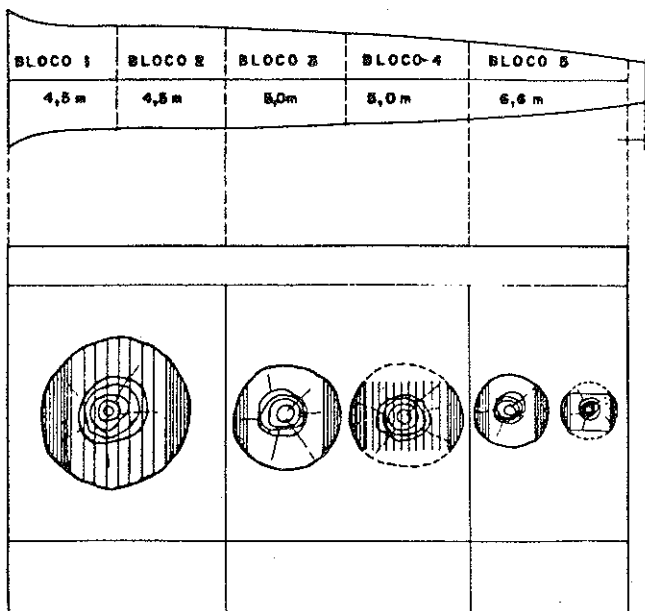


Fig. 2 - Comprimento desejado dos blocos e tipos de corte do tronco de araucária.

O serrador tem à sua frente uma série de encomendas de madeira serrada para importadores e fregueses nacionais. Para fins de ilustração, a fig. 2 representa os comprimentos de blocos e tipos de corte de tronco.

A lista de encomenda está representada em forma simplificada no quadro 1.

O serrador transfere os dados da encomenda (medidas de todos os tipos de corte) para um formulário especial. Como cada serraria dispõe de diferentes serras, também terá que fornecer os dados característicos de suas máquinas. Finalmente ainda são necessários dados sobre a contração da madeira após a secagem (conforme mostra o quadro 2). No escritório, estes dados serão testados, perfurados, avaliados com o programa de computador. Os principais resultados da divisão ótima de corte dessa araucária estão representados na fig. 3. A lista de computador transmite ao serrador as indicações objetivas para o melhor corte de araucária. O objetivo é o melhor aproveitamento possível das valiosas toras.

QUADRO 1 - LISTA SIMPLIFICADA DE ENCOMENDA

TIPO DE BLOCO	FORMA DE DIVISÃO		
	COMPRIMENTO	LARGURA / ESPESSURA	
FINAL DE TRONCO	4.5	/ 50	
MEIO DO TRONCO	5.0	8/18	16/30
		10/24	18/30
		12/24	20/35
		14/28	
PONTA DO TRONCO	6.6	6/12	cm/cm
		8/8	10/20
		8/12	10/22
		8/16	12/20
		8/16	12/20

Condições extras possíveis.

QUADRO 2 - RESULTADO DA RENTABILIDADE ÓTIMA DE UMA ARAUCÁRIA

TIPO DE BLOCO	RENTABILIDADE DE DOS CORTES			
	LARGURA / ESPESSURA	NOME DO CORTES		
FINAL DO TRONCO	/ 150	13	1.05	
1-2				
MEIO DO TRONCO	18 / 30	6	0.16	
	20 / 35	7	0.24	
3-4				
PONTA DO TRONCO	6 / 12	2	0.10	1.56m ³
5				
TÁBUAS LATERAIS DOS BLOCOS	/ 18	32	0.28	0.31m ³
	/ 24	4	0.03	
1-5				1.87m ³

RENDIMENTO TOTAL DA MADEIRA SERRADA

Grau de rentabilidade do tronco:	71 %
% de produto principal:	59 %
% do produto secundário:	12 %
% do resto e contração:	29 %

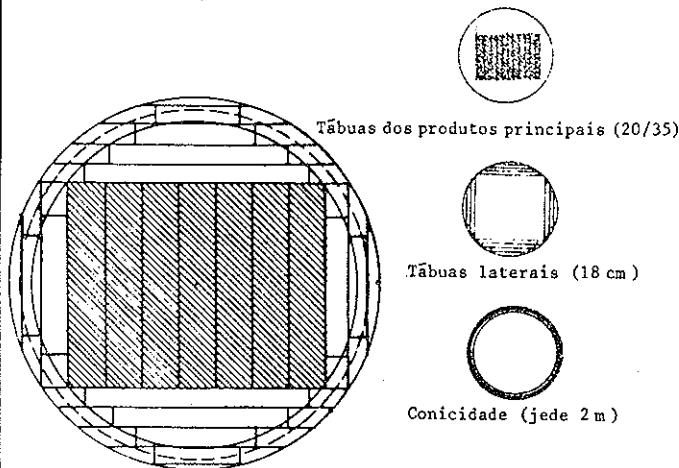


Fig. 3 - Diagrama da divisão de madeira serrada de uma araucária (desenho de computador).

O serrador pode obter as seguintes informações do programa do computador:

- 1) número, medidas e volume das pranchas, tábuas e vigas retiradas dos blocos;
- 2) número, espécie e volume das tábuas que resultam ao lado do produto principal;
- 3) volume dos resíduos em forma de costaneiras, serragem, cavacos, etc.;
- 4) dados sobre o grau de utilização das toras e o percentual de produtos.

Para cada um dos 5 blocos é fornecido automaticamente, um diagrama de corte. Este diagrama é desenhado pelo plotter no centro de computação e transmite ao serrador uma impressão ótica eficiente do programa de corte.

Logicamente o serrador pode solicitar várias variantes de corte para a mesma araucária. O quadro 3 mostra por exemplo, como a exploração da madeira serrada se modifica quando todos os 5 blocos são cortados alternadamente de acordo com a mercadoria em vigas, tábuas ou madeira de construção.

QUADRO 3 - VARIACÃO DA RENTABILIDADE EM FUNÇÃO DOS TIPOS DE CORTE

GRAU DE UTILIZAÇÃO	VARIANTE DO TIPO DE CORTE		VIGAS
	PRANCHAS C/ RECORTE	TÁBUAS C/ RECORTE	
TRONCO	75 %	64 %	73 %
PRODUTO PRINCIPAL	69 %	41 %	60 %
PRODUTO SECUNDÁRIO	6 %	23 %	13 %

4.2. CÁLCULO DE MADEIRA SERRADA DE TORAS FINAS

O programa de madeira serrada de Freiburg também pode ser utilizado para o cálculo da exploração técnica ótima de toras finas.

Este ponto de vista vem adquirindo cada vez maior importância em relação às toras obtidas do primeiro desbaste (*Pinus elliottii*, *Pinus taeda*, etc.) mas também para material fino de desbaste de matas de araucária reflorestadas. A fig. 4 representa a forma do fuste e os valores dimensionais de um *Pinus elliottii* e uma araucária respectivamente.

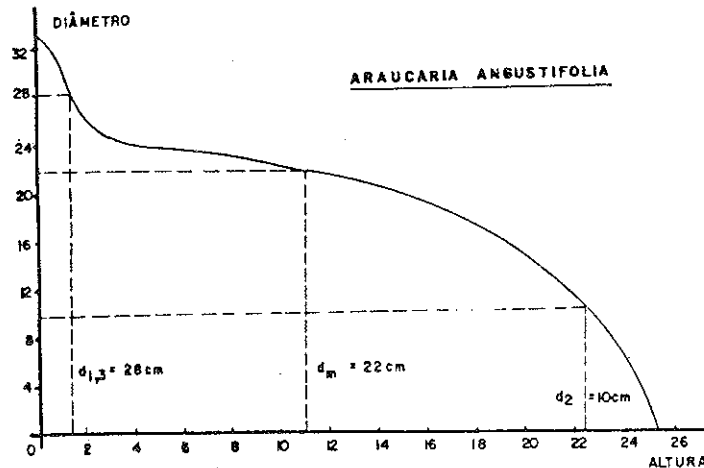
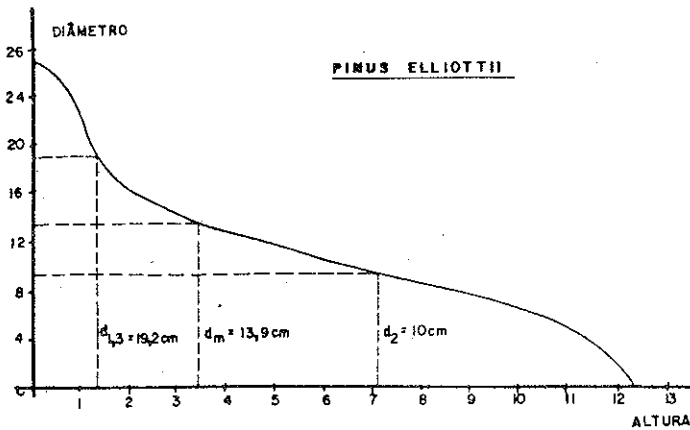


Fig. 4 Formas de fuste e características dimensionais de um *Pinus elliottii* e uma araucária finas.

Os dados foram fornecidos pelo Curso de Engenharia Florestal de Curitiba e plotados pelo programa de madeira serrada de Freiburg. Os resultados mais importantes dessas toras serradas segundo as mesmas condições técnicas funcionais do item 4.1, estão relacionados nos quadros 4a e 4b.

QUADRO 4a
RESULTADO DE RENTABILIDADE ÓTIMA DE UMA *ARAUCARIA ANGUSTIFOLIA*

TIPO DE BLOCO	RENTABILIDADE DE MADEIRA SERRADA			
	LARGURA/ESPESSURA	QUANTIDADE	VOLUME (m³)	COMPRI-MENTO (m)
BLOCO DA BASE 1,2	12/24	7	0,08	4
	16/30	5	0,10	4
BLOCO MEDIANO 3,4	8/16	2	0,10	4
	8/18	2	0,12	4
BLOCO DO ÁPICE 5,6	12/12	1	0,06	4
	8/10	1	0,02	2
TÁBUAS LATERAIS DOS BLOCOS	/18	14	0,09	0,29
				0,56

RENDIMENTO TOTAL DA MADEIRA SERRADA

Grau de utilização dos troncos: 69 %
% produto principal: 58 %
% produto secundário: 11 %
% restos e contração: 31 %

QUADRO 4b
RESULTADO DA RENTABILIDADE ÓTIMA DE UM *PINUS ELLIOTTII*

TIPO DE BLOCO	RENTABILIDADE DA MADEIRA SERRADA			
	LARGURA / ESPESSURA	QUANTIDADE	VOLUME (m)	COMPRI-MENTO (m)
FINAL DO TRONCO 1	12/24	5	0,04	3
MEIO DO TRONCO 2	8/18 (10/12)	4 (1)	0,02 (0,04)	3
				0,06
TÁBUAS LATERAIS DO BLOCO 1 - 2	/18	13	0,04	0,04
				0,10

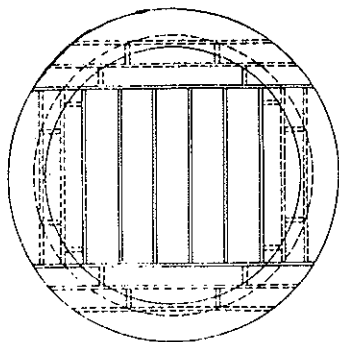
RENTABILIDADE TOTAL DE MADEIRA SERRADA

Grau de utilização do tronco: 50 % (56 %)
% produto principal: 31 % (41 %)
% produto secundário: 19 % (15 %)
% resto e contração: 50 % (44 %)

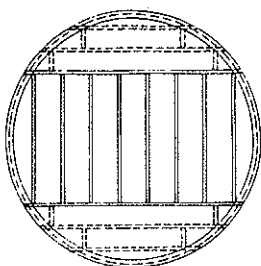
Finalmente a fig. 5 contém os diagramas de corte de cada um dos blocos de 4 metros de comprimento e diâmetros diferentes.

4.3. TABELAS AUXILIARES PARA A ESTIMATIVA DA EXPLORAÇÃO ÓTIMA DE MADEIRA

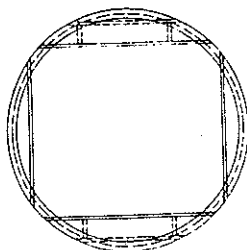
Para o cálculo global e simplificado da exploração de madeira serrada de árvores inteiras, podem ser elaboradas tabelas especiais. Estas tabelas fornecem para qualquer árvore, a exploração de madeira serrada sob as condições ideais. Os valores constituintes dessa tabela são: espécie, altura e diâmetro a altura do peito das árvores. O quadro 5 apresenta uma tabela desse tipo para o abeto. Esta tabela desenvolvida na República Federal da Alemanha, fornece o volume previsto de madeira serrada segundo o número de tábuas, assim como a exploração absoluta e relativa de produtos principais e secundários em dependência com as grandezas iniciais. Atribui-se um comprimento de blocos de 4,5 m e uma espessura de 24 mm para o produto principal e 18 mm para o produto secundário. De forma semelhante, podem ser desenvolvidas tabelas para todas as espécies e para diferentes formas de corte e dimensões.



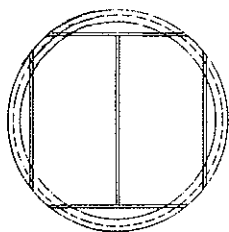
Final do tronco: 1 4,0m
 Diâmetro mínimo: 24,5 cm
 Tábuas: 30/160 mm
 Pranchas laterais, espessura: 18 mm



Final do tronco: 2 4,5m
 Diâmetro mínimo: 23,0 cm
 Tábuas: 24/120 mm
 Pranchas laterais, espessura: 18 mm



Meio do tronco: 1 4,0m
 Diâmetro mínimo: 21,1 cm
 Madeira de construção -B-16/18 cm
 Pranchas laterais, espessura: 18 mm



Meio do tronco: 2 4,0m
 Diâmetro mínimo: 18,6 cm
 Madeira de construção -B-8II6cm
 Pranchas laterais, Espessura: 18 mm

Fig. 5 - Diagrama de corte para um *Pinus elliottii*

Q U A D R O 5

TABELA DE RENDIMENTO PARA A MADEIRA SERRADA (TÁBUAS) (COMPRIMENTO DO BLOCO 4,5m, ESPESSURA DAS TÁBUAS 24mm P,P., TÁBUAS LATERAIS 18 m P,S.)

A	d _{1,3} cm								
	24		32		40		48		
24	a	0,51		0,97		1,49		2,06	
	b	40	16	42	19	41	22	40	24
	c	14	14	24	30	41	42	55	60
28	a	0,63		1,07		1,72		2,42	
	b	43	15	42	20	43	21	43	22
	c	19	16	26	30	46	52	63	72
32	a			1,26		1,90		2,71	
	b			42	20	43	18	44	22
	c			31	34	61	48	81	78
36	a			1,49		2,23		3,06	
	b			44	20	45	21	43	24
	c			39	40	60	56	82	86

A : altura
 a : volume da árvore
 b : porcentual de lucro em tábuas (P,P. e P,S.)
 c : número de tábuas (P,P. e P,S.)
 P,P. : produtos principais
 P,S. : produtos secundários

6. LITERATURA CONSULTADA

1. KREBS, A. Überlegungen zur optimalen Schnittholzausbeute Freiburger Diplomarbeit 1978.
2. SCHÖPFER, W. & NIEMANN, U. Kalkulation der optimalen Schnittholzausbeute AFZ, Heft 5 1976.
3. SCHÖPFER, W. Vom Formquotienten zum Sägebreit: Holzmaß- und ertragskundliche Beiträge zur optimalen Rundholzverwertung. Teil I: Methodik, meßtechnische Probleme, Schnittholztafeln. AFuJZ, Heft 5, 147. Jg. 1976.
4. . Teil II: Schatzhilfsmittel zur Ausbeutekalkulation, Weiterentwicklung der Log Rules, waldbaulich-ertragskundliche Modellprüfungen AFuJZ, Heft 5, 148. Jg. 1977.

Sistema Simplificado para Análise de Dados Dendrométricos em Ensaios Florestais com Utilização de Microcomputador

RENATO MACIEL

Depto. de Silvicultura e Pesquisa — Aracruz Florestal S.A.

Summary

The data processing problems faced in analysis of fact-finding survey results at Aracruz Florestal occur in such a manner as to require the following solutions:

- 1) Proximity of equipment;
- 2) exclusive utilization;
- 3) easy of operation.

To avoid lengthy and frequent trips to the Data Processing Center, it was decided to acquire a micro-computer. This took care of the first two aspects of the problem. This equipment had to be operated, however, by personnel not very specialized in the sector. A system was accordingly mounted consisting of programs for processing field data and variance analysis.

The first group of programs was schematized so as to be readily accessible, self-explanatory and, especially, secure. These programs are currently being used for processing of over one hundred field assays. The results are expressed in the form of listings and are stored so as to be accessible to subsequent programs.

Variance analysis programs were acquired ready-processed and make it possible to analyse up to five different factors. Like these, other programs can also be acquired and connected into the system, thus expanding the possibilities of analysis of survey results.

After six months of testing data had been processed on measurement of over 50,000 trees.

To learn to operate the first part of the system takes less than one day, using operators with no previous experience of data entry.

To exemplify the application of this system, use was made of and assay in factorial design, with three factors and five replications, in which the part of the dendrometric data are analyzed.

Resumo

Os problemas de processamento de dados, defrontados nas análises de pesquisas da Aracruz Florestal, apresentavam-se de forma a exigir as seguintes soluções:

- 1) proximidade do equipamento;
- 2) exclusividade em sua utilização;
- 3) facilidade de operação.

Para poupar longos e constantes deslocamentos até o Centro de Processamento de Dados, optou-se pela aquisição de um microcomputador solucionando, assim, os dois primeiros aspectos do problema. Entretanto, este equipamento deveria ser operado por pessoas com pouca especialização. Por este fato, foi montado um sistema constituído de programas para processar dados de campo e sua análise de variância.

O primeiro grupo de programas foi esquematizado de forma a ser facilmente acessível, auto-explicativo e, principalmente, seguro.

Atualmente eles são utilizados para o processamento de mais de 100 ensaios de campo. Os resultados são expressos em listagens e armazenados de forma acessível aos programas subsequentes.

Os programas de análise de variância foram adquiridos já elaborados e permitem a análise de até 5 fatores. Como este, outros programas poderão ser adquiridos e conectados ao sistema, ampliando as possibilidades de análise das pesquisas.

Após 6 meses de testes, foram processados dados referentes a medição de mais de 50.000 árvores.

O tempo de aprendizado, para operação da primeira parte do sistema, é inferior a um dia, empregando-se operadores sem conhecimento prévio em digitação de dados.

Exemplificando a aplicação deste sistema, utilizou-se um ensaio em fatorial, com 3 fatores e 5 repetições, onde alguns dados dendrométricos são analisados.

INTRODUÇÃO

O uso de computadores no meio florestal brasileiro é recente. Conforme COUTO (1981), apenas algumas empresas vêm empregando este recurso. Segundo o mesmo autor, há no momento uma tendência de se ampliar esta utilização, ocasionada, principalmente, pela redução do preço do kilobyte.

Os computadores de grande e médio porte são operados e supervisionados por pessoal especializado na área da informática. O técnico florestal, quando utiliza destes recursos, o faz geralmente na condição de simples usuário.

Com a fabricação, em larga escala, de microcomputadores houve uma preocupação em difundir noções elementares de informática às mais diversas áreas do conhecimento. Através de manuais mais didáticos, linguagens mais simples e outras facilidades, técnicos de diferentes especialidades podem atualmente configurar seu próprio equipamento com os periféricos e programas que necessitam na sua atividade profissional.

Para a empresa florestal, geralmente estruturada em setores fisicamente distantes, a possibilidade de técnicos florestais capazes de conduzir o processamento de um setor representa um novo instrumento para as suas necessidades. Esta forma de processamento distribuído, a exemplo da EMBRAPA, deverá ser ampliado na medida em que for crescendo a oferta de microcomputadores nacionais.

Atualmente, os custos de programação podem ser várias vezes superiores ao custo do equipamento. Por esta razão, existe hoje no mercado uma vasta quantidade de sistemas, para os mais diversos fins, cuja aquisição, sempre que possível, é mais viável que a sua elaboração. Neste contexto, a elaboração de todo um sistema de programas apresenta-se como uma última opção, pois além dos custos são necessários conhecimentos de algoritmos e técnicas de arquivamento.

Entre os sistemas nacionais, aplicáveis a problemas estatísticos, tem-se desde os aplicativos específicos, como o PRO-SEED, aos programáveis, como o SAEST. Estes sistemas aplicativos poderiam ser bastante úteis na pesquisa florestal, embora ainda estejam restritos aos usuários que possuem o equipamento para o qual foram elaborados.

O objetivo deste trabalho é mostrar um exemplo da utilização deste novo recurso no ramo florestal, mais especificamente por técnicos do setor. Esta aplicação se faz, dentre outras maneiras, através de um sistema de programas, utilizado para a análise de pesquisas de campo, o qual será sucintamente descrito no decorrer do trabalho.

DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema foi elaborado com o principal objetivo de processar dados dendrométricos de pesquisas instaladas no campo. Estes dados são normalmente constituídos das seguintes informações:

- a) código da pesquisa;
- b) informações sobre a pesquisa: número ou nome dos tratamentos, número dos blocos, espaçamento, idade e outras;
- c) dados de circunferência e altura.

A configuração do equipamento, para o qual foi feito este sistema, é a seguinte:

- a) 48 k de memória;
- b) 2 unidades de disquete de 5";
- c) uma impressora de pontos;
- d) linguagem BASIC interpretada (Applesoft).

Como o sistema deveria ser operado por pessoal não especializado, procurou-se tornar a operação a mais simples e segura possível. Uma vez ligado o equipamento, já se tem no vídeo um "menu" com 7 opções. Escolhida uma destas opções, é dado início a um processo, em que perguntas diretas são feitas ao operador. As respostas são dados, informações ou simples sim ou não. As respostas são imediatamente consistidas e, uma vez corretas, são feitas outras perguntas e assim sucessivamente. Este tipo de processamento, denominado interativo, permite que sejam facilmente localizados erros, de operação como de programação.

O processamento de uma pesquisa, neste sistema, passa por 4 etapas bastante distintas:

- 1) entrada dos dados das parcelas;
- 2) impressão dos dados dendrométricos por parcela;
- 3) impressão dos dados dendrométricos por tratamento;
- 4) análise de variância.

A medida que os dados das parcelas vão sendo digitados, seus dados dendrométricos são calculados e gravados em disquetes. Uma vez processadas todas as parcelas do ensaio, o arquivo de resultados é utilizado por outros programas, que tanto podem ser próprios como adquiridos, conforme mostra a Fig. 1.

Com a tendência de se aumentar a oferta de programas para os mais diversos fins, o sistema poderá ser implementado, desde que haja acesso a um dos arquivos de entrada do programa a ser conectado.

DESCRIÇÃO DOS PROGRAMAS

- 1) Programa DAD 1. Toda vez que o equipamento é ligado com o disquete do sistema, este programa entra automaticamente em execução. A primeira tela apresentada é um "menu" com as principais opções do sistema (Anexo 1). As primeiras entradas requeridas são os dados gerais da pesquisa que está sendo processada (Anexo 2). A seguir, são solicitados os dados de campo, os quais são consistidos imediatamente após entrada (Anexo 3). Uma vez armazenados em memória, estes dados sofrem uma segunda e mais severa consistência (Anexo 4). Caso não seja encontrada nenhuma altura medida, em vez de mensagens de advertência são indicadas as árvores (aproximadamente 20% do total) que deveriam ter suas alturas medidas (Anexo 5). Estas árvores são selecionadas de modo a corresponderem a uma sub-parcela de igual altura média (Hg) que a parcela. Passadas estas duas etapas de consistência, são calculados os dados dendrométricos da parcela (Anexo 6). Após a exposição destes resultados, é feita uma pesquisa em arquivo das parcelas já gravadas, para evitar-se uma superposição involuntária.

2. Programa DAD 2. Uma vez gravadas todas as parcelas de uma pesquisa, tem-se a opção de listar estes resultados (Anexo 1). Esta listagem (Anexo 7) serve como uma última verificação, antes da saída do quadro dendrométrico da pesquisa (Anexo 8).
3. Programa DANOVA. Caso o ensaio possa ser analisado como blocos inteiramente casualizados, é feita opção para a análise de variância. Este programa é utilizado para preparar um arquivo de entrada. Consultando um arquivo de trabalho, montado no programa anterior, é isolada a variável que deverá ser analisada. Transformações e mudanças de seqüência são então realizadas (Anexo 9).
4. Programa ANOVA. Este programa foi adquirido da Dynacomp e executa a análise de variância de ensaios com até 5 fatores. Como há disponibilidade do programa fonte, o programa está disponível para as alterações que se fizerem necessárias (Anexo 10).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após 6 meses de uso do sistema, já foram processadas mais de 40 pesquisas de campo, que representaram aproximadamente 2.000 parcelas

O objetivo, até o momento, foi de fazer cálculos rápidos e precisos, sem a preocupação de criar arquivos históricos em unidades magnéticas. Entretanto, a médio prazo, o objetivo seria constituir um banco de dados, de forma a tornar facilmente acessível projetos e resultados de pesquisas instaladas.

Como durante o período de uso houve, e ainda há, necessidade de alterações no sistema, conclui-se ser ainda muito cedo estudar problemas de armazenamento.

É provável que se possa ter um mesmo sistema, para processamento de pesquisas em microcomputadores, em diferentes instituições florestais. Neste caso, com um maior número de usuários, haveria uma maior facilidade na obtenção de um sistema, não só de melhor qualidade como de menor custo.

ANEXO 1

ESCOLHA QUAL DAS ETAPAS SERÁ EXECUTADA

- 1- ENTRADA DOS DADOS DE CAMPO
- 2- LISTAR PARCELAS
- 3- LISTAR QUADRO DENDROMETRICO
- 4- ANALISE DE VARIANCIA
- 5- DELETAR PARCELAS
- 6- PARCELAS GRAVADAS-TELA
- 7- INICIALIZAR

1 A 7 ??? 1

ANEXO 2

CODIGO DA PESQUISA ??? 2.59.4

PROXIMA PARCELA ??? 12

NUMERO DO BLOCO (OPCIONAL)

METROS QUADRADOS/ARV.?? 6 ??
79

NUMERO DE ARV. PLANTADAS ? 0 ??
725

DAR A SOMA DOS CAP300

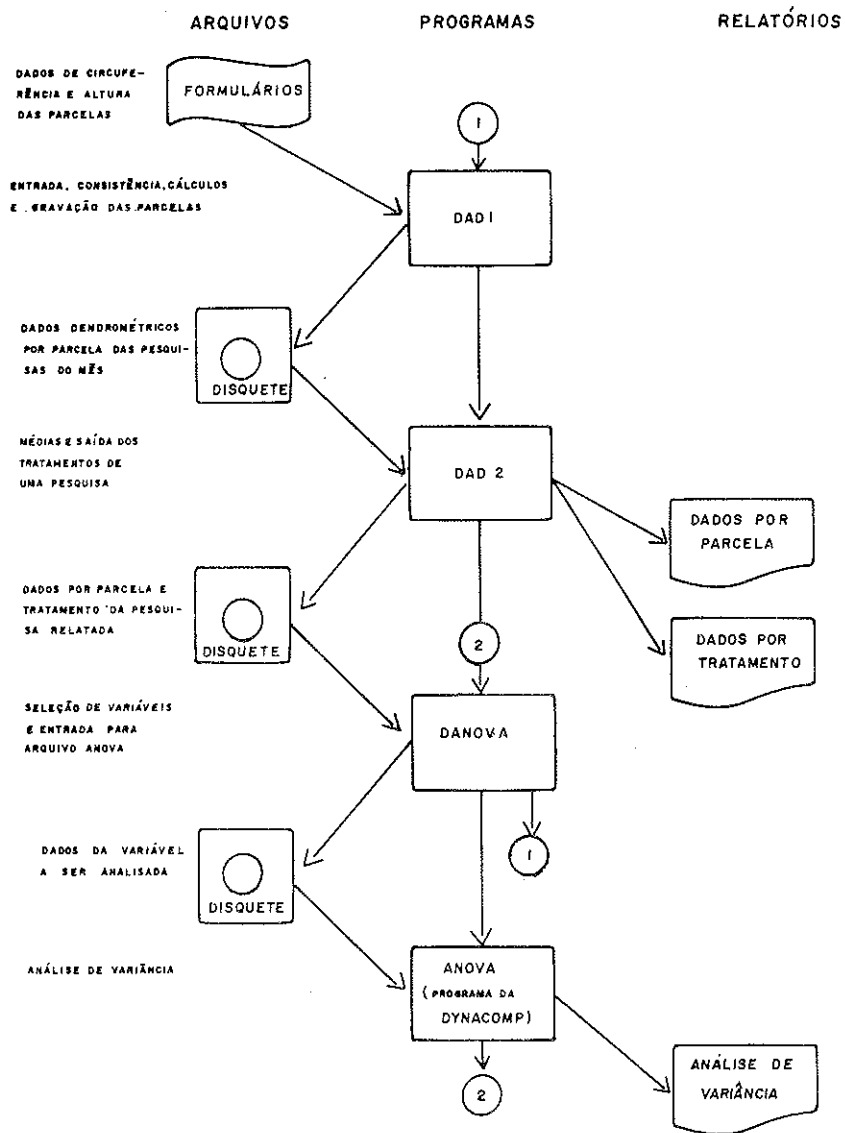


FIG. 1. PROGRAMAS QUE COMPÕE O SISTEMA DE PROCESSAMENTOS DAS PESQUISAS DE CAMPO.

ANEXO 3

ENTRAR COM CAP E H
 EXEMPLO CAP=50 H=260
 PARA DIGITAR <50260> <RETURN>
 CORRIGIR <C> <RETURN>
 FINALIZAR <F> <RETURN>

ARV-1.....54210
 ARV-2.....451190
 ENTRAR DE NOVO
 ARV-2.....45190
 ARV-3.....67230
 ARV-4.....65220
 ARV-5.....4423020
 ARV-6.....C
 SAIU ARVONE **>44220
 ARV-5.....44200
 ARV-6.....35185
 ARV-7.....372095
 ENTRAR DE NOVO
 ARV-7.....20095

ANEXO 4

CONSISTENCIA

DIFERENÇA'DE'SOMA'DE'CAP
 CONFIRA BEM AS CIRCUNFERENCIAS !!!

VERIFIQUE AS ALTURAS COM MENSAGENS !!!

ARV-1	54	210	
ARV-2	45	190	
ARV-3	67	230	(BAIXA DEMAIS!!!)
ARV-4	65	220	(BAIXA DEMAIS!!!)
ARV-5	44	200	(ALTA DEMAIS!!!)
ARV-6	35	185	(ALTA DEMAIS!!!)
ARV-7	20	95	(ALTA DEMAIS!!!)

PARA CONTINUAR <RETURN>
 CORRIGIR <C>
 INCLUIR <I>
 RETIRAR <R>

ANEXO 5
 CONSISTENCIA

DIFERENÇA'DE'SOMA'DE'CAP
 CONFIRA BEM AS CIRCUNFERENCIAS !!!

VERIFIQUE AS ALTURAS COM MENSAGENS !!!

ARV-1	33	0	
ARV-2	31	0	
ARV-3	35	0	
ARV-4	25	0	
ARV-5	28	0	
ARV-6	33	0	MEDIR H
ARV-7	32	0	MEDIR H
ARV-8	31	0	MEDIR H
ARV-9	30	0	MEDIR H
ARV-10	36	0	MEDIR H
ARV-11	40	0	
ARV-12	39	0	
ARV-13	35	0	
ARV-14	32	0	
ARV-15	35	0	

PARA CONTINUAR <RETURN>
 CORRIGIR <C>
 INCLUIR <I>
 RETIRAR <R>

ANEXO 6

RESULTADOS DE PARCELA
PESQUISA-2.99.0 PARCELA-1 REP.-1
10 ARVORES PLANTADAS 6 M2/ARV

DIAMETRO MEDIO = 15.9CM

ALTURA MEDIA = 24M

AREA BASAL = 19.9M2/HA

VOLUME CILINDRICO = 478M3/HA

VOLUME SOLIDO = 201M3/HA

FALHAS = 40%

ESTA TUDO CERTO ? S OU N

ANEXO 7

PESQUISA - 2.54.0
AOS 72 MESES

PAR	REP	D	H	AB	VC	VS	JMA	FI	N	SOMA CAP	REGISTRO
1	1	18.4	0	36.4	997	419	69.8	25	96	4163	13
1	2	17	27.8	35.1	976	410	68.3	16	96	4329	2
1	3	16.4	25.9	29.3	759	319	53.2	26	96	3661	3
1	4	16.7	26.8	28.9	775	326	54.3	27	96	3663	4

1		17.1	27	32.4	877	368	61.3	24	384		

2	1	17.3	24.6	29.3	721	303	56.5	31	96	3580	5
2	2	17.7	25.6	32	819	344	57.3	29	96	3771	6
2	3	17	26.8	29.5	791	332	55.3	28	96	3687	7
2	4	16.3	25	27.9	698	293	48.6	25	96	3678	8

2		17.1	25.5	29.7	757	318	53	28	384		

3	1	16.9	27.1	33.8	916	385	64.2	19	96	4145	9
3	2	16.9	26	28.9	751	315	52.5	26	96	3619	10
3	3	16.1	25.9	28.6	741	311	51.8	25	96	3638	11
3	4	15.9	24.3	30.7	746	313	52.2	18	96	3946	12

3		16.5	25.8	30.5	789	331	55.2	23	384		

4	1	16.2	27.6	28.8	795	334	55.7	27	96	3651	13
4	2	17	22.8	34.4	784	329	54.8	17	96	4285	14
4	3	16.8	25.5	31.6	806	339	56.5	24	96	3862	15
4	4	16.7	25.7	28.4	730	307	51.2	29	96	3561	16

4		16.8	25.4	30.8	779	327	54.5	24	384		

ANEXO 8

QUADRO DENDROMETRICO

DATA DE EMISSAO-15/03/82

CODIGO-2.54.0

TITULO-TESTE DE PROCEDENCIA DE E.GRAMMIS IDADE-72 MESES

PLANTIO-03/76 MEDICAO-03/82

LOCAL-ESCOLINHA ESPACAMENTO-3X2

REPETICOES-4 ARVORES/PARCELA-96

TREATAMENTO	D	H	AB	VC	ICA	JMA	VS	FI	N	VC/ARV
1	17.1	27	32.4	877	89	61.3	368	24	384	0
2	17.1	25.5	29.7	757	76	53	318	28	384	0
3	16.5	25.8	30.5	789	70	55.2	331	23	384	0
4	16.8	25.4	30.8	779	76	54.5	327	24	384	0
5	17	24.3	34	825	56	57.7	346	18	384	0
6	16	25.7	31	795	74	55.7	334	16	384	0
7	16.4	25.4	31.5	798	69	55.8	335	17	384	0
8	16.4	24.6	32.4	799	74	56	336	16	384	0
9	15.2	23.4	23.7	556	42	39	234	28	384	0
10	15.1	22.3	23.7	521	46	36.5	219	26	384	0

ANEXO 9

PREPARACAO DE DADOS PARA ANOVA	TRAT-1
	419
	410
	319
	326
1- ANOVA DE DADOS GRAVADOS	
2- ENTRADA DE DADOS PARA ANOVA	TRAT-2
	303
	344
	332
	293
3- SORTIDO DE DADOS PARA ANOVA	
4- RETORNAR AO PROGRAMA PRINCIPAL	
SELECIONE DE 1 A 4 1	TRAT-3
GRAVACAO DOS ARQUIVOS/VARIAVEL	385
	315
	311
	313
ESCOLHA A VARIAVEL A SER ANALISADA:	
<D> DMED	
<H> HMED	TRAT-4
<A> AP	334
<V> VSOL	329
<F> FALHAS	319
<C> V.CIL.	307

ANEXO 10

PESQUISA-1.3.0

VARIAVEL ANALISADA-AREA BASAL DAS PARCELAS

JRUN

ANALYSIS OF VARIANCE

(ANOVA)

(C) 1981 BY BYNACOMP, INC.
WRITTEN BY ANNE AND TOM BARKER
ANOVA MENU:

- (1) 1-WAY
- (2) 2-WAY
- (3) 3-5 WAY
- (4) YATES
- (5) EDIT

ENTER SELECTION: 3
ANALYSIS OF VARIANCE FOR 3-5 FACTORS

HOW MANY FACTORS?

T3

HOW MANY LEVELS IN FACTOR1?

T4

HOW MANY LEVELS IN FACTOR2?

T4

HOW MANY LEVELS IN FACTOR3?

T4

REPLICATES PER TREATMENT COMBINATION?

23211 BYTES FREE

22241 BYTES FREE

DOES DATA ON FILE NEED EDIT FIRST?

TN

QUADRO DE ANALISE DE VARIANCIA

FONTE	SOMA QUAD.	GL	MEDIA QUAD.	F
FATOR 1	13.9136	3	4.637	5.406
FATOR 2	519.194	3	173	201.7
FATOR 3	4.56373	3	1.521	1.773
1X2	3.0669	9	.3407	.3972
1X3	2.37962	9	.2644	.3082
2X3	1.60084	9	.1778	.2073
1X2X3	10.8902	27	.4033	.4702
RESIDUO	219.595	256	.8577	
TOTAL	775.205	319		

MEDIAS POR TRATAMENTO

FATOR1-NIVEL1	11.3
FATOR1-NIVEL2	11.8
FATOR1-NIVEL3	11.6
FATOR1-NIVEL4	11.8
FATOR2-NIVEL1	9.5
FATOR2-NIVEL2	11.9
FATOR2-NIVEL3	12.6
FATOR2-NIVEL4	12.5
FATOR3-NIVEL1	11.5
FATOR3-NIVEL2	11.6
FATOR3-NIVEL3	11.8
FATOR3-NIVEL4	11.7

LITERATURA CONSULTADA

COMPUTADORES: a nova fronteira do setor florestal. Silvicultura,
5(19): 32-34, jul./ago. 1981.

PIMENTEL, G.M.; PANIAGO, C.F.A. & COSTA, F.O. Um sistema de análise estatística para microcomputadores. Brasília, EMBRAPA. Centro de Computação, 1981. 29 p. (Trabalho enviado ao XIV Congresso Nacional de Informática, São Paulo, 1981).

PRO-SOFT, RIO DE JANEIRO. PRO-SEED sistema de exploração estatística de dados. 24 f. (Circulação restrita)

SWANSON, P. PDQ: a data manager for beginners. Byte, 6(11): 236-240, 252-262, Nov. 1981.

Inventário Florestal do Estado de São Paulo

HÉLIO YOSHIKI OGAWA
FRANCISCO JOSÉ DO NASCIMENTO KRONKA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
AIDA CALHEIROS G. MENDES
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais — IPEF
GINA GUERRA DE ANDRADE MAX
IVAN SUAREZ DA MOTA
LEANDRO JOSÉ BELLIX FAVRIN
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
MARIA HELOISA BORGES
Faculdade de Ciências Agrônomicas — UNESP
REGINA ANTONIA LIBERAL VALENTINO
WALDIR JOEL DE ANDRADE
Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Summary

The utilization of the aerial photographs in several scale and cartographic base in scale 1:10.000, permit identification, map-making and cadastration of the reforestation in the São Paulo State, and further evaluation-area and volume of its potential by counties, to become still easy, the analysis through of the eletronic computation's process.

Resumo

O emprego de fotografias aéreas em várias escalas e base cartográfica na escala 1:10.000, permite identificação, mapeamento e cadastramento do reflorestamento no Estado de São Paulo, para posterior dimensionamento - área e volume - do seu potencial a nível de Municípios, facilitando ainda, a análise através dos processos de computação eletrônica.

1 INTRODUÇÃO

O Inventário Florestal é a seqüência do Programa Florestal (1970) e do Zoneamento Econômico Florestal (1975). O primeiro quantificou a cobertura vegetal natural e mostrava a evolução do reflorestamento no Estado, dando condições ao estabelecimento de uma política florestal, e o segundo, partindo do parâmetro estabelecido no programa anterior, atualizou e permitiu um detalhamento maior. Os levantamentos efetuados no Programa de Zoneamento basearam-se em metodologia que possibilitou o estudo a nível regional.

Visando avaliar a situação real dos recursos florestais no Estado e obter um maior detalhamento destes, insuamos, encontra-se em desenvolvimento o Inventário Florestal do Estado de São Paulo, com finalidade de obter dados sobre a área, espécie e idade dos povoamentos a nível municipal, bem como pretendo analisar a situação da cobertura vegetal natural do Estado de São Paulo.

As informações obtidas neste levantamento, possibilitarão a criação de um banco de dados sobre a qualidade e disponibilidade das florestas, os quais poderão ser atualizados periodicamente. Estes dados poderão fornecer subsídios a programas de âmbito estadual e nacional, empresas que se utilizem dos produtos florestais, bem como propor diretrizes às decisões governamentais no setor da política florestal.

2 METODOLOGIA

A Metodologia desenvolvida na etapa inicial (quatro sub-regiões e o Município de Buri da Região de Sorocaba) obedeceu as seguintes fases:

a. Obtenção de material fotográfico

Foram utilizadas fotografias aéreas verticais, pancromáticas na escala 1:45.000 e fotoíndices correspondentes na escala 1:100.000, executados pelo Plano Cartográfico do Estado, a partir de 1976.

As bases cartográficas utilizadas são folhas topográficas, na escala 1:50.000, IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística) e IGG (Instituto Geográfico e Geológico), e na escala 1:10.000, SEPLAN (Secretaria de Economia e Planejamento do Estado de São Paulo);

b. Fotointerpretação

Com o auxílio de estereoscópios (de bolso e de espelho) são estudadas as fotografias aéreas e realizada a fotointerpretação, delimitando-se os tipos prováveis de vegetação a serem cadastrados;

c. Mapeamento e Cadastramento

De posse do mapa base (folhas topográficas na escala 1:50.000) e com utilização do "Zoon Transfer Scope", efetuou-se a transferência dos detalhes fotointerpretados.

Através dos dados dos projetos do IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal), os plantios com incentivos fiscais foram codificados e cadastrados. Em seguida, por meio de correlação de campo, os demais plantios são devidamente caracterizados.

Elaborou-se, em seguida, os mapas finais, Municipais, quantificando-se a área com auxílio do planímetro e estratificando-se os plantios de acordo com: espécie, idade e tipo de recurso aplicado para a execução do reflorestamento: incentivo fiscal, particulares ou Instituições do Governo.

As áreas de reflorestamento relativamente pequenas, incompatíveis com a escala de mapeamento não foram consideradas na publicação final.

d. Avaliação Volumétrica

Aproximadamente quatrocentas e sessenta parcelas permanentes, circulares de 500 m² de área, distribuídas no Estado, fornecem dados para:

1. Determinação de volume conforme Tabelas de Volume elaboradas por KRONKA et alii (1974), para as espécies do gênero Pinus, nas situações de volume total, com e sem casca, e volume até diâmetro superior mínimo de 8 cm e 5 cm, também com e sem casca; e

2. As espécies mais representativas do gênero Eucalyptus cujas Tabelas de Volume estão sendo elaboradas, dando-se maior ênfase aquelas que envolvem condições de Manejo de Alto Fuste.

As Tabelas de Produção que serão elaboradas, permitirão a previsão de madeira para uma determinada idade. Estas Tabelas se originam de funções de rendimento que, por sua vez são conseguidas através do teste de diversos modelos matemáticos, tendo como variáveis independentes, a densidade, a idade e o índice de sítio do povoamento florestal e, como variável dependente, o volume por hectare.

Em etapas subsequentes - Região do Vale do Paraíba, com utilização de fotografias na escala 1:45.000; de Campinas e do Vale do Ribeira, ambas se utilizando de fotografias na escala 1:35.000 - a metodologia está sendo atualizada conforme o desenvolvimento da pesquisa, buscando maior acuidade e rendimento do trabalho:

a) A transferência dos detalhes fotointerpretados, para as folhas topográficas vem sendo realizada diretamente na escala 1:10.000, e não mais utilizando-se o "Zoon Transfer Scope". Em situações em que a transferência direta apresenta alto grau de dificuldade, recorre-se ao ampliador/redutor/reprodutor fotográfico;

b) Para a quantificação das áreas reflorestadas, optou-se pela utilização de digitalizador acoplado a mini-computador, e

c) Na avaliação volumétrica, encontra-se em desenvolvimento pesquisa sobre o emprego de técnicas de análise aerofotográfica, correlacionadas a estudos efetuados em campo, por processos convencionais.

Quadro 1 - Sub-região de São José dos Campos - Área Reflorestada com Eucalyptus, Pinus e outros, e suas porcentagens de ocorrência em relação à superfície do município.

Municípios	Superfície	<u>Eucalyptus</u>		<u>Pinus</u>		Outros		Reflorestamento Total	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
São José dos Campos	111.800	2.067,50	1,85	164,00	0,15	16,00	0,01	2.247,50	2,01
Campos do Jordão	26.900	46,00	0,17	2.527,50	9,40	50,00	0,18	2.623,50	9,75
Igaratã	28.900	425,00	1,47	-	-	-	-	425,00	1,47
Jacareí	46.300	1.603,00	3,46	12,00	0,02	-	-	1.615,00	3,49
Jambeiro	20.000	1.686,50	8,43	-	-	-	-	1.686,50	8,43
Monteiro Lobato	32.700	387,00	1,18	14,00	0,04	-	-	401,00	1,23
Paraibuna	71.400	6.492,00	9,07	357,50	0,50	-	-	6.849,50	9,59
Santa Branca	27.000	1.720,50	6,37	-	-	-	-	1.720,50	6,39
Santo Antonio do Pinhal	9.700	56,50	0,58	66,50	0,68	-	-	123,00	1,27
São Bento do Sapucaí	27.900	195,00	0,69	1.333,00	4,78	76,00	0,27	1.584,00	5,68
TOTAL	402.600	14.679,00	3,65	4.474,50	1,11	142,00	0,03	19.295,50	4,79

Quadro 2 - Sub-região de Taubaté - Área reflorestada com Eucalyptus, Pinus e outros e suas porcentagens de ocorrência em relação à superfície do município.

Municípios	Superfície	<u>Eucalyptus</u>		<u>Pinus</u>		Outros		Reflorestamento Total	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Taubaté	65.500	3.345,00	5,11	-	-	-	-	3.345,00	5,11
Caçapava	36.500	2.806,00	7,69	-	-	-	-	2.806,00	7,69
Natividade da Serra	84.800	1.376,00	1,62	28,00	0,03	-	-	1.404,00	1,65
Pindamonhangaba	71.900	5.207,50	7,24	652,00	0,91	14,50	0,02	5.874,00	8,17
Redenção da Serra	31.900	1.973,50	6,19	-	-	8,50	0,03	1.982,00	6,21
São Luiz do Paraitinga	70.100	3.646,50	5,20	-	-	-	-	3.646,50	5,20
Tremembé	17.400	1.594,50	9,16	-	-	-	-	1.594,50	9,16
TOTAL	378.100	19.949,00	5,28	680,00	0,18	23,00	0,01	20.652,00	5,46

Quadro 3 - Sub-região de Guaratinguetã - Área reflorestada com Eucalyptus, Pinus e outros, e suas porcentagens de ocorrência em relação a superfície do município.

Municípios	Superfície	<u>Eucalyptus</u>		<u>Pinus</u>		Outros		Reflorestamento Total	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
Guaratingueta	82.500	2.365,50	2,87	7,50	0,01	-	-	2.373,00	2,88
Aparecida	11.200	87,00	0,78	110,50	0,97	-	-	197,50	1,76
Areias	31.600	475,50	1,50	-	-	-	-	475,50	1,50
Bananal	76,600	1.725,50	2,25	1.742,00	2,27	-	-	3.467,50	4,53
Cachoeira Paulista	27.900	28,00	0,10	27,50	0,99	-	-	55,50	0,20
Cruzeiro	33.100	140,50	0,44	-	-	-	-	140,50	0,44
Cunha	133.900	1.336,50	1,00	-	-	-	-	1.336,50	1,00
Lagoinha	25.100	223,00	0,89	-	-	-	-	223,00	0,89
Lavrinhas	17.000	391,00	2,30	-	-	-	-	391,00	2,30
Lorena	45.200	556,50	1,23	266,50	0,59	-	-	823,00	1,82
Piquete	16.600	-	-	-	-	-	-	-	-
Queluz	24.300	2.314,50	9,52	2,50	0,01	-	-	2.317,00	9,53
Roseira	13.900	1.406,00	10,11	-	-	-	-	1.406,00	10,11
São José do Barreiro	56.600	-	-	3,50	0,01	-	-	3,50	0,01
Silveiras	42.700	685,50	1,60	-	-	-	-	685,50	1,60
TOTAL	599.770	11.735,00	1,96	2.160,00	0,36	-	-	13.895,00	2,32

Quadro 4 - Sub-regiões estudadas - Área reflorestada com Eucalyptus, Pinus e outros, e suas porcentagens de ocorrência em relação à superfície da sub-região.

Municípios	Superfície	<u>Eucalyptus</u>		<u>Pinus</u>		Outros		Reflorestamento Total	
	ha	ha	%	ha	%	ha	%	ha	%
São José dos Campos	402.600	14.679,00	3,65	4.474,50	1,11	142,00	0,03	19.295,50	4,79
Taubaté	378.100	19.949,00	5,28	681,50	0,18	23,00	0,01	20.653,50	5,46
Guaratinguetã	599.770	11.735,00	1,96	2.160,00	0,36	-	-	13.895,00	2,32
TOTAL	1.380.470	46.363,00	3,36	7.316,00	0,53	165,00	0,01	53.844,00	3,90

Quadro 5 - Situação do reflorestamento em 1973

Sub-Regiões	Superfície ha	% de Reflorestamento em relação à Superfície
São José dos Campos Taubaté	797.200	4,22
Guaratinguetá	631.900	0,64
TOTAL	1.429.100	2,63

Quadro 6 - Situação do reflorestamento em 1981

Sub-Regiões	Superfície ha	% de Reflorestamento em relação à Superfície
São José dos Campos Taubaté	797.200	4,99
Guaratinguetá	631.900	2,20
TOTAL	1.429.100	3,75

3 CONSIDERAÇÕES

Os resultados obtidos em área e porcentagem dos gêneros Pinus, Eucalyptus e outros, a nível de Município, para as três sub-regiões da Região do Vale do Paraíba, são apresentados nos quadros de 1 a 4.

Os QUADROS 5 e 6 mostram a situação do reflorestamento, nas 3 sub-regiões estudadas, em 1973 e 1981, respectivamente.

De acordo com os resultados obtidos, o reflorestamento apresentou um acréscimo de 1,12% em relação à porcentagem obtida em 1973, para a Região do Vale do Paraíba.

Quadros semelhantes serão elaborados para a Região de Campinas, logo após a computação dos dados, pois a fase de mapeamento e cadastramento já se encontra concluída.

Com relação a Região do Vale do Ribeira, o material fotográfico já foi adquirido e interpretado, e terão início os trabalhos de campo, para posterior mapeamento.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GALLOZZI, Aida C. et alii. 1979. Inventário Florestal do Estado de São Paulo. Bol. Técn. IF, São Paulo, 30:1-26

KRONKA, F. J. N. et alii. 1974. Tabelas de volume para algumas espécies do gênero Pinus. Bol. Técn. IF, São Paulo, 12:1-8

PROGRAMA Florestal de São Paulo. 1970. São Paulo, Secretaria da Agricultura. 59p. jul/ago.

RIO DE JANEIRO. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1969/75. Rio de Janeiro, Ministério do Planejamento e Coordenação Geral. (Carta do Brasil) (1:50.000)

SÃO PAULO. Instituto Geográfico e Geológico de São Paulo. 1967. Região Sul do Brasil. (1:50.000)

SÃO PAULO. Secretaria de Economia e Planejamento. Departamento de Estatística. Mapas: Divisão Territorial e Regiões Administrativas do Estado de São Paulo. 3ª edição. São Paulo. Departamento de Estatística. 1973.

SÃO PAULO. Secretaria de Economia e Planejamento. 1977/78. São Paulo, Plano Cartográfico do Estado de São Paulo. (1:10.000)

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DA PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 1980. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico. IX Recenseamento Geral do Brasil. Vol. I (1):18.

ZONEAMENTO Econômico Florestal do Estado de São Paulo. 1975. Bol. Técn. IF, São Paulo. 17:1-80, ago.

Análise de Estimativas do Volume de Casca de *Eucalyptus* spp na Região de Caeté-MG

FRANCISCO DE PAULA NETO
Depto. de Engenharia Florestal – UFV
JOSÉ CARLOS DE CAMPOS
Faculdade de Ciências Agrárias – Alfenas
LUIZ ROBERTO RAMALHO
A Rural Mineira S.A.
JOÃO CÂNCIO DE ANDRADE ARAÚJO
Instituto Estadual de Florestas – Belo Horizonte

Summary

This study was conducted in the region of Caeté, MG., using, on the average, 50 sampled trees of *Eucalyptus* spp, in each age class and silvicultural systems for analysing six procedures of estimating the bark volume, as well as the influence of the different ages of the stands developing under high forest and first coppice systems in these estimatives.

The sampled-trees real volumes including and excluding the bark were determined by the use of the individual - tree taper measurements - both inside and outside bark. It was successively applied the Smalian's formula. The bark volumes were estimated by (1) using an average bark factor per each diameter class; (2) using an average bark factor per each age of stand; (3) using an average bark factor per each tree stem; (4) a bark factor based on each tree; (5) bark volume determined by the difference between the two real volumes, and (6) bark volume estimated by the difference between two outside and inside especial volume equations.

By the established analysis the bark volumes from method 5 did not differ from the estimatives from the methods 3 and 6. However, the method 3 over estimated the real bark volumes from method 5. The method 6 presented bark volumes very close to the volumes obtained by the method 5.

The volume for the trees from the original plantations, under high forest system, was not influenced by the age. But, mainly due to the various sprout age classes, the same observation could not be detected.

Resumo

O presente estudo foi conduzido em povoamentos de *Eucalyptus* spp, na Região de Caeté, MG, tendo como finalidade a análise de procedimentos e estimativas de volume de casca, bem como analisar a influência da idade dos povoamentos, desenvolvendo-se em regime de alto-fuste e de primeira talhadia nessas estimativas.

Cerca de 50 árvores-amostra por classe de idade e método de regeneração (estrato) foram cubadas rigorosamente, de 2 em 2 metros, pelo método de Smalian. Em cada seção obteve-se as circunferências e espessuras de casca. Foram estudadas 6 alternativas de se estimar volumes de casca, pelo

uso de: (1) fator de casca médio por classe; (2) fator de casca médio por estrato; (3) fator de casca médio por seção; (4) fator de casca por árvore; (5) diferença entre os volumes com e sem casca; (6) equações de volume previamente selecionadas.

Com base nas análises estabelecidas, as estimativas dos volumes de casca pela metodologia (5), usada como testemunha, não diferiu estatisticamente dos procedimentos (3) e (6). Porém o procedimento (3) apresentou super estimação dos volumes de casca. Os volumes de casca aumentaram com as classes de DAP e as porcentagens de casca decresceram. Nos plantios originais, a idade não influenciou o acréscimo dos volumes e nos em regime de primeira talhadia esta influência foi evidente, principalmente devido a maior amplitude das idades.

1. INTRODUÇÃO

Os inventários florestais, de uma maneira geral, têm seguido uma ideologia conservadora no sentido de avaliar a produção, sem considerar as necessidades de se estimar outros parâmetros da população de menor importância econômica direta como, por exemplo, o volume de casca. A estimativa desse parâmetro muito poderia contribuir como uma alternativa de manejo de uma população florestal, principalmente, visando obter árvores, no final da rotação, com menor percentual de casca, por meio de estudos de distribuição quantitativa de casca em povoamentos de diferentes idades ou nas várias idades dos povoamentos.

A idéia generalizada de que o volume de casca varia entre 10 e 20% em relação ao volume total para a maioria das espécies florestais (2), iria contribuir subjetivamente na estimativa do volume de madeira sólida utilizada pelas indústrias. Estas estimativas, associada a erros de estimação bem como ao desconhecimento da real percentagem de casca para determinadas espécies, poderão contribuir com o aumento de erros sistemáticos (bias) num inventário florestal, tornando-o tendencioso.

O presente estudo teve como finalidade analisar procedimentos de se estimar volumes de casca de *Eucalyptus* spp, bem como verificar a influência da idade dos povoamentos, desenvolvendo-se em regime de alto-fuste e de primeira talhadia, nessas estimativas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Um número médio de 50 árvores-amostra, cubadas rigorosamente de 2 em 2 metros pelo método de Smalian (5, 6, 7), foi utilizado em cada um dos 11 estratos, isto é, plantios originais ou brotações de diferentes idades, existentes em reflorestamentos da "Rural Mineira S.A.", em Caeté - MG, conforme Quadro 1.

As árvores-amostra foram seccionadas a 0,30m do solo, tomando-se a medida da circunferência nesse ponto. Cada árvore foi, então, seccionada a 1,30m do chão, onde se obteve a circunferência à altura do peito (CAP). A

QUADRO 1 - Definição dos estratos e distribuição das árvores-amostra, cubadas rigorosamente, por estrato

	Estrato										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
Idade dos povoamentos	11(0)	10(0)	12(0)	13(8)	9(8)	8(8)	7(8)	6(8)	5(8)	4(8)	3(8)
Número de árvores-amostra	50	55	43	43	50	50	60	51	51	50	51

Legenda: 0 = plantio original - regime de alto-fuste, 8 = Brotação, plantios em regime de 1.^a talhadia.

partir daí as árvores foram divididas em toras de 2m até atingir uma circunferência mínima de 9,40cm e, em cada tora, obtve-se as circunferências necessárias. A espessura da casca, em cada seção de uma tora, foi obtida pela média de 2 medições, em centímetros, perpendiculares entre si. Todas as circunferências tomadas ao longo do tronco de cada árvore, foram transformadas em diâmetros. Utilizou-se para a cubagem do toco de 0,30m de altura a fórmula do volume de um cilindro e para os demais comprimentos de tora a fórmula de Smalian (1, 2, 3).

As árvores-amostra foram agrupadas em classes de DAP e, no mínimo, 3 árvores por classe foram utilizadas na análise das metodologias de estimativa dos volumes de casca e na verificação da influência das idades dos povoamentos em regimes de alto-fuste e de 1.^a talhadia, pelo teste de F, em 2 análises de variâncias baseadas no modelo experimental blocos casuais, onde as classes de DAP atuaram como blocos e as metodologias, assim como as idades dos plantios originais ou brotação, como tratamentos, respectivamente.

Neste estudo utilizou-se 6 procedimentos para estimar os volumes de casca das árvores de *Eucalyptus* spp.

O volume de casca, V_c , de cada árvore, para os 4 primeiros procedimentos, $i = 1, 2, 3$ e 4, foi obtido pelo uso do fator de casca, K_i , pela aplicação da fórmula:

$$V_c = VT (1 - K_i^2) \text{ onde } VT = \text{Volume total com casca (4)}$$

Os fatores de casca, K_i , são calculados pela razão de um diâmetro sem casca, d , pelo diâmetro com casca, D , numa determinada seção de tronco. Dessa forma, para as quatro primeiras metodologias:

1) Fator de casca médio, obtido para cada classe de DAP, em cada estrato.

$$K_1 = \frac{\sum d_{DAP}}{\sum D_{DAP}}$$

2) Fator de casca médio por estrato, independente da classe de DAP.

$$K_2 = \frac{\sum d_{Estrato}}{\sum D_{Estrato}}$$

3) Fator de casca médio por árvore, usando dos diâmetros medidos ao longo de cada tronco.

$$K_3 = \frac{\sum ds}{\sum DS}$$

4) Fator de casca médio por árvore, baseando-se nas medições dos dAP e DAP.

$$K_4 = \frac{d_{DAP}}{D_{DAP}}$$

5) Procedimento considerado testemunha: o volume de casca foi obtido pela diferença do volume rigoroso com casca menos o volume rigoroso sem casca.

6) Estimativa do volume de casca para cada árvore-amostra pelo uso da diferença entre volumes estimados de madeira, com e sem casca, pelas equações oriundas do modelo volumétrico proposto por Schumacher e Hall

($V = b_0 D^{b_1} H^{b_2}$), sendo b_0, b_1 e b_2 coeficientes de regressão a serem determinados para cada equação de volume, com e sem casca. Este modelo volumétrico tem sido escolhido como a melhor para estimar volumes de árvores individuais de *Eucalyptus* spp., sem influência da região e do método de regeneração (6, 7).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os coeficientes de regressão e os coeficientes de determinação para as equações de volumes, com e sem casca, baseadas no modelo de Schumacher e Hall, para os 11 estratos, isto é, plantios originais e brotações de várias idades, usados para obter os volumes de casca de cada árvore individual (metodologia 6), pela diferença dos volumes estimados, são apresentados no Quadro 2.

Os dados referentes aos diâmetros à altura do peito incluindo a casca, DAP, e excluindo a casca, dAP, altura total, H, fator de casca, K, e volume de casca, V_c , para cada uma das 6 metodologias a serem estudadas, bem como as porcentagens de casca por árvore-amostra e por classe de 2,5 cm de DAP, foram tabulados para cada Estrato da mesma forma como os apresentados no Quadro 3, relativos ao Estrato VI - brotação com 8 anos de idade. Pode-se observar a tendência esperada do aumento do volume de casca à medida que aumenta as classes de DAP e a conseqüente diminuição da porcentagem de casca. Essa tendência foi verificada para todos os estratos.

Os volumes de casca obtidos pelas 6 metodologias foram submetidos à análise de variância, separadamente, para cada Estrato, dando diferença altamente significativa entre as metodologias estudadas nos Estratos I, II, III, V, VIII e IX, como pode ser verificado pelas significâncias das médias constantes no Quadro 4.

Pela análise do Quadro 4, verifica-se, também, que as metodologias 3, 4 e 6, em todos os plantios originais e brotações não diferem estatisticamente do procedimento testemunha - metodologia 5, sendo portanto descartadas as metodologias 1 e 2. Verifica-se, ainda, que os volumes médios de casca estimados pelas metodologias 3 e 6 são os que mais se aproximam dos volumes determinados pela testemunha. Os volumes de casca estimados pela metodologia 3, embora desviem pouco, são, de uma maneira geral, maiores ou iguais aos volumes determinados pela metodologia 5, excetuando-se a brotação mais nova - Estrato XI.

QUADRO 2 - Coeficientes de regressão e de determinação das equações de volume, incluindo e excluindo a casca, para os plantios originais e brotações de várias idades - Estratos.

Estatísticas	Estratos										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
b_0	0,000119	0,000102	0,000107	0,000134	0,000145	0,000169	0,000143	0,000196	0,000254	0,000201	0,000201
b_1	1,77303	1,77366	0,60520	1,86941	1,52281	1,70636	1,7189	1,69544	1,62964	1,75491	1,70047
b_2	0,93200	0,97798	1,18498	0,74129	1,19884	0,90212	0,94633	0,86739	0,83532	0,74895	0,85824
R_2	0,9932	0,9915	0,9914	0,9928	0,9928	0,9902	0,9895	0,9869	0,9777	0,9826	0,9641
b_0	0,000063	0,000053	0,000080	0,000080	0,000071	0,000101	0,000061	0,000103	0,000106	0,000101	0,000141
b_1	1,589840	1,70563	1,5855	1,73569	1,50544	1,54687	1,78848	1,51502	1,70330	1,87235	1,58197
b_2	1,30859	1,21265	1,36338	1,00760	1,39144	1,21043	1,05536	1,26654	0,97312	0,75428	1,05636
R_2	0,9909	0,9868	0,9888	0,9903	0,9920	0,9848	0,9890	0,9911	0,9740	0,9795	0,9807

Legenda: $V/c =$ Volumes com casca, em m^3 ; $V_s/c =$ Volumes sem casca, em m^3 ; b_0, b_1 e $b_2 =$ Coeficientes das equações; $R_2 =$ Coeficiente de determinação.

QUADRO 3 - Resultados por classe de DAP na aplicação das 6 metodologias para a brotação de 8 anos de idade-Estrato VI.

Classes DAP (cm)	DAP cm	H m	Met. 1		Met. 2		Met. 3		Met. 4		Met. 5		% de casca	% Média de casca
			K_1	V_c	K_2	V_c	K_3	V_c	K_4	V_c	V_c	V_c		
5,00	5,7	4,7	6,8	0,846	0,00308	0,850	0,00370	0,810	0,00459	0,824	0,00428	0,00436	0,00412	32,66
	6,0	5,2	6,3	0,00383	0,00374	0,856	0,00363	0,867	0,00358	0,867	0,00338	0,00358	0,00497	36,32
	6,0	5,2	6,9	0,00437	0,00426	0,868	0,00379	0,867	0,00381	0,867	0,00381	0,00376	0,00459	24,48
7,50	6,4	5,2	9,9	0,890	0,00564	0,90564	0,841	0,00595	0,812	0,00693	0,812	0,00585	0,00547	28,76
	6,7	5,5	5,9	0,00460	0,00449	0,771	0,00657	0,821	0,00528	0,821	0,00528	0,00536	0,00547	39,28
	8,3	7,1	11,1	0,00981	0,00958	0,846	0,00981	0,855	0,00928	0,855	0,00928	0,00959	0,00950	27,78
10,00	9,2	7,8	12,1	0,824	0,01516	0,824	0,01311	0,854	0,01278	0,848	0,01327	0,01286	0,01199	27,21
	9,5	8,2	13,6	0,01988	0,01718	0,864	0,01697	0,863	0,01580	0,863	0,01580	0,01546	0,01268	24,97
	11,1	8,7	8,3	0,01417	0,01225	0,788	0,01674	0,784	0,01701	0,784	0,01701	0,01686	0,01678	38,17
12,50	11,4	9,3	14,9	0,839	0,02496	0,839	0,02339	0,867	0,02093	0,816	0,02817	0,02127	0,01882	25,23
	12,1	10,3	15,5	0,02882	0,02701	0,870	0,02365	0,851	0,02685	0,851	0,02685	0,02189	0,02138	22,49
	13,7	9,5	11,3	0,02464	0,02309	0,782	0,03232	0,693	0,03325	0,693	0,03325	0,03266	0,02786	39,25
15,00	14,3	12,3	11,3	0,863	0,02931	0,863	0,03167	0,858	0,03030	0,860	0,02991	0,00970	0,03044	25,86
	14,6	12,6	19,3	0,03777	0,04106	0,915	0,02409	0,863	0,03777	0,863	0,03777	0,03189	0,03083	21,55
	15,9	13,8	17,5	0,04344	0,04723	0,899	0,03264	0,868	0,04195	0,868	0,04195	0,03194	0,03878	18,77
17,50	17,5	14,9	19,3	0,875	0,06140	0,875	0,07271	0,896	0,06133	0,861	0,07227	0,05014	0,04721	19,13
	18,5	16,3	17,9	0,04986	0,05904	0,873	0,05061	0,861	0,04762	0,861	0,04762	0,05045	0,05430	23,71
	18,5	16,5	17,4	0,05472	0,07534	0,896	0,05445	0,892	0,05643	0,892	0,05643	0,05384	0,05356	19,50

Legenda: DAP = diâmetro a altura do peito incluindo a casca; dAP = diâmetro à altura do peito excluindo a casca; H = altura total; $K_1, K_2, K_3, K_4 =$ fatores de casca e $V_c =$ volumes de casca.

QUADRO 4 - Médias dos volumes de casca dos plantios originais e brotações de diferentes idades - Estratos, para as metodologias de estimação.

Metodologias	Estratos										
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI
1	0,04898 _{ab}	0,05467 _a	0,05246 _a	0,04040 _a	0,02682 _a	0,02475 _a	0,03113 _a	0,03098 _{ab}	0,01876 _{ab}	0,01457 _a	0,00600 _a
2	0,05045 _a	0,05639 _a	0,04927 _a	0,04075 _a	0,02802 _a	0,02637 _a	0,03547 _a	0,03615 _a	0,02387 _a	0,01435 _a	0,00600 _a
3	0,03933 _{ab}	0,04310 _b	0,04504 _{ab}	0,03323 _a	0,02335 _{ab}	0,02229 _a	0,03263 _a	0,02640 _b	0,01633 _b	0,01381 _a	0,00623 _a
4	0,04776 _b	0,05089 _{ab}	0,05378 _{ab}	0,04024 _a	0,02335 _{ab}	0,02557 _a	0,03413 _a	0,03376 _b	0,01840 _b	0,01542 _a	0,00582 _a
5 (*)	0,03786 _{ab}	0,04169 _b	0,04478 _{ab}	0,03285 _a	0,02221 _b	0,02229 _a	0,03138 _a	0,02640 _b	0,01624 _b	0,01376 _a	0,00741 _a
6	0,03757 _b	0,04169 _b	0,03371 _b	0,03350 _a	0,02174 _{ab}	0,02216 _a	0,03036 _a	0,02831 _b	0,01593 _b	0,01307 _a	0,00698 _a

As médias, nas colunas, seguidas da mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

(*) A metodologia 5 é considerada testemunha.

O uso de equações de volumes, metodologia 6, é plenamente justificável pela precisão com que as estimativas dos volumes de casca foram obtidas.

Observando-se os volumes de casca das árvores-amostra distribuídas nas diferentes classes de DAP, para os 11 estratos, observou-se o comportamento das idades dos plantios originais e das brotações. Os volumes de casca, de maneira geral, aumentavam com os plantios e brotações de diferentes idades. Nos plantios originais esse acréscimo em volume foi bem pequeno, quase nulo, principalmente em virtude das elevadas idades dos plantios, 10, 11 e 12 anos. Nas brotações, devido à maior amplitude de idade, o acréscimo em volume de casca foi mais evidente. Observações semelhantes também foram verificadas por NUNES (5).

4. LITERATURA CITADA

1. BRUCE, D. Medición forestal. México, D.F., Herrero, 1965. 474p.

2. HUSCH, B.; MILLER, C.I. & BEERS, T.W. Forest mensuration, 2 ed., New York, Ronald Press, 1972. 410p.

3. MACKAY, E. Dasometria; Teoría y Técnica de las mediciones forestales. Madrid, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Montes, 1964. 760p.

4. MEYER, H.A. Back volume determination in trees. Journal of Forestry 44(12):1067-1071. 1946.

5. NUNES, J.R.S. Análise do volume e da Percentagem de Casca em Povoamentos de Eucaliptos de Origem Híbrida segundo a Idade, Local, Espécie e Método de Regeneração. Viçosa, Univ. Federal, 1961. 103p. (Tese de Mestrado).

6. PAULA NETO, F. Tabelas volumétricas com e sem casca para Eucalyptus saligna. Viçosa. Rev. Árvore, 1(1):31-53. 1977.

7. SILVA, J.A.A., PAULA NETO, F., BRANDI, R.M. & CONDÉ, A.R. Análises de modelos volumétricos para construção de tabelas de volume comercial de Eucalyptus spp., segundo a espécie, a região e os métodos de regeneração. Rev. Árvore, 2(1):86-99. 1978.

Teste de Aplicação de uma Tabela para Estimar os Volumes de Árvores Individuais de *Eucalyptus grandis* em Bom Despacho, Minas Gerais

FRANCISCO DE PAULA NETO
LAÉRCIO COUTO
JOSÉ CARLOS RIBEIRO
Depto. de Engenharia Florestal — UFV
MÁRCIO CAMPOS TORQUATO
Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara — CAF

Summary

An existing volume table was tested for accuracy when applied for *Eucalyptus grandis* at different ages in forest plantations of Cia Agrícola e Florestal Santa Bárbara in Bom Despacho, Minas Gerais, Brazil. The Chi-square test method as presented by FREESE (1960) was used as an accuracy criterion. The results obtained in this study indicated that the volume table developed by SILVA (1977) is not applicable to *Eucalyptus grandis* in Bom Despacho. Thus, a new volume table must be developed for that region.

Resumo

Uma tabela de volume, elaborada para *Eucalyptus grandis* nas regiões de Santa Bárbara e Coronel Fabriciano, MG, foi aplicada em povoamentos de diversas idades e da mesma espécie em Bom Despacho, MG.

O teste do Qui-quadrado, utilizado como indicador da viabilidade de aplicação de tabelas ou equações volumétricas, mostrou que a equação volumétrica de Santa Bárbara e Coronel Fabriciano quando aplicada em Bom Despacho super estima os volumes praticamente em todas as classes de idade, diâmetro e altura. Este resultado implica a necessidade de se desenvolver uma tabela de volume específica para os eucaliptais de Bom Despacho.

1. Introdução

O volume de árvores em pé é uma das informações mais importantes para tomada de decisões em manejo florestal. Portanto, ao se planejar um inventário visando a estimação do volume de madeira, deve-se enfatizar a escolha de uma metodologia para se obter os volumes das árvores individuais e/ou o volume do povoamento.

Devido à impraticabilidade de se determinar o volume de um povoamento ou de uma árvore individual, torna-se necessário o uso de alguma relação desse volume com determinadas dimensões do povoamento ou das árvores que possam ser medidas diretamente. Segundo HUSCH *et alii* (1972), os métodos usados para se obter o volume de árvores ou de povoamentos, baseados em características diretamente mensuráveis, se enquadram em dois grupos (i) determinação direta do volume de árvores individuais ou do povoamento através de mensurações detalhadas das árvores ou do povoamento, utilizando-se fórmulas ou métodos gráficos e (ii) estimativa do volume de árvores ou povoamentos utilizan-

dos-se equações previamente derivadas de outras árvores ou povoamentos.

Os métodos de estimativa, particularmente as tabelas de volume, baseados nas estimativas dos volumes das árvores individuais, tem sido mais usados, principalmente devido à sua simplicidade e economia de tempo necessário, no campo, para mensuração de árvores individuais (PAULÁ NETO 1975, HUSCH *et alii* 1972). Utilizando-se o método de tabelas de volume, as operações de campo se resumem em se medir algumas características das árvores, como o diâmetro à altura do peito (dap) e a altura (h). O volume de cada árvore é, então, estimado baseando-se em relações existentes entre ôle e as variáveis acima mencionadas. A única restrição, para o uso de uma tabela ou equação volumétrica, é a necessidade de se procurar aplicar a tabela que seja adequada à espécie e região em estudo ou, na sua falta, prepara uma nova tabela ou equação.

O uso indiscriminado de uma relação volumétrica pode introduzir um erro na estimativa de volume que irá invalidar todos os trabalhos posteriores, independentemente do cuidado com que eles tenham sido executados. Portanto, na impossibilidade de se poder utilizar tabelas volumétricas confiáveis, deve-se optar pela sua construção, mesmo que isto resulte em custos adicionais.

A aplicabilidade das tabelas de volume já disponíveis para a espécie ou espécies a serem inventariadas deve ser checada para se verificar se os volumes estimados correspondem aos volumes determinados pela cubagem rigorosa de árvores abatidas ou em pé. O teste do Qui-quadrado (χ^2_n) conforme demonstrado por FREESE (1960) atende aos requisitos necessários para tal tipo de estudo.

O presente trabalho discute a aplicabilidade de uma tabela volumétrica elaborada para *Eucalyptus grandis* nas regiões de Santa Bárbara e Coronel Fabriciano, na estimativa do volume de árvores individuais da mesma espécie em Bom Despacho, Minas Gerais.

2. Metodologia

A aplicabilidade de uma tabela volumétrica, desenvolvida por SILVA (1977), para *Eucalyptus grandis* em Santa Bárbara e Coronel Fabriciano, Minas Gerais é testada, utilizando o método de FREESE (1960), em árvores da mesma espécie na região de Bom Despacho. A tabela foi desenvolvida a partir do modelo não linear de SCHUMACHER and HALL (1933), pela seguinte equação:

$$\hat{V} = 0,00008541 D^{1,78963} N^{0,92133}$$

com $R^2 = 0,992$ e $Sy.x = \pm 0,0389$

onde: \hat{V} = volume comercial com casca em metros cúbicos (excluindo o toco); D = diâmetro à altura do peito, em centímetros; H = altura total, em metros; R^2 = coeficiente de determinação e EPR = erro padrão residual.

Neste trabalho, 320 árvores-amostras foram selecionadas de 4 povoamentos de *Eucalyptus grandis* de diferentes idades e pertencentes à Companhia Agrícola e Florestal Santa Barbara Ltda. em Bom Despacho, Minas Gerais. As árvores foram abatidas e cubadas rigorosamente obedecendo às normas de cubagem usadas por SILVA (1977) para obtenção dos volumes rigorosos das árvores que originaram a equação de volume a ser testada. As árvores usadas por esse autor tinham idades que variavam de 72 a 96 meses. No presente trabalho as idades das árvores variam de 32, a 62 meses. Assim, a equação de volume foi aplicada às árvores agrupadas por idade, a saber: 32, 43, 56 e 62 meses.

Para cada amostra de 80 árvores, pertencente a cada idade, os volumes estimados pela equação foram comparados com os volumes reais obtidos pela cubagem rigorosa, pelo teste do Qui-quadrado (χ^2_n), conforme proposto por FREESE (1960). Com a aplicação desse teste procurou verificar a exatidão daquela tabela ao estimar os volumes das árvores em pé de *Eucalyptus grandis*, para cada idade considerada, em Bom Despacho.

Segundo FREESE (1960) as estimativas feitas usando uma nova técnica irão sempre diferir dos verdadeiros valores obtidos através de técnicas padrões. Se a diferença é alguma constante ou alguma função matemática do verdadeiro valor, a nova técnica é dita ser "tendenciosa". Se ela não for "tendenciosa" porém produzir resultados com grandes dispersões em torno do valor verdadeiro, diz-se que a nova técnica é de baixa precisão.

O teste padrão do Qui-quadrado (χ^2) para uma variância hipotética é dado por:

$$\chi^2_n = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i)^2}{\sigma^2}$$

onde:

y_i = volume da árvore i , estimado pela tabela a ser testada;

μ_i = volume real da árvore i , calculado pelo método de Smalian;

n = número de árvores-amostra;

σ^2 = a exatidão requerida usuário.

O procedimento usado compara o χ^2 computado a partir dos dados observados ao valor tabelado de χ^2 , com n graus de liberdade, para um determinado nível de probabilidade, usualmente 95% de probabilidade.

Se o valor do χ^2 computado é maior do que o valor do χ^2 tabelado, deduz-se que a tabela testada não apresenta a exatidão necessária para ser utilizada.

Neste teste a exatidão requerida é especificada sob a forma de uma variância hipotética, σ^2 , de tal modo que o usuário estabelece os limites dentro dos quais a tabela será aceita, isto é, se os valores estimados, y_i , estiverem dentro dos limites de E unidades do valor verdadeiro, μ_i , a menos que 1 chance em 7 ocorra então:

$$\sigma^2 = \frac{E^2}{r^2}$$

onde r é o valor do desvio padrão que corresponde à uma probabilidade de 1/2. Assim, para 95% de probabilidade:

$$\sigma^2 = \frac{E^2}{(1,96)^2}$$

e, para 99% de probabilidade:

$$\sigma^2 = \frac{E^2}{(2,575)^2}$$

sendo 1,96 e 2,575, respectivamente, os valores dos desvios padrões normais para 95% e 99% de probabilidade.

O presente trabalho, a exatidão desejada é expressa em termos relativos, em percentagem do volume calculado. Isto devido ao fato da exatidão expressa em termos percentuais ser mais útil do que aquela expressa em termos absolutos (PAULA NETO, 1975).

Basicamente, o teste pode ser representado por uma fração onde o numerador corresponde à variância atual encontrada entre os volumes calculados e os volumes estimados, e o denominador é a exatidão requerida e especificada na forma de uma variância hipotética, conforme mencionada anteriormente.

Quando se especifica que as estimativas estejam dentro de um intervalo Q (percentual do valor verdadeiro) a menos que uma chance em Z ocorra, significa que a tabela volumétrica será aceita se os valores estimados y_i se encontrem dentro do intervalo $E_i = \pm Q \mu_i / 100$ unidades dos volumes reais, μ_i . Logo, a 95% de probabilidade,

$$\sigma^2 = Q^2 \mu_i^2 / 196^2$$

e a equação geral de χ^2_n , usada para o teste, que é

$$\chi^2_n = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i)^2}{\sigma^2}$$

torna-se, ao nível de teste de 0,05:

$$\chi^2_n = \frac{196^2}{Q^2} \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \mu_i)^2}{\mu_i^2}$$

que pode ser simplificada para

$$\chi^2_n = \left(\frac{196^2}{Q^2} \right) \sum_{i=1}^n \left(\frac{d_i^2}{\mu_i^2} \right)$$

para n graus de liberdade e quando as diferenças individuais, $d_i = y_i - \mu_i$, forem antecipadamente computadas considerando o valor de 196 para o desvio padrão, correspondente ao nível de probabilidade de 0,05.

Usando-se o número apropriado de graus de liberdade e o nível de significância desejado 0,05, obtem-se o valor tabelado do χ^2 que, substituindo na equação (8), permite obter a precisão (ou exatidão com que a tabela volumétrica elaborada por SILVA (1977), para estimar os volumes das árvores de *Eucalyptus grandis* em Santa Bárbara e Coronel Fabriciano, estima os volumes reais da mesma espécie, obtidos pela cubagem rigorosa das 320 árvores-amostra, em Bom Despacho.

3. Resultados e Discussão

Pela aplicação do valor tabelado de $\chi^2 = 101,88$ para $n = 80$ graus de liberdade, ao nível de probabilidade de 0,05, calculou-se as porcentagens de precisão, para cada classe de idade, com que os volumes reais, das n árvores-amostra de Bom Despacho, foram estimados pela equação desenvolvida para Santa Bárbara e Coronel Fabriciano. Obteve-se, portanto, os seguintes resultados:

$$Q = \sqrt{\frac{196^2}{101,88}} (5,0638) = \pm 43,70\% \quad (32 \text{ meses})$$

QUADRO 1 - Volumes reais e estimados, e diferenças proporcionais, por classes de diâmetro e de altura (32 meses)

Classes de DAP cm	Classes de altura m	Nº de árvores	Volumes estimados Ve	Volumes reais Vr	Diferenças proporcionais $ (Ve - Vr)/Vr $
5.0	8	3	0.03700	0.02869	0.289648
	10	3	0.04533	0.03256	0.392199
7.5	8	3	0.06056	0.04399	0.376676
	10	10	0.26731	0.20946	0.276186
	12	6	0.20739	0.16809	0.233803
10.0	10	10	0.46770	0.38957	0.200554
	12	32	1.78987	1.50347	0.190493
	14	2	0.12771	0.10483	0.218258
12.5	12	3	0.22360	0.18965	0.179014
	14	4	0.30294	0.25489	0.188513

QUADRO 2 - Volumes reais e estimados, e diferenças proporcionais, por classes de diâmetro e de altura (43 meses)

Classes de DAP cm	Classes de altura m	Nº de árvores	Volumes estimados Ve	Volumes reais Vr	Diferenças proporcionais $ (Ve - Vr)/Vr $
5.0	6	2	0.01915	0.01549	0.236281
	8	3	0.03608	0.02709	0.331857
	10	3	0.04326	0.04128	0.047965
7.5	6	1	0.01647	0.01540	0.069480
	10	11	0.29002	0.23890	0.213981
	12	14	0.49723	0.41528	0.197337
	14	2	0.07729	0.06122	0.262496
10.0	10	1	0.04668	0.03550	0.314930
	12	18	0.95182	0.82991	0.146895
	14	4	0.26257	0.22037	0.191496
12.5	12	7	0.53248	0.45094	0.180822
	14	9	0.76897	0.62131	0.237659
	16	1	0.09546	0.08477	0.126106
15.0	14	2	0.22075	0.18253	0.209390
	16	1	0.12218	0.10272	0.189447
17.5	14	1	0.15021	0.12232	0.228008

QUADRO 3 - Volumes reais e estimados, e diferenças proporcionais, por classes de diâmetro e de altura (56 meses)

Classes de DAP cm	Classes de altura m	N.º de árvores	Volumes estimados Ve	Volumes reais Vr	Diferenças proporcionais $ (Ve - Vr)/Vr $
5.0	6	1	0.00861	0.00692	0.244220
	10	2	0.03189	0.02319	0.375162
7.5	10	4	0.10718	0.07923	0.352770
	12	7	0.25002	0.21340	0.171603
	14	2	0.08685	0.07512	0.156150
10.0	10	3	0.12514	0.09986	0.253154
	12	15	0.81619	0.66826	0.221366
	14	8	0.47644	0.39970	0.191994
12.5	12	8	0.63832	0.52603	0.213467
	14	19	1.59571	1.35178	0.180451
15.0	12	1	0.10151	0.08055	0.260211
	14	6	0.71192	0.62286	0.142986
	16	2	0.27954	0.25113	0.113129
17.5	14	2	0.32244	0.25019	0.288780

QUADRO 4 - Volumes reais e estimados, e diferenças proporcionais, por classes de diâmetro e de altura (62 meses)

Classes de DAP cm	Classes de altura m	N.º de árvores	Volumes estimados Ve	Volumes reais Vr	Diferenças proporcionais $ (Ve - Vr)/Vr $
5.0	6	2	0.01765	0.01293	0.36504
	8	3	0.04089	0.03118	0.31142
	10	4	0.06510	0.05187	0.25506
7.5	8	2	0.03586	0.02363	0.51756
	10	3	0.07556	0.05705	0.32445
	12	4	0.15417	0.12342	0.249149
	14	2	0.07864	0.06709	0.172157
10.0	12	6	0.30786	0.26121	0.178592
	14	11	0.63379	0.53379	0.187340
	16	2	0.15659	0.13439	0.165191
12.5	14	6	0.55491	0.49861	0.112914
	16	11	1.20554	1.09464	0.101312
	18	3	0.37540	0.35660	0.052720
15.0	14	1	0.10498	0.07546	0.391201
	16	7	0.96517	0.85745	0.125628
	18	3	0.47843	0.42581	0.061368
17.5	16	3	0.51995	0.48357	0.075232
	18	4	0.82168	0.76977	0.067436
20.0	16	1	0.23068	0.20411	0.130175
	18	1	0.23653	0.24230	-0.023813
	20	1	0.27074	0.22970	0.178668

$$Q = \sqrt{\frac{196^2}{101,88} (4,2941)} = \pm 40,24\% \quad (43 \text{ meses})$$

$$Q = \sqrt{\frac{(196)^2}{101,88} (4,8131)} = \pm 42,60\% \quad (56 \text{ meses})$$

$$Q = \sqrt{\frac{(196)^2}{101,88} (4,1927)} = \pm 39,76\% \quad (62 \text{ meses})$$

Pode-se verificar, pelas pequenas oscilações das precisões, que parece não haver diferença significativa entre as idades dos plantios, em termos dos volumes estimados das árvores. Entretanto, as precisões obtidas estão muito aquém de um valor limite para que a equação de volume de SILVA (1977) pudesse ser aceita como técnica viável de estimar as árvores e povoamentos de *Eucalyptus grandis*, em Bom Despacho. Deve-se enfatizar que uma equação de volume para eucaliptos no Brasil, tem apresentado um coeficiente de variação em torno de 12%.

Os resultados, então, indicam que a tabela de volume desenvolvida para árvores de *Eucalyptus grandis*, com idades que variaram de 72 a 96 meses, estima os volumes das árvores em Bom Despacho com baixa precisão. Pode-se afirmar a necessidade de se desenvolver uma nova tabela para esta espécie, idades e região, após seleção de uma equação baseada na análise de diferentes modelos volumétricos.

Os volumes reais e estimados bem como as diferenças proporcionais das 320 árvores distribuídas por classes de diâmetro

e de altura em cada idade são apresentados nos Quadros 1, 2, 3 e 4.

Pode-se verificar, pela observação dos Quadros 1, 2, 3 e 4 a super estimação dos volumes reais, pela equação de volume estudada, em todas as classes de diâmetro e de altura.

4. Literatura Citada

1. FREESE, F. 1960. Testing Accuracy. For. Sci., 6(2):139-45.
2. HUSCH, E., MILLER, C.I. & BEERS, T.W. 1972. Forest Mensuration. Second edition., New York, Ronald Press. 410 pp.
3. PAULA NETO, F. 1975. Construction of Standard Volume Tables for *Eucalyptus saligna* in the Iron Region of Brazil. Lafayette, Purdue Univ. 101 pp. (Ph.D. Thesis).
4. PAULA NETO, F. et alii. 1977. Teste de aplicação de tabelas volumétricas para estimar a produção de plantações de *Eucalyptus paniculata* na região de Ipatinga, Minas Gerais. Viçosa, Revista Árvore, SIF, 2(1):154-166.
5. SILVA, J.A.A. 1977. Análise de equações volumétricas para construção de tabelas de volume comercial para *Eucalyptus* spp. segundo a espécie, região e método de regeneração. Viçosa, U.F.V., Imprensa Universitária. 93 p. (Tese de M.S.).
6. SCHUMACHER, F.X. and HALL, F.S. 1933. Logarithmic expression of tree volume. Jour. Agric. Res. 47:719-734.

Análise de Estimativas do Volume por Hectare de *Eucalyptus grandis*, na Região de Bom Despacho, MG, pela Amostragem por Ponto Horizontal

FRANCISCO DE PAULA NETO
AGOSTINHO LOPES DE SOUZA
Depto. de Engenharia Florestal – UFV

Summary

Thirty horizontal sampling points were randomly selected and surveyed by the use of a basal area factor, $k = 1$. The qualified trees in a point were achieved by their selections on maps containing the real situation of an 6 ha population. This population considered in this study represents all 5.2 year reforested stands of *Eucalyptus grandis* in Bom Despacho, Minas Gerais.

The volume/ha estimates were obtained by three ways:

(a) using a combined variable equation; (b) using this volume equation in conjunction with the sampling point method by obviating the diameter measurement (employing a appropriate volume expression); and (c) using the logarithmic Schumacher and Hall volume equation, previously selected and considered the most precise for estimating the individual tree volumes. The two first procedures were compared with the third, by means of the proportional differences and precision analysis.

It were observed that the two first procedures overestimated the volumes/ha given by the application of the logarithmic equation, in all thirty sampling points. It was verified a precision estimate of 5.8% when the combined variable equation was employed against an 8.5% precision by the use of the volume expression, obviating the diameter. This difference probably was due to the method of estimating the mean height and of the harmonic mean squared diameter, although they were not tested in this study.

Resumo

Este estudo foi desenvolvido na região de Bom Despacho, M.G., em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, de origem híbrida, com 5.2 anos de idade, estabelecidos no espaçamento 3×2 m. Teve como objetivo análise de estimativas de volumes por hectare obtidas pela amostragem por ponto horizontal.

Trinta pontos de amostragem, inventariados com o fator de área basal $K = 1$, do Relascópio de Espelho de Bitterlich, foram casualmente selecionados em mapas de três áreas de 2 ha. Essas áreas foram sorteadas em três talhões de ± 50 ha representativos de toda a população dessa espécie.

As estimativas do volume por hectare obtida pelo emprego das equações da variável combinada e pelo uso em conjunto do método, através da eliminação do diâmetro na fase de campo, foram comparadas com as estimativas obtidas pelo uso da equação não linear de Schumacher e Hall por meio das análises de diferenças proporcionais e de precisão.

Os resultados das análises estabelecidas mostraram que, em todos os pontos de amostragem, a equação da variável combinada e o método de eliminação do diâmetro na fase de campo, superestimam as estimativas do volume por hectare obtidas pelo uso da equação de Schumacher e Hall. A análise

de precisão mostrou que a equação da variável combinada estima os volumes da população com uma precisão média de 5,8%, enquanto que o método da eliminação do diâmetro na fase de campo, estima com uma precisão média de 8,5%.

I. INTRODUÇÃO

As estimativas dos vários parâmetros de uma população, principalmente o volume, podem ser feitas pela medição de todos os indivíduos componentes dessa população ou pela medição de um conjunto de unidades de amostra, tomado como representativo da população. Essas parcelas podem ser de áreas fixas ou variáveis, variando, em razão disso, os tipos de amostragem a serem empregados.

A amostragem por ponto horizontal, que faz uso de parcela de raj os variáveis, tem ganho, mais recentemente, maior aceitação como método de amostragem na ciência florestal. Nesse tipo de amostragem a probabilidade de seleção da amostra é proporcional à área basal da população. O fator de área basal a ser utilizado poderá influenciar grandemente na precisão da estimativas de um levantamento, assim como no grau de aproximação da estimativa em relação ao parâmetro da população (7).

A aproximação de uma estimativa em relação ao parâmetro ou a dispersão de estimativas em torno de valores considerados reais, dignos de confiança, pode ser influenciada tanto pela falta de precisão como pela ocorrência de "bias", ou distorção sistemática de uma estimativa, ou pela ação conjunta desses dois elementos. Como fonte dessa distorção pode-se focalizar: falhas de medições, emprego de método inadequado de seleção da amostra ou estimação de um parâmetro da população, por meio de procedimentos tendenciosos (3).

Este estudo tem como objetivo o emprego da equação da variável combinada na avaliação do volume por hectare de *Eucalyptus grandis*, em Bom Despacho, utilizando alturas médias estimadas por ponto de amostragem, bem como comparar essas estimativas com as obtidas pelo uso da equação de Schumacher e Hall.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido na região de Bom Despacho, MG, pertencente à Região Bioclimática 6 (4), em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, de origem híbrida, da Companhia Agrícola e Florestal Santa Bárbara (CAF), desenvolvendo-se em regime de alto fuste, no espaçamento de 3×2 m, com 5,2 anos de idade.

Foram sorteados três talhões de ± 50 ha, representativos dessa espécie e, em cada talhão, tomou-se, aleatoriamente, uma área de 2 ha (100×200 m). Cada área de 2 ha foi inteiramente mapeada, bem como todas as árvores e falhas foram definidas pelas suas coordenadas cartesianas X e Y, por meio do uso de um prisma angular de espelho, 3 balizas, 2 cordas e

2 trenas. No campo, o DAP e a posição real de cada árvore, eram medidos e anotados em ficha apropriada para o posterior mapeamento. Com isso, as 3 áreas de 2 ha cada foram representadas em mapas, juntamente com as árvores e falhas existentes, constituindo-se a população de 6 ha, base deste estudo.

Sobre os mapas, 30 pontos de amostragem, foram aleatoriamente selecionados, utilizando-se do fator de área basal $F = 1$, do Relascópio de Espelho de Bitterlich (1), previamente analisado por SOUZA et alii (6).

O diâmetro das árvores qualificadas pertencentes a cada ponto de estação foram codificados, obedecendo às formatações de um programa de computação elaborado para o cálculo do volume por hectare (7).

Os volumes das árvores qualificadas por ponto de estação foram obtidos tanto pelo emprego da equação da variável combinada, A, como pela utilização da equação logarítmica de Schumacher e Hall, B.

$$A) \hat{V} = 0,004426 + 0,003120 \frac{D^2 H}{100}, R^2 = 0,9602$$

$$B) \hat{V} = 0,00002988 D^{0,68359} H^{1,33234}, R^2 = 0,9795$$

Estas equações foram originadas de uma amostra de 250 árvores - amostra, cubadas rigorosamente, de metro em metro, pela aplicação sucessiva da fórmula de Smalian.

onde V é o volume estimado em m^3 , D é o diâmetro à altura do peito, em centímetros, R^2 é o coeficiente de determinação e H é a altura total, em metros, estimada pela aplicação da equação hipsométrica, obtidas de 105 pares de DAP e H .

$$H = 2,88780 D^{0,614829}, R^2 = 0,9034$$

Pela associação da equação da variável combinada com a técnica de amostragem por ponto horizontal, a estimativa do volume por hectare \hat{V}/ha , num ponto de estação, é obtida pela seguinte expressão (5,6):

$$\hat{V}/ha = \frac{nb_0 F}{0,00007854 D_h^2} + \frac{nb_1 \bar{H} F}{0,00007854}$$

onde: b_0 e b_1 = coeficientes de regressão para a equação da variável combinada; n = n^o de árvores qualificadas no ponto de amostragem; \bar{H} = estimativa da altura média no ponto e D_h^2 = média harmônica do quadrado do diâmetro. Como $F = 1$:

$$\hat{V}/ha = \frac{n}{0,00007854} \left[\frac{b_0}{D_h^2} + b_1 \bar{H} \right]$$

Para efeito deste estudo, D_h^2 foi igual a 91,9052, obtida pela

QUADRO 1 - Estimativas volumétricas médias por ponto de amostragem e por hectare e análise das diferenças proporcionais para as três equações de volume

Pontos de amostragem	Volumes em m^3/ha			Diferença proporcional - %	
	Vr	Ve1	Ve2	$(Ve1-Vr)/Ve1$	$(Ve2-Vr)/Ve2$
01	109,1528	114,1958	119,6531	4,416	8,776
02	78,2831	82,8431	85,8997	5,504	8,867
03	48,7852	52,8830	52,9978	7,222	7,949
04	69,0130	72,7648	75,2877	5,156	8,334
05	72,8145	76,8949	79,1862	5,306	8,046
06	108,0738	114,3603	117,7716	5,497	8,234
07	72,8611	76,9351	79,2378	5,295	8,047
08	80,5057	83,8180	88,4302	3,952	8,961
09	97,3268	101,5175	106,6760	4,128	8,764
10	94,6897	99,7850	103,6888	5,106	8,679
11	64,9723	70,6728	70,6161	8,066	7,992
12	69,3080	72,4303	75,5737	4,311	8,291
13	52,1601	58,4778	57,1451	10,804	8,723
14	77,9272	83,0677	85,4349	6,182	8,788
15	67,5687	71,4682	73,5716	5,455	8,159
16	105,8743	110,8083	115,6488	4,453	8,452
17	80,1261	83,8378	88,0171	4,427	8,955
18	66,1195	71,3887	71,9032	7,381	8,044
19	100,9895	105,4761	111,1889	4,254	9,173
20	65,5204	70,9358	71,1881	7,634	7,962
21	75,2443	78,4090	82,0265	4,036	8,268
22	94,6626	100,0720	103,6252	5,405	8,649
23	47,9662	52,4359	51,9610	8,524	7,588
24	51,1701	58,6587	55,3112	12,766	7,487
25	55,9766	59,7275	60,9919	6,280	8,223
26	84,8262	88,7619	96,5117	4,434	12,108
27	83,4249	86,8848	91,1726	3,649	8,498
28	51,1579	53,1743	55,6078	3,792	8,002
29	84,4817	88,5305	92,6186	4,573	8,785
30	49,9710	52,6119	54,2492	5,020	7,886

LEGENDA: Vr = Volume em m^3/ha obtido pelo emprego da equação volumétrica de Schumacher e Hall
 Ve1 = Volume em m^3/ha obtido pelo uso da equação volumétrica da variável combinada
 Ve2 = Volume em m^3/ha obtido pelo emprego da equação volumétrica com eliminação do diâmetro

utilização dos DAPs das 250 árvores-amostra usadas para gerar as equações volumétricas, como uma forma prática de se obter essa constante, uma vez que para se estimar esse valor não requer procedimentos rigorosos (5,6).

Combinando-se a equação da variável combinada com a amostragem por ponto horizontal, a seguinte expressão de volume médio por hectare e por ponto de estação, eliminando-se a tomada do DAP durante a fase de campo, foi encontrada:

$$V/ha = [0,6131709 + 0,3972498 \bar{H}] \times n$$

onde n representa o número de árvores qualificadas por ponto de amostragem e \bar{H} a altura média dessas árvores.

As estimativas médias dos volumes/ha obtidas pela aplicação da equação da variável combinada e pelo uso da expressão de volume com eliminação do DAP foram confrontadas com as estimativas dos volumes/ha obtidas pela utilização da equação de Schumacher e Hall, sendo analisadas as diferenças proporcionais, P%, entre essas estimativas, por meio da seguinte fórmula (2):

$$P\% = \frac{V_a - V_r}{V_e} \times 100$$

onde V_e = volume, em m^3/ha , por ponto de estação, estimado com a equação da variável combinada ou pela expressão de volume/ha com eliminação do DAP, V_r = volume, em m^3/ha , estimado com a equação de Schumacher e Hall.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As estimativas volumétricas médias por hectare em cada ponto de amostragem, obtidas pelo emprego das duas equações de volume e pelo emprego da expressão de volume/ha, com a eliminação do DAP, são apresentadas no Quadro 1.

Pela análise do Quadro 1, verifica-se que as estimativas médias obtidas pelo emprego da equação da variável combinada e pela expressão de volume/ha com eliminação do diâmetro superestimam os volumes médios por hectare obtidos pelo uso da equação de Schumacher e Hall, em todos os pontos de amostragem.

Analisando-se as diferenças proporcionais, também mostradas no Quadro 1, observa-se que os volumes/ha/ponto de amostragem estimados com a equação da variável combinada desvia, em média 5,8%, dos volumes/ha/ponto estimados pela equação de Schumacher e Hall. Esse desvio médio é inferior ao obtido com as estimativas feitas com a expressão de volume/ha, que foi 8,5%. Esses valores percentuais representam, de fato, as tendências encontradas (erro sistemático) com o emprego dos referidos procedimentos de estimação, considerando que a equação de Schumacher e Hall foi mais precisa que a da variável combinada em estimar os volumes individuais das árvores-amostra que as originaram.

As estimativas por ponto de amostragem com a expressão de volume/ha, na quase totalidade dos pontos, é sistematicamente superior às esti-

mativas com a equação da variável combinada. Isto se deve, provavelmente, à utilização de \bar{H} estimado por ponto pela relação hipsométrica, em vez de se empregar \bar{H} por medição direta das árvores qualificadas no ponto ou se deve ao uso da $D_h^2 = \text{constante}$, obtida pelas árvores-amostra que deram origem às equações de volumes. Outro fato que poderá ter causado essa superestimação é o emprego de uma única equação da variável combinada, em vez de se usarem duas, uma ponderada e outra não ponderada, como enfatizado por PAULA NETO (5, 6).

Fontes causadoras de superestimação dos \bar{V}/ha , principalmente o uso de \bar{H} e de D_h^2 , deverão ser mais pormenorizadamente estudadas para se definir meios práticos se estimá-las.

4. LITERATURA CITADA

1. ELYSEU, A.P. & TOLLSON, L. A relascopia e relascópio de Bitterlich e um novo aparelho para medir a altura das árvores. "O hipsômetro de Blume-Leiss". Secretaria de Estado da Agricultura, Direção Geral dos Serviços Florestais e Aquícolas. Lisboa. 1962. 52 p.
2. FREESE, F. Testing accuracy. For Sci. 6(2):139-45. 1960.
3. FREESE, F. Elementary forest sampling. Madison, U.S.D.A. Forest Service, Forest Product. Laboratory, 1962. 91p. (Agriculture Handbook 232).
4. GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para o reflorestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisas Florestais do IEDF na Região do Cerrado, 1975. 60p. (Série Técnica, 3).
5. PAULA NETO, F. Construction of standard volume table for Eucalyptus saligna in the iron region of Brasil. Lafayette. Purdue University, 1975. 101p. (Tese de Ph.D.).
6. PAULA NETO, F. Utilização da amostragem por ponto horizontal em conjunto com equações de volumes da variável combinada. 4.º Congresso Florestal Brasileiro, SBS, Belo Horizonte, 1982. 11 p.
7. SOUZA, A.L. Comparação de tipos de amostragens, com parcelas circulares de área fixa e variável, e povoamentos de Eucalyptus grandis de origens híbridas, cultivados na região de Bom Despacho Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1981. 97 p. (Tese de Mestrado).
8. SOUZA, A.L.; PAULA NETO, F.; LADEIRA, H.P. & BRANDI, R.M. Comparação de tipos de amostragens, com parcelas circulares de área fixa e variável, em povoamentos de Eucalyptus grandis, de origem híbrida, cultivados na região de Bom Despacho, M.G. Revista Árvore 5(1):43-55. 1981.

Utilização da Amostragem por Ponto Horizontal em Conjunto com Equações de Volumes da Variável Combinada

FRANCISCO DE PAULA NETO
Depto. de Engenharia Florestal – UFV

Summary

The horizontal point sampling techniques in estimating the population parameters are discussed.

The employment of this point sampling associated with the use of volume equations, previously selected, show viability of application, obviating the diameter at breast height of the trees, in a sampling point,

The combined variable weighted and nonweighted volume equations, showing high correlations and precisions for stands of *Eucalyptus saligna*, in conjunction with the horizontal point sampling method, it were obtained volume/ha expressions in order to be used in future practical survey works.

Resumo

As técnicas da amostragem por ponto horizontal em se estimar parâmetros de populações, por unidade de área, são aqui enfatizadas.

O emprego da amostragem por ponto horizontal associando-se ao uso de equações volumétricas, estatisticamente selecionadas, apresentam viabilidade de utilização eliminando-se a tomada dos DAP das árvores.

Utilizou-se de equações de volumes, com altas correlações e boas precisões, oriundas do modelo da variável combinada, não ponderado e ponderado, para *Eucalyptus saligna*, em conjunto com a amostragem por ponto horizontal, gerando expressões de volumes por unidade de área para serem usadas em levantamentos futuros.

1 - INTRODUÇÃO

Um dos principais tipos de amostragem com probabilidade variada, segundo BROSENBAUGH (2), é a amostragem com probabilidade proporcional ao tamanho, "amostragem pps", (Probability Proportional to Size). HUSCH et alii (3) dizem que a amostragem PPS deve, para se evitar confusão em conceito, ser pensado em dois sentidos: no sentido amplo como um conceito de amostragem sinônimo à amostragem com probabilidades variadas, e no sentido estreito como um tipo de amostragem aplicado à ciência florestal onde a seleção da árvore individual é feita proporcional a alguma de suas características mensuráveis. O conceito geral aplicado neste trabalho segue a filosofia descrita acima como "sentido estreito".

As duas técnicas de amostragem por ponto encontradas em literaturas correntes são definidas como: (a) Amostragem por Ponto Horizontal, onde a área da parcela circular associada com qualquer árvore dada é uma função linear do seu diâmetro ao quadrado, e (b) Amostragem por Ponto Vertical, onde a área da parcela circular associada com qualquer árvore dada é uma função linear da sua altura ao quadrado. Devido à sua maior aplicação somente a amostragem por Ponto Horizontal será brevemente discutida.

O principal objetivo deste trabalho é mostrar a utilização da técnica de amostragem por ponto horizontal em estimar parâmetros de uma população florestal; principalmente o volume/ha quando em conjunto com algumas equações de volume.

2 - CONSIDERAÇÕES GERAIS DA AMOSTRAGEM POR PONTO HORIZONTAL

2.1. Qualificação de árvores-amostra e estimação da AB/ha.

Uma vez que um ponto de amostra é escolhido, pela maneira usual de seleção de centros das parcelas circulares de áreas fixas, o observador neste local, num giro de 360° com um "instrumento de gauge" (ex., um relascópio), visa a altura do D.A.P. de todas as árvores e conta aquelas que forem vistas maior que o ângulo de gauge projetado (1, 3, 4). Figura 1.

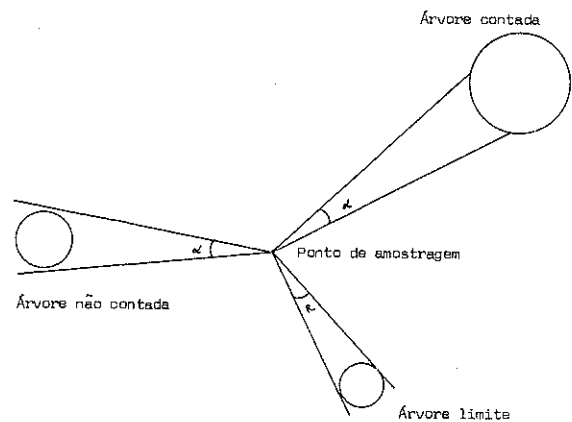


Figura 1. Seleção das árvores em ponto de amostragem

Estas árvores contadas são chamadas "qualificadas" como Árvores-amostras. Como no método da parcela de tamanho fixo, quaisquer variáveis associadas com as árvores qualificadas podem ser medidas. A característica especial da amostragem por ponto horizontal é que nenhuma medida da árvore é necessária para se obter uma estimativa da área basal por hectare. O número de árvores qualificadas multiplicado por um fator constante, dependente exclusivamente do ângulo, produz a estimativa da área basal por hectare. As computações do número de árvores por hectare, volume por hectare, etc, são diferentes como se mostrará posteriormente. A idéia básica da amostragem por ponto horizontal é que qualquer árvore qualificada independente do seu diâmetro e altura do peito, DAP, representa a mesma área basal por hectare. Para compreender isto, refere-se a Figura 2, onde os círculos representam as secções transversais de duas árvores limites à altura do peito, e as linhas indicam o ângulo de gauge, α' , projetado do ponto da amostragem (1, 3, 4).

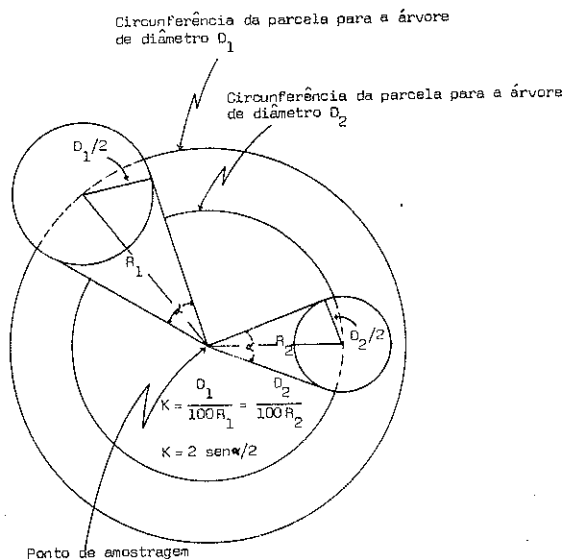


FIGURA 2. Geometria básica da amostragem por ponto horizontal, mostrando a constante de Gauge, " $K = \frac{D}{100R}$ ", onde D é DAP, em cm, e R é o raio da parcela, em m.

Como enfatizado por HUSCH et alli (3), deve-se manter em mente os seguintes pontos:

1. Um instrumento de gauge projeta um ângulo fixo horizontal,
2. Em qualquer ponto de amostra, uma série de parcelas circulares concêntricas é estabelecida; diferentes raios de parcelas estão associados aos diferentes diâmetros das árvores,

3. Considerando todas as árvores na condição limite, o raio de cada parcela concêntrica relacionado com cada diâmetro, produz uma constante de gauge, K , dado pela razão do diâmetro da árvore, D em cm, com o raio da parcela, R , em m.

Com referência a FIG. 2 pode-se ver que $K = \frac{D_1}{100R_1} = 2 \text{ sen}(\alpha/2)$, onde, 100 é para manter as mesmas unidades no numerador e no denominador; D =DAP; R = raio da parcela associado com cada árvore.

Com estes pontos em mente, a área basal por hectare representada por cada árvore qualificada, F , também conhecida por fator de área basal, pode ser determinada como segue:

F = (área basal, da árvore de diâmetro- D , em m^2). (fator de conversão para a base de 1 hectare).

$$F = A_1 \left(\frac{\text{área de um hectare}}{\text{área da parcela da } i^{\text{ésima}} \text{ árvore}} \right)$$

$$F = \frac{\pi D_1^2}{4(10000)} \cdot \frac{10000}{\pi R_1^2}$$

$$F = \frac{D_1^2}{4R_1^2}$$

$$\text{Desde que, } D_1/R_1 = 100 K, (D_1/R_1)^2 = 10000 K^2$$

portanto, $F = 2500 K^2$

Desta forma, quando se escolhe um valor de F para um levantamento a razão $D/100R$ é fixa. Isto implica em diferentes raios de parcelas para todos os diâmetros das árvores qualificadas. Todas as árvores de mesmo diâmetro, posicionadas, a uma distância igual ou inferior ao raio da parcela associado a esse diâmetro, são qualificadas e as correspondentes áreas são convertidas para um hectare.

Como o principal interesse é obter uma estimativa não tendenciosa da área basal por hectare num dado ponto de amostragem, nenhuma medida da árvore é necessária. O fator de área basal, F , expressa a quantidade de m^2 de área basal que cada árvore qualificada representa num hectare. Assim, com um aparelho de gauge (por exemplo, um relascópio), depois de se decidir quanto à contante de gauge a ser usada, o operador conta o número de árvores maior que o ângulo projetado pelo aparelho e multiplica por F , obtendo, dessa forma, a estimativa da área basal por hectare num ponto de amostra.

2.2. Estimativa do n.º de árvores e do volume/ha.

Como apresentado anteriormente, a área basal por hectare que cada árvore qualificada representa pode ser obtida pela multiplicação da área seccional de cada árvore por um fator que converte essa área seccional para a base de um hectare. Semelhantemente, pode-se obter uma expressão do volume por hectare. O fator que converte qualquer característica da árvore para a área de um hectare é conhecido como "fator de árvore," F_t , conceituado como: o número de árvores que cada árvore qualificada representa num hectare.

$$F_t = 10000/R_1^2$$

Semelhantemente, a quantidade de m^3 de volume que cada árvore qualificada representa num hectare é chamada de "fator de volume", F_v , é obtido por:

$$F_v = V(F_t).$$

como,

$$F_t = \frac{F}{A_1}$$

$$F_v = V\left(\frac{F}{A_1}\right).$$

Mas, $A_1 = 0,00007854 D_1^2$;

então, $F_v = V \cdot (F/0,00007854 D_1^2)$

$F/0,00007854$ é usualmente conhecida como "constante de Expansão", E , então

$$F_v = E(V/D_1^2)$$

Com base nesta expressão, necessita-se conhecer somente o volume bem como o DAP de cada árvore qualificada para se obter a estimativa do volume por hectare para cada árvore qualificada num ponto de amostragem ou de estação.

Outros fatores para o sistema em consideração podem ser obtidos pela multiplicação da característica apropriada pelo fator da árvore e estabelecer as simplificações necessárias.

3. ESTIMATIVA DO VOLUME/HA/PONTO DE AMOSTRAGEM

Se os volumes das árvores individuais forem estimados pela expressão de volume:

$$\hat{V} = A_1 \cdot H_1 \cdot \bar{F}_i$$

Onde, \bar{F}_i = fator de forma médio; ou estimados pela equação reduzida da variável combinada

$$\hat{V}_i = b \frac{D_1^2}{D_1^2} H_1$$

onde b = coeficiente de regressão, propriamente derivado para um povoamento florestal específico; então, pela utilização da qualquer uma das duas fórmulas acima,

$$F_v = E \left(\frac{b D_1^2 H_1}{D_1^2} \right) = b E H_1$$

Num ponto de estação, o volume por hectare estimado, \hat{V}/ha , será computado por:

$$\hat{V}/ha = bE \sum_{i=1}^n H_i$$

ou $\hat{V}/ha = nbEH$

sendo n = número de árvores qualificadas e H = altura média das n árvores qualificadas.

Isto significa que a medição dos diâmetros das árvores pode ser ignorada quando na fase de campo de um levantamento.

Se, entretanto, a equação da variável combinada

$$\hat{V} = b_0 + b_1 D_1^2 H_1,$$

onde b_0 e b_1 são coeficientes da regressão propriamente derivadas, for utilizada, em lugar da equação reduzida da variável combinada, os diâmetros das árvores serão parcialmente eliminados.

O \hat{V}/ha num ponto de estação será obtido por:

$$\hat{V}/ha = E (v_1/D_1^2 + v_2/D_2^2 + \dots + v_n/D_n^2)$$

$$\hat{V}/ha = E \left[\frac{b_0 + b_1 D_1^2 H_1}{D_1^2} + \frac{b_0 + b_1 D_2^2 H_2}{D_2^2} + \dots + \frac{b_0 + b_1 D_n^2 H_n}{D_n^2} \right]$$

$$\hat{V}/ha = E b_0 \left(\frac{1}{D_1^2} + \frac{1}{D_2^2} + \dots + \frac{1}{D_n^2} \right) + E b_1 (H_1 + H_2 + \dots + H_n)$$

$$\hat{V}/ha = E b_0 \sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i^2} + E b_1 \sum_{i=1}^n H_i$$

Verifica-se que a segunda parte desta fórmula é a mesma apresentada anteriormente quando do emprego da equação reduzida ou de uma expressão de volume. A primeira parte, porém, poderia ser reduzida a uma constante (um valor médio) vezes o número de árvores qualificadas no ponto de estação, n , se se observar que a média harmônica, \bar{x}_h , de uma variável x_i , é:

$$\bar{x}_h = \frac{n}{\sum_{i=1}^n \left(\frac{1}{x_i} \right)}$$

logo, $\sum_{i=1}^n \frac{1}{x_i} = \frac{n}{\bar{x}_h}$

e se se atribuir a x_i o valor de D_i^2 :

$$\sum_{i=1}^n \frac{1}{D_i^2} = \frac{n}{\bar{D}_h^2}$$

Conseqüentemente,

$$\hat{V}/ha = \frac{E b_0 n}{\bar{D}_h^2} + E b_1 \sum_{i=1}^n H_i$$

onde, " \bar{D}_h^2 " = média harmônica do quadrado do diâmetro".

Normalmente, em se tratando de equações volumétricas da forma aritmética, a participação da constante de regressão, b_0 , na estimação do volume é pequena, embora significativa. Então, o efeito do primeiro termo da fórmula acima também é pequeno quando comparado com o segundo termo. Dessa forma, não é requerida uma alta precisão na tomada da média, \bar{D}_h^2 , podendo a mesma ser conseguida de trabalhos anteriores, ou mesmo ser aproximada com dados obtidos antecipadamente.

Desde que $E = F/0,00007854$

$$\hat{V}/ha = \frac{b_0 F n}{0,00007854 \bar{D}_h^2} + \frac{b_1 F \bar{H}}{0,00007854}$$

$$\hat{V}/ha = \frac{n F}{0,00007854} \left[\frac{b_0}{\bar{D}_h^2} + b_1 \bar{H} \right]$$

Deve-se enfatizar que se num inventário os diâmetros e as alturas das árvores individuais têm que ser registradas e se os dados foram processados por computadores, praticamente não existirá vantagem (ou será muito

pouca) em se utilizar a solução fazendo-se a eliminação de medições dos diâmetros.

4. APLICAÇÃO DE EQUAÇÕES DA VARIÁVEL COMBINADA

PAULA NETO (4), estudando vários modelos volumétricos em plantações de *Eucalyptus saligna* cubou rigorosamente 325 árvores-amostra. Ele observou que a equação reduzida da variável combinada não foi satisfatória por apresentar medidas de precisão, R^2 e EPR, bem inferiores às correspondentes da variável combinada.

As estimativas volumétricas obtidas para as menores árvores eram sempre maiores que os volumes observados e os dados básicos apresentaram heterocedasticidade. Assim, a equação da variável combinada foi também ponderada, porém a solução encontrada não forneceu estimativas volumétricas consideravelmente superiores às obtidas pela equação não ponderada. A equação ponderada passou a superestimar as árvores pertencentes às maiores classes de DAP e altura, estimando com melhor precisão as menores árvores.

As equações não ponderada (A) e ponderada (B), foram:

$$(A) \hat{V} = 0,018419 + 0,0000332350^2 H, \text{ com } R^2 = 0,9818$$

$$(B) \hat{V} = 0,005923 + 0,000033245^2 H, \text{ com } R^2 = 0,9848$$

Para se obter estimativas volumétricas confiáveis das árvores pertencentes às classes extremas de DAP e H, uma vez que nas classes intermediárias ambas as equações estimam com semelhante precisão, parece razoável o emprego das equações (A) e (B) para avaliar volumes por hectare, associando-as à amostragem por ponto horizontal. Isto é, a equação ponderada (B) usada para estimar as menores árvores e a não ponderada (A) usada para estimar as maiores árvores.

Pela aplicação da equação não ponderada (A) o volume estimado por hectare, \hat{V}/ha , num ponto de amostragem será:

$$\hat{V}/ha = \frac{0,018419}{0,00007854} \cdot \frac{n F}{\bar{D}_h^2} + \frac{0,000033235}{0,00007854} \cdot n F \bar{H}$$

$$(A1) \hat{V}/ha = \left[\frac{234,51744}{\bar{D}_h^2} + 0,42316 \bar{H} \right] n F$$

Pela utilização da equação ponderada (B) o volume estimado por hectare, \hat{V}/ha , num ponto de estação será dado por:

$$(B1) \hat{V}/ha = \left[\frac{88,14617}{\bar{D}_h^2} + 0,44875 \bar{H} \right] n F$$

Ambas as equações (A) e (B), quando estimam o mesmo volume por árvore, pela igualdade das duas equações, fornecem como ponto de intersecção das retas um $D^2 H$ comum = 5719,40 ao qual corresponde o volume estimado comum = 0,2085 m³. Neste ponto comum, e próximo à ele, as estimativas volumétricas por ambas as equações, não ponderada e ponderada, tendem a ser iguais. Essas estimativas tenderão à dispersarem entre si, para uma mesma árvore-amostra, à medida que essas árvores se aproximarem das maiores classes de DAP e altura. Dessa forma, para evitar tendências das estimativas volumétricas, procurou-se definir um limite de uso das fórmulas (A) ou (B), em função da altura das árvores, uma vez que pelo uso consorciado das equações de volume (A1) e (B1) com a amostragem por ponto horizontal não seria necessária a medição dos DAP das árvores.

Algumas combinações reais de classes de DAP e H, conforme Quadro 1, que produzissem o volume comum = 0,2085 m³ às duas equações foram, então, definidas. Para isso, utilizando-se do $D^2 H$ comum = 5719,40, fixava-se classes de alturas, estimava-se vários DAPs, e pelas correspondentes classes de DAP, para a espécie em estudo, e pela observação paralela dos dados de campo, procurou-se estabelecer uma classe de altura limite acima da qual se usaria a equação (A1) e abaixo a equação (B1). Pela observação do Quadro 1, eliminando combinações não reais de DAP e H, pode-se estabelecer como classe de altura limite, para objetivos práticos, 20 metros; assumindo que ambas as equações

forneem estimativas volumétricas precisas e confiáveis para as árvores que tenham alturas próximas de 20 metros e que, conseqüentemente, estejam bem próximas do ponto de intercessão das duas linhas de regressão (A) e (B).

QUADRO 1 - Combinação de classes de alturas, DAP e classes de DAP para o volume comum igual a 0,2085 m³

Classes de altura m	DAP estimado cm	Classes de DAP cm
14	20,2	20,0
16	18,9	20,0
18	17,6	17,5
20	16,9	17,5
22	16,1	15,0
24	15,4	15,0
26	14,8	15,0

As informações adicionais para a utilização das equações (A) e (B) são: 1 - uma estimativa da média harmônica do quadrado do DAP que, como ex-

plicado anteriormente, não requer precisão; 2 - o número de árvores acima e abaixo de 20 metros de altura, obtido durante os trabalhos de campo. O fator de área basal F, uma vez selecionado antes dos trabalhos de campo, tornar-se-á constante.

5 - LITERATURA CITADA

1. BEERS, T.W. & MILLER, C.I. Point sampling: research results, theory, and application. Lafayette, Purdue Univ. Agric. Exp. Sta. 1964. 55p. Res. Bull., 286.
2. GROSENDAUGH, L.R. The gains from sample-tree selection with unequal probabilities. Jour For., Washington, 65:203-206. 1967.
3. HUSCH, B. et alii. Forest mensuration. New York, the Ronald Press. 1972. 410 p.
4. PAULA NETO, F. Construction of standard volume table for Eucalyptus saligna in the iron region of Brasil. Lafayette, Purdue University, 1975. 101 p. (Tese de Ph.D.).

Avaliação da Biomassa de Savana (Cerrado) para a Produção de Carvão Vegetal

SYLVIO PÉLLICO NETTO

Universidade Federal do Paraná

LUIZ CARLOS DE OLIVEIRA FILHO

Projeto RADAMBRASIL

Summary

The present paper gives actual volume estimation of Savana (Cerrado) areas specially in the west-center region of Brazil, through multiple regression models for this specific types of vegetation. The data used were randomly sampled in rectangular sampling units of 50m x 20m or 0,1 ha. In these units only the trees equal or greater than 0,30m diameter outside bark were measured at 0,30m above ground. Besides, total height, crown height and crown diameter were also measured. All trees in the sampling units were cut down and evaluated in stere. The metodological concept for the evaluation of biomass per sampling unit was adjusted as function of independent variables, which better qualify for the estimation. Twenty eight regression models were tested and the one which better qualified for the estimation of biomass per sampling unit was

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot D_c + \beta_3 G \cdot h_c + \beta_4 G \cdot D_c^2 + \beta_5 G \cdot h_c^2$$

were

V = biomass volume in stere
G = basal area
D_c = crown diameter
h_c = crown height.

Resumo

O presente estudo visa ampliar a faixa de conhecimentos referentes à potencialidade volumétrica atual das áreas de Savana (Cerrado), notadamente na região Centro-Oeste do Brasil, através de equações de regressão específicas para as características estruturais e fisionômicas peculiares desta vegetação. A coleta de dados para atender os objetivos do trabalho, obedeceu uma distribuição aleatória de unidades de amostras retangulares de 50m x 20m ou 0,1 ha. Nestas áreas amostrais mediu-se a circunferência a 0,30m do solo (com um valor mínimo de 0,30m), a altura total, altura da copa e diâmetro da copa. Após esta etapa, todas as árvores contidas na unidade de amostra, observada a especificação acima para a circunferência, foram derrubadas, empilhadas e avaliado seu potencial em estereos. A concepção metodológica de avaliação de biomassa inclui uma avaliação global de material lenhoso por unidade de área, tomado em função de variáveis independentes que melhor qualificam a biomassa em pê. Visando investigar um modelo que melhor se ajustasse às variáveis mensuradas, foram testadas, analisadas e comparadas 28 (vinte e oito) equações de regressão, das quais, a que apresentou melhor correlação e ajustamento entre o volume de biomassa e as variáveis independentes coletadas foi a seguinte:

$$\ln V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot D_c + \beta_3 G \cdot h_c + \beta_4 G \cdot D_c^2 + \beta_5 G \cdot h_c^2$$

onde:

V = volume de biomassa em estereos
G = área basal
D_c = diâmetro da copa
h_c = altura da copa.

1 INTRODUÇÃO

A busca de fontes alternativas de energia tem sido uma preocupação constante de todos os países que são dependentes do petróleo importado. No caso específico do Brasil, a sua

extensão territorial e condições climáticas favoráveis, induziram o setor público e privado a esforços que visem maximizar o aproveitamento da biomassa vegetal em diferentes formas de energia.

Particularmente no setor siderúrgico, vem sendo utilizado em larga escala, o carvão vegetal oriundo de reflorestamentos e da vegetação nativa, notadamente a Savana (Cerrado) que, não obstante a grande devastação que vem ocorrendo em suas áreas, ainda pode ser utilizada de uma forma menos predatória.

Evidentemente, a consecução de tais objetivos pressupõe uma série de medidas, seja de ordem legal ou técnica. Dentre estas, o levantamento da potencialidade atual das áreas de Savana (Cerrado) é extremamente importante.

O escopo do presente trabalho, baseia-se na premissa acima e consiste no desenvolvimento de equações de regressão para as formações Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado) e Savana Arbórea Densa (Cerrado) existentes na região Centro-Oeste do Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Os primeiros estudos com o objetivo de avaliar o potencial lenhoso de áreas de Savana (Cerrado) através de equação de regressão, foram feitos a partir do Inventário Florestal do Distrito Federal (1972) resultante do Convênio entre a Universidade Federal do Paraná e a Fundação Zoobotânica do Distrito Federal. Neste trabalho os autores pesquisaram 10 (dez) equações de regressão de diferentes modelos como as polinômiais, logarítmicas e exponenciais. As que apresentam melhores resultados foram as polinômiais Australianas, cujos dados numéricos são os seguintes:

$$V = 0,05519 - 0,95982 \cdot D + 0,01576 \cdot H + 5,49600 \cdot D^2 + 0,25418 \cdot DH - 0,770999 \cdot D^2 H$$

onde:

V = volume com casca em m³
D = diâmetro com casca em m, medido a 1,30m do solo
H = altura total em m

sendo,

correlação múltipla = 0,95
validade da equação = diâmetros entre 5cm - 35cm.

Em 1973 o IBDF (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal) fez uma avaliação do potencial lenhoso da zona do Cerrado através do desenvolvimento de equações de regressão, para expressar o volume (st/ha) em função da área basal (m²/ha). A variável idade foi considerada para reportar os resultados em diferentes fases de regeneração.

HEISEKE (1976) trabalhando em área de Savana (Cerrado) no Estado de Minas, pesquisou equações de regressão baseado no número de árvores, diâmetro (DAP mínimo de 5cm) e altura de todas as árvores incluídas em cada uma das 72 (setenta e duas) parcelas de 10m x 10m (0,01 ha). Todo o material foi cortado e empilhado e, através de correlações entre diâmetro, altura, área basal e volume, testou vários modelos e obteve os melhores resultados com a seguinte equação linear.

$$V = 7,55 G + 9,47 h - 17,47$$

onde,

V = volume em esteres/ha
G = área basal em m²/ha
h = altura média em metros

Também a equação exponencial $V = 12,57 G^{0,8309}$ pode ser usada, mas o autor ressalva que ela provavelmente se ajustará melhor aos tipos de densidade mais alta, pois corresponde a uma curva de crescimento que chega a um máximo para os tipos de Cerrado estudados.

As correlações simples obtidas entre as variáveis independentes e o volume foram as seguintes:

altura/volume - 0,45
área basal/volume - 0,82

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 COLETA DOS DADOS

As unidades amostrais foram coletadas aleatoriamente em áreas de ocorrências naturais típicas do Cerradão e do Cerrado no Brasil Central. Todo o material coletado foi, após medido, cortado e empilhado para a avaliação da biomassa lenhosa existente.

Para os propósitos do Projeto RADAMBRASIL uma coleta de dados não muito detalhada foi proposta e executada, sem evidentemente considerar um mínimo de precisão aceitável para os estimadores.

3.2 AMOSTRAGEM

3.2.1 ESTRATIFICAÇÃO

Dado que o objetivo foi obter equações distintas para a Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado) e Savana Arbórea Densa (Cerradão) a população foi estratificada com base na fisionomia destas duas formações.

3.2.2 TAMANHO E FORMA DAS UNIDADES DE AMOSTRAS

As unidades de amostras foram dimensionadas para ocupar uma superfície de 0,1 ha, de forma retangular, correspondendo a 50m de comprimento e 20m de largura. Tais dimensões se harmonizam com o que preceitua COCHRAN citado em COLLARES (1978), quando afirma que unidades de amostras menores frequentemente produzem resultados mais precisos que grandes unidades. Igualmente são compatíveis com HUSCH, MILLER & BEERS (1971), para os quais, unidades de amostras pequenas refletem melhores resultados em tipos de vegetação com grande quantidade de árvores pequenas, e não divergem de FAO (1974), para quem, quanto menor forem as parcelas melhor será a precisão, para uma dada intensidade de amostragem.

3.2.3 INTENSIDADE AMOSTRAL E DADOS COLETADOS

Em áreas de Savana Arbórea Densa (Cerradão) foram alocadas 50 (cincoenta) unidades de amostras de 100 (cem) em Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado). Em cada unidade de amostra foram medidas as seguintes variáveis: altura total, altura da copa, diâmetro da copa e circunferência (mínima de 30cm), sendo esta última uma variável auxiliar para a obtenção de área basal. Em seguida, todas as árvores contidas na unidade de amostra foram derrubadas, empilhadas e anotado seu potencial em metros estéreos.

3.3 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

De início a avaliação volumétrica foi planejada na expectativa de uma solução adequada para a obtenção de volumes individuais através de regressão múltipla. A variável dependente (volume) foi ajustado em função do diâmetro e da altura. Todavia, em áreas de Savana (Cerrado), o volume do tronco não representou adequadamente o seu potencial de biomassa, dada as características peculiares de seus indivíduos. Conseqüentemente, as correlações volume/diâmetro e volume/altura, na forma simples e combinada, resultaram não significativas, de modo que não foi possível se obter um ajustamento adequado aos diversos modelos de regressão existentes em profusão na literatura.

A segunda tentativa consistiu em correlacionar o fator de forma artificial com as variáveis independentes propostas nas funções de volume (d,h). Os resultados obtidos não foram satisfatórios, dada a impossibilidade de qualquer ajustamento entre as referidas variáveis.

A utilização de variáveis independentes ponderadas visando a homogeneização das variâncias, também não surtiu os efeitos esperados.

A tentativa de aglutinar espécies que pudessem apresentar um comportamento similar com relação ao fator de forma, mais uma vez resultou infrutífera.

Finalmente, a introdução das variáveis independentes área basal, diâmetro da copa e altura da copa e após estudos de correlação e seleção na forma simples e combinada destas variáveis, foi possível a obtenção de equações que efetivamente expressassem o volume de biomassa por unidade de área em estéreos existente nas duas formações objeto do trabalho.

3.4 MODELOS TESTADOS

Foram os seguintes os modelos testados:

- 1) $V = \beta_0 + \beta_1 G$
- 2) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G^2$
- 3) $V = \beta_0 + \beta_1 G \cdot hc$
- 4) $V = \beta_0 + \beta_1 G \cdot Dc$
- 5) $V = \beta_0 + \beta_1 G^2 \cdot hc$
- 6) $V = \beta_0 + \beta_1 G \cdot hc^2$

- 7) $V = \beta_0 + \beta_1 G \cdot Dc$
- 8) $V = \beta_0 + \beta_1 G \cdot Dc^2$
- 9) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc$
- 10) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc$
- 11) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G^2 \cdot hc$
- 12) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc^2$
- 13) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G^2 \cdot Dc$
- 14) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc^2$
- 15) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G^2 \cdot Dc$
- 16) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc + \beta_3 G^2 \cdot hc$
- 17) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G \cdot Dc^2$
- 18) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc + \beta_3 G \cdot hc^2$
- 19) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G^2 \cdot Dc + \beta_4 Dc$
- 20) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G \cdot Dc^2 + \beta_4 Dc$
- 21) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc + \beta_3 G^2 \cdot hc + \beta_4 hc$
- 22) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc + \beta_3 G \cdot hc^2 + \beta_4 hc$
- 23) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G^2 \cdot Dc + \beta_4 G \cdot Dc^2 + \beta_5 Dc$
- 24) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot hc + \beta_3 G^2 \cdot hc + \beta_4 G \cdot hc^2 + \beta_5 hc$
- 25) $V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G \cdot hc + \beta_4 G \cdot Dc^2 + \beta_5 G^2 \cdot hc$
- 26) $\ln V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G \cdot hc + \beta_4 G^2 \cdot Dc + \beta_5 G^2 \cdot hc^2$
- 27) $\ln V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G \cdot hc + \beta_4 G \cdot Dc^2 + \beta_5 G^2 \cdot hc^2$
- 28) $\ln V = \beta_0 + \beta_1 G + \beta_2 G \cdot Dc + \beta_3 G \cdot hc + \beta_4 G^2 \cdot Dc + \beta_5 G \cdot hc^2$

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O modelo de melhor ajuste para a avaliação do volume de biomassa (st/ha) foi o de número 27 com erros padrões transformados para o volume não logaritmicado de acordo com a formulação apresentada por MEYER (1938).

4.1 SAVANA ARBÓREA DENSA (CERRADÃO)

$$\ln V_{st} = 1,599482 - 0,765458 \cdot G + 0,667473 \cdot G \cdot Dc + 0,079905 \cdot G \cdot hc - 0,107597 \cdot G \cdot Dc^2 - 0,0066086 G^2 \cdot hc$$

onde,

V_{st} = volume (st/ha)
 G = área basal (m^2/ha)
 Dc = diâmetro da copa médio
 hc = altura da copa

sendo,

$$R^2 = 0,901568$$
$$\Delta_{xy} = 38,79\%$$

4.2 SAVANA ARBÓREA ABERTA (CAMPO CERRADO)

$$\ln V_{st} = 1,564825 + 0,642217 \cdot G - 0,273266 \cdot G \cdot Dc + 0,082147 \cdot G \cdot hc + 0,050718 \cdot G \cdot Dc^2 - 0,0084223 G^2 \cdot hc$$

sendo,

$$R^2 = 0,85298$$
$$\Delta_{xy} = 30,68\%$$

Através de um dos critérios para a seleção do melhor modelo (coeficiente de determinação) denota-se que a função apresentou um grau de ajustamento amplamente satisfatório para as duas formações estudadas.

No tocante a seleção do melhor modelo, HOSOKAWA & SCHNEIDER (1978) usaram como critérios o coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa, índice de Furnival e distribuição uniforme dos valores residuais.

A FUPEF (Fundação de Pesquisas Florestais do Paraná), em 1973, considerou hierarquicamente a menor somatória dos resíduos, o maior coeficiente de correlação e menor erro padrão da estimativa, os critérios para a escolha do melhor modelo de equação de regressão. Ressaltam ainda os autores que, em termos de coeficientes de correlação e erro padrão, a seleção do melhor modelo pode neles basear-se quando a função é aritmética, mas no caso de exponenciais ou logarítmicas, esta metodologia não pode ser aplicada devido à transformação que os dados sofrem quando se aplica logaritmo.

BEMERGUI (1980) estabeleceu como critérios para a seleção do melhor modelo de equação o erro padrão da variável dependente transformada e o erro padrão residual, sendo o primeiro usado para comparação entre modelos aritméticos e não aritméticos de quaisquer naturezas. Afirma ainda que, ao transformar o erro padrão das equações logarítmicas e hiperbólicas pela retro-transformação, estes podem ser diretamente comparados com o erro padrão da estimativa das equações aritméticas, sem o uso do índice de Furnival.

TABELA 1
SUMÁRIO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS (VOLUME)
SAVANA ARBÓREA DENSA (CERRADÃO)

MÉDIA (st/ha)	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	ERRO PADRÃO	ERRO DE AMOSTRAGEM %	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %	INTERVALO DE CONFIANÇA			
						95%	99%		
93,73	2797,30	52,89	11,83	12,62	56,43	69,42	119,04	60,28	128,18

TABELA 2
SUMÁRIO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS (NÚMERO DE ÁRVORES)
SAVANA ARBÓREA DENSA (CERRADÃO)

MÉDIA (N/ha)	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	ERRO PADRÃO	ERRO DE AMOSTRAGEM %	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %	INTERVALO DE CONFIANÇA			
						95%	99%		
687	27222,10	146,99	36,89	5,37	24,02	609	764	581	792

TABELA 3
SUMÁRIO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS (VOLUME)
SAVANA ARBÓREA DENSA (CERRADÃO)

MÉDIA (st/ha)	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	ERRO PADRÃO	ERRO DE AMOSTRAGEM %	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %	INTERVALO DE CONFIANÇA			
						95%	99%		
69,22	228,31	15,11	1,69	2,44	21,83	65,86	72,59	64,75	73,70

TABELA 4
SUMÁRIO DOS RESULTADOS ESTATÍSTICOS (NÚMERO DE ÁRVORES)
SAVANA ARBÓREA ABERTA (CAMPO CERRADO)

MÉDIA (N/ha)	VARIÂNCIA	DESVIO PADRÃO	ERRO PADRÃO	ERRO DE AMOSTRAGEM %	COEFICIENTE DE VARIAÇÃO %	INTERVALO DE CONFIANÇA			
						95%	99%		
718	22019,04	148,39	16,59	2,31	20,67	684	750	673	761

5 APLICAÇÃO PRÁTICA DAS EQUAÇÕES

As equações selecionadas foram utilizadas para a avaliação do volume de biomassa das formações Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado) e Savana Arbórea Densa (Cerradão) existentes na área abrangida pela Folha SE.22 Goiânia, situada entre os paralelos 16° e 20°S e os meridianos 36° e 42° WGr e compreendendo partes dos Estados de Goiás e Minas Gerais. Os resultados obtidos em áreas de Savana Arbórea Densa (Cerradão), notadamente para a variável volume e em especial as medidas de dispersão, levam a suposição que a grande va-

riabilidade existente não é devido a fatores naturais (tab.1). Isto se dá porque os solos sob esta formação normalmente não apresentam grandes diferenciações físicas e químicas capazes de causar tamanha variação. Os dados da tab. 2 reforçam a hipótese de que a ação antrópica vem exercendo uma influência marcante na estrutura da vegetação ou seja, os indivíduos de maior porte vem sendo retirados paulatina mas inexoravelmente, causando assim grande variação no volume quando se amostra sucessivamente diferentes locais dentro da mesma formação. Então, aos remanescentes de pequeno porte deve ser atribuído o relativamente baixo coeficiente de variação do número de árvores, quando comparado com o do volume.

Na Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado), os resultados constantes das tab. 3 e 4 evidenciam uma certa homogeneidade das variáveis volume e número de árvores, o que equivale dizer que a interferência humana não se processou de uma forma desuniforme de modo a causar variações expressivas na potencialidade e na densidade da área inventariada. Por consequência os parâmetros de dispersão, notadamente o desvio padrão e o coeficiente de variação situaram-se em patamares plenamente satisfatórios.

A variabilidade pedológica provavelmente é responsável pelas pequenas diferenças existentes.

6 CONCLUSÕES

O levantamento quantitativo (volume de biomassa em estôreos por ha) das áreas de Savana (Cerrado) da região Centro-Oeste do Brasil através das equações de regressão desenvolvidas para a Savana Arbórea Densa (Cerradão) e Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado) constitui-se num instrumento da mais alta relevância para o aproveitamento do material lenhoso existente, visando a produção de carvão vegetal para fins industriais. Os modelos testados foram montados de tal forma a permitir a melhor solução para o proposto e difícil problema de se obter estimativas do volume de biomassa por unidade de área. O modelo escolhido apesar de ter apresentado bom ajustamento estatístico apresentou um erro percentual relativamente alto quando retransformado para o volume na forma não logaritimizado. Foi o melhor resultado que se pode conseguir para tal concepção. Por outro lado há que se atentar para o grande desperdício desta matéria-prima, quando da implantação de projetos agropecuários, sem que a ela seja dada uma destinação econômica, compatível com a importância que representa para o Parque Siderúrgico Nacional. Mesmo que isto venha ocorrer, é de todo necessário que sua utilização tenha conotações racionais. A não observância deste preceito implica, a curto prazo, na carência de carvão vegetal originado da vegetação nativa, sem uma contrapartida positiva que é o aproveitamento da matéria-prima produzida em decorrência dos reflorestamentos. Em outras palavras, corre-se um perigoso risco de se criar um hiato entre o esgotamento da matéria-prima proveniente da vegetação natural e a imaturidade dos plantios de eucalipto, específicos para a produção de carvão vegetal. Projeções de MELLIN (1977) revelam que o consumo do carvão vegetal em 1985 deverá ficar em torno de 21.000.000 MDC e os reflorestamentos deverão contribuir com aproximadamente 10.000.000 MDC, se confirmadas as expectativas de um incremento de 25 st/ha/ano.

Como se vê, o aproveitamento adequado dos recursos lenhosos da Savana (Cerrado) extrapola as medidas de caráter essencialmente técnico e depende de outras de ordem institucionais e, sobretudo, de conscientização.

Outrossim, os resultados obtidos com a utilização das equações de regressão selecionadas para as duas formações de Savana (Cerrado), em termos de potencialidade média (estôreo/ha), viabilizam a utilização destes recursos em escala industrial, mesmo considerando o atual nível de degradação de suas áreas.

Finalmente, ressalta-se um aspecto surpreendente em relação ao coeficiente de variação. Normalmente, a Savana Arbórea Densa (Cerradão) é mais uniforme estruturalmente, devido, dentre outros fatores, a pouca variabilidade de seus solos. Nestas condições, esta medida de dispersão deveria apresentar um valor relativo inferior ao da Savana Arbórea Aberta (Campo Cerrado) que, normalmente, ocorrem nos mais diferenciados tipos de solos. A inversão desta tendência ampara-se unicamente no fato de que, na formação densa, existe uma maior intensidade antrópica, dada melhor capacidade física e química de seus solos, mais propícia à implantação de outras atividades agrícolas.

7 LITERATURA CITADA

- BEMERGUI, F.A.S. 1980. Relações hipsométricas e relação entre altura total e altura comercial, na floresta tropical do Centro Florestal Herrera, Iquitos-Peru. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 81 p. Dissertação de Mestrado.
- BRASIL, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal. 1973. Diretrizes para o problema do carvão vegetal na siderurgia. Boletim Técnico, Rio de Janeiro (3):1-102.
- COLLARES, J.E.R. 1979. Avaliação de dois métodos de amostragem numa floresta tropical do Maranhão e influência dos processos de mapeamento e determinação de áreas. Curitiba, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, 112 p. Dissertação de Mestrado.
- FAO, Roma. 1974. Manual de Inventário Florestal; com especial referência a los Bosques mixtos tropicales. Roma. 195 p.
- FUNDAÇÃO DE PESQUISAS FLORESTAIS DO PARANÁ. 1978. Inventário Florestal do pinheiro no Sul do Brasil. Curitiba, IBDF, 327 p.
- HEISEKE, D.R. 1976. Estudos de tipologias florestais de cerrado na região central de Minas Gerais. Brasília, PRODEPEF, 58 p. (Série Técnica, 7) Convenio PNUD/FAO/IBDF/BRA-45.
- HUSCH, B.; MILLER, C.J.; BEERS, T.W. 1971. Forest Mensuration. 2 ed. New York, Ronald Press, 410 p.
- MEYER, H.A. 1938. The standard error of estimate of tree volume from the logarithmic volume equation. Journal of Forestry 36:340-342.
- SCHNEIDER, P.R. & HOSOKAWA, R.T. 1978. Estudo de equações volumétricas para tabelas de volumes com e sem casca para acácia negra (*Acacia mearnsii* de WLD). In: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 3., Manaus, 1978. Anais. São Paulo, Sociedade Brasileira de Silvicultura, V.2, p. 90-5.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ. 1972. Centro de Pesquisas Florestais & Fundação Zoobotânica do Distrito Federal - Inventário Florestal do Distrito Federal. Curitiba, 198 p.

Sistema Automatizado para Processamento de Dados de Inventário Florestal para a Região Amazônica – INVENT

RUY A. SÁ RIBEIRO

Centro de Pesquisa de Produtos Florestais – INPA

Summary

The National Research Institute for Amazonia (INPA) and Atlantic-Veneer da Amazonia have developed a computer program for forest inventory data processing. The program INVENT is specially suited for the analysis of inventory data of the heterogeneous Amazonian Forest. It provides results of forest inventories through data processing, and generates tables giving precise details related to the quality and quantity of the standing timber in the forest under consideration.

Resumo

O Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) e a Atlantic-Veneer da Amazônia, desenvolveram um programa de computação para processamento de dados de inventários florestais. O programa INVENT efetua cálculos e obtém resultados para inventários florestais, gerando tabelas necessárias para análise de potencialidade econômica da floresta inventariada. O programa foi especialmente desenvolvido para atender às peculiaridades e complexidades da análise de inventários da heterogênea Floresta Amazônica.

INTRODUÇÃO

Embora a Amazônia Brasileira ocupe 280 milhões de hectares de floresta e detenha a maior reserva mundial de madeira tropical, com um volume em pé estimado em 18 bilhões de metros cúbicos, o desenvolvimento do setor florestal resente-se ainda de um número restrito de inventários.

Para sobrepujar este problema na Amazônia Brasileira, o INPA e a Atlantic-Veneer uniram esforços para desenvolver o programa INVENT, um sistema automatizado com aplicação específica para inventários florestais realizados na Região Amazônica - discriminando espécies por classe de peso, determinando aquelas que flutuam e as que não-flutuam. Esta informação permite uma análise mais acurada para a economia de transportes.

É de real importância a utilização de programas de computação para processamento de dados de inventários florestais, pois além de acuracidade e rapidez na obtenção de resultados, todas as informações podem ser armazenadas num banco de dados e atualizadas quando necessário.

TABELAS EMITIDAS

O programa elabora seis tabelas padrões, assim discriminadas:

TABELA 1 - Determinação de volume, número de árvores e área basal, dentro de cada amostra, por classe comercial (exportação, mercado interno, não-comercializadas) e classe de peso (flutuam, não-flutuam, peso desconhecido).

São calculados e impressos em tabela adicional os resultados estatísticos concernentes a volume médio por

hectare, número de árvores médio por hectare, área basal média por hectare, desvio padrão, erro padrão, coeficiente de variação, limite de erro, limite de confiança e intervalo de confiança.

Tabela 2 - Relação de todas as espécies, espécies comerciais e espécies comerciais que flutuam, com diâmetro acima de 25 cm, com suas respectivas classes comerciais e de peso, número de árvores por hectares e percentagem do volume total.

Tabela 3 - Determinação de volume por hectare, número de árvores por hectare e área basal por hectare, dentro de cada classe de qualidade (qualidade de fuste, qualidade de copa) e classe de diâmetro, discriminando classe comercial (exportação, mercado interno, não-comercializadas) e classe de peso (flutuam, não-flutuam, peso desconhecido).

Tabela 4 - Determinação de volume por hectare e número de árvores por hectare, dentro de cada classe comercial (comercializadas, não-comercializadas), posição da copa (dominante, co-dominante, supressa), e classe de peso (flutuam, não-flutuam).

Tabela 5 - Determinação de volume por hectare e número de árvores por hectare, por classe de qualidade (qualidade de fuste, qualidade de copa) de cada espécie e por classe de diâmetro (DAP < 45 cm, DAP ≥ 45 cm).

Tabela 6 - Determinação de volume médio por hectare e volume mínimo por hectare por classe comercial (exportação, mercado interno, comercializadas, não-comercializadas, total) e classe de peso (flutuam, não-flutuam, peso desconhecido, total).

DOCUMENTAÇÃO

O Manual do Usuário do INVENT contém informações sobre coleta e entrada de dados necessários para o seu processamento, além de métodos para verificação de consistência dos resultados.

LINGUAGEM

O programa INVENT foi escrito em FORTRAN, contendo cerca de 2.000 linhas, das quais cerca de 50% são comentários.

UTILIDADE

O INVENT é de grande utilidade para empresas e instituições envolvidas com Inventário Florestal e para apresentação de projetos florestais junto ao IBDF e SUDAM, e empresas que estejam planejando manejar as florestas com técnicas de rendimento auto-sustentável.

DISPONIBILIDADE

Usuários interessados na utilização do INVENT em seus projetos de Inventário Florestal, devem contactar o INPA e/ou a Atlantic-Veneer, nos seguintes endereços:

- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA)
Estrada do Aleixo, 1756
Caixa Postal, 478
Manaus, AM (69000)
Telex: 922269 INPA BR
Tel: (092) 236-5860

- Atlantic-Veneer da Amazônia
Rua Stone, s/ nº - January
Caixa Postal 86
Itacoatiara, AM (69000)
Tel: (092) 521-1071

EXEMPLIFICAÇÃO

As tabelas apresentadas a seguir exemplificam o "output" do programa INVENT.

RELACAO DAS ESPECIES DE ARVORES EXISTENTES NA AREA ESTUDADA:

341032	PLURII	DUNCIA YACONIFOLIA
342011	CLARUBA	VECHYSIA MAXIMA
346511	CLARUBA-CO-VARZEA	VECHYSIA SP.
347512	RIBEIRO	ECHWEILERA SP.
349012	ROXINGO	MICROCARPUS FASTIGIATUS
352222	SABCARASA	SHARTZIA LAEVICARPA
353531	SARNABET-DE-INDIO	NAG IDENTIFICADO
354021	SERINGA-VERMELHA	PEVEA GUIAENSIS
355031	SERINGARANA	MABEA JAGUARI
356011	SERINGUEIRA	PEVEA BRASILIENSIS
356412	SUCUPIRA	DIPLODROPIUS PURPUREA
357112	SUCUPIRA-AMARELA	ECNOCICHA KITIDA
357112	SUCUPIRA-CO-IGAPO	DIPLODROPIUS HARTIUSII
358011	SUMAUVA	CEIBA PENTANDRA
360031	TACACAZEIRA	SITCHOLIA ELATA
361522	TAPIRUBA	EUCFENARIA SP.
362232	TAPURA	TAPURA SP.
362531	TANCANI	MABEA CAUDATA
367022	TARCPA	VITEX TRIFLORA
372021	TUARI	CARINANA SP.
373022	TAXI	TACHIGALIA MYRHEGOPHYLLA
375022	TAXI-VERMELHO	SCLEROCYBIUM RELANOCARPUM
380022	TENTU	CRONIA MOBILIS
391531	URUAZEIRO	NAG IDENTIFICADO
393031	UFUCURANA	SLGAREA NIIDA
393531	URUCURANA-CACAU	SLGAREA SP.
395222	UNI-DE-CUTIA	ENCCPLEURA SP.
400531	VASSOURA	CROTON SP.
408011	VINCLA	VITICLA SP.
409012	XIXUA	PAYSONES GUYANENSIS
409031	NAG IDENTIFICADO	NAG IDENTIFICADO

RELACAO DAS CLASSES DE ENTRADA:

1=PLANTICIE	2=ARVORE	FAIXA	AMOSTRA	QUADRA	ARVORE	CLASSE DE CAP	CLASSE DE FUSTE	ALTURA COMERC.	ALTURA TOTAL	POS. COPA	QUAL. COPA	CLASSE ESPECIES	CLASSE COMERC.	CLASSE PES.
1	1	31	2	2	3	3	1	6	12	3	2	2040	2	?
1	1	31	2	2	4	3	1	8	14	3	2	2100	3	?
1	1	31	2	2	5	6	1	10	16	3	2	2100	3	?
1	1	31	2	2	6	7	2	12	17	2	1	2500	1	?
1	1	31	2	2	7	3	3	8	16	2	2	2340	2	?
1	1	31	2	2	8	3	1	10	16	2	2	2040	2	?
1	1	31	2	2	9	3	1	8	18	2	2	2040	2	?
1	1	31	2	2	10	3	1	8	16	2	2	560	3	?
1	1	31	2	2	11	6	1	10	15	1	1	3475	3	?
1	1	31	2	3	1	3	1	10	15	2	1	3560	1	?
1	1	31	2	3	2	4	2	6	8	2	2	965	2	?

TABELA 1-20 - VOLUME EM M³ POR AMOSTRA DAS ESPECIES DE PLANTICIE COM CAP TOTAL DO ACIMA DE 25 CM DE TODAS AS ESPECIES E DE TODAS AS CLASSES DE PESO.

FAIXA	AMOSTRA				TOTAL	M ³	M ³ /HA
	1	2	3	4			
1	58.83	30.80	39.60	30.08	159.31	1.20	132.76
2	59.48	44.00	0.00	0.00	103.48	0.60	172.47
3	49.23	61.80	50.91	0.00	161.94	0.90	179.94
4	58.25	40.96	48.42	64.96	212.60	1.20	177.16
5	44.62	35.27	78.46	64.09	222.44	1.20	185.36
6	50.22	83.75	0.00	0.00	133.97	0.60	225.28
7	15.39	0.00	0.00	0.00	15.39	0.30	51.30
8	77.57	0.00	0.00	0.00	77.57	0.30	258.56
9	43.50	79.92	0.00	0.00	123.42	0.60	205.70
10	73.12	0.00	0.00	0.00	73.12	0.30	243.79
11	61.05	0.00	0.00	0.00	61.05	0.30	205.51
12	74.54	0.00	0.00	0.00	74.54	0.30	248.42
13	21.25	0.00	0.00	0.00	21.25	0.30	70.83
14	47.73	0.00	0.00	0.00	47.73	0.30	159.10
15	55.85	0.00	0.00	0.00	55.85	0.30	186.16
16	48.40	0.00	0.00	0.00	48.40	0.30	162.37
17	50.22	40.66	0.00	0.00	100.88	0.60	167.53
18	36.44	0.00	0.00	0.00	36.44	0.30	121.45
19	84.78	0.00	0.00	0.00	84.78	0.30	282.62
20	66.79	50.99	34.50	0.00	152.28	0.90	169.20
21	14.91	88.53	0.00	0.00	103.44	0.60	159.02
22	60.82	50.92	27.53	60.36	200.02	1.20	166.68
23	41.86	0.00	0.00	0.00	41.86	0.30	139.53
24	38.81	0.00	0.00	0.00	38.81	0.30	129.36
25	32.45	0.00	0.00	0.00	32.45	0.30	108.16
26	37.60	62.54	36.82	0.00	136.96	0.90	152.18
27	39.74	45.66	0.00	0.00	85.40	0.60	143.00
28	53.30	0.00	0.00	0.00	53.30	0.30	177.66
29	40.03	0.00	0.00	0.00	40.03	0.30	133.44
30	41.83	0.00	0.00	0.00	41.83	0.30	139.45
31	32.47	27.47	0.00	0.00	59.95	0.60	99.91

PARAMETROS	SIMBOLOS	VALORES
RENTIA	R	165.53
DESVIO PADRAL	S	55.95
ERRO PADRAL	Sx	7.47
COEF. DE VARIACAO	CVX	33.79
LIMITE DE ERRO	LEX	9.05
LIMITE DE CONFIANCA	LC	14.79
INTERVALO DE CONFIANCA		150.54 A 180.51

(*) ESTE SIMBOLO IDENTIFICA UMA AMOSTRA.
* FALTA DESTA TABELA QUE NAO HOUVE AMOSTRA NESTA PESTICAO.

TABELA 2.3 - RECUPERAÇÃO DAS ESPÉCIES COMERCIAIS NA PLANÍCIE QUE ILGUAAM
COM TAP. IGUAL OU ACIMA DE 25CM - EXPERIÊNCIAS E MERCADO INTERIO

ACRE VOLGAR	CLASSE COMERC.	ÁRVORES		VOLUME M ³ /HA
		NUM./HA	ÁREA	
SERINGUEIRA	1	5.00	10.12	19.4
CACHO	1	2.08	3.36	10.5
FUIRATINDA	1	3.21	4.33	8.5
POTUI	2	3.57	3.71	7.1
CABANA-VERDELA	2	1.07	5.25	5.2
VIROLA	1	1.43	2.45	4.7
MURCUPA	2	1.61	2.46	4.7
CAYAGUAX	2	0.89	2.22	4.2
JACAREUBA	1	0.65	2.10	4.0
PACACARECUIA	1	0.36	2.29	4.3
PAL-COCE	2	0.65	1.60	3.1
ZEZACU	1	0.48	1.95	3.0
TACART	2	0.54	1.35	2.6
LEUCO-INFAVA	1	0.30	1.20	2.3
LULTE-PRIO	1	0.42	1.02	2.0
FATICAKAKA	2	0.71	0.93	1.8
SUFALVA	1	0.12	0.92	1.8
ERVINA	2	0.77	0.89	1.7
PARUPA-REXO	2	0.48	0.85	1.6
ERVINA-AMARELA	2	0.65	0.75	1.4
CACHORAKA	1	0.36	0.95	1.8
LCRC-AMARELO	2	0.30	0.97	1.9
PARUPA	1	0.24	0.42	0.8
ERVINA-ROSA	2	0.36	0.26	0.5
LCRC-AMARELO	2	0.12	0.25	0.5
PCINATINDA-VERDELA	1	0.24	0.22	0.4
GUADUA	1	0.36	0.23	0.4
ERVINA-BRANCA	2	0.24	0.15	0.3
GUADUA-CX-VERDE	1	0.36	0.11	0.2
LCRC-ROSA	2	0.66	0.11	0.2
GUAC-CE-CUARITA	2	0.24	0.13	0.2
SERINGA-VERDELA	2	0.12	0.10	0.2
PARUPA	2	0.06	0.07	0.1
FRUTICOLEIRA-AMARELA	2	0.06	0.04	0.1
CCFIRAPARA	2	0.06	0.02	0.0
LCRC-ROSA	2	0.06	0.02	0.0
TOTAL.....		28.15	52.24	100.0

* CLASSE COMERCIAL EXPERIÊNCIA
2= MERCADO INTERIO
3= NÃO COMERCIALIZADA

TABELA 3.20 - VOLUME EM M³ POR HECTARE POR CATEGORIA DE QUALIDADE DAS ESPÉCIES DE PLANÍCIE DE TODAS AS ESPÉCIES DE TODAS AS CLASSES DE PESO.

CLASSIF. (DAP)	CLASSE DE QUALIDADE DAS ÁRVORES (*)												
	SUB* 1			SUB* 2			SUB* 3			TOTAL			
	1=1	1=2	2=1	2=2	TOTAL	1=3	2=3	TOTAL	3=1	3=2	3=3	TOTAL	TOTAL
1 25-34	10.47	1.40	3.14	0.50	15.51	0.25	0.09	0.34	1.78	0.63	0.21	2.62	18.74
1 35-44	14.24	2.22	4.40	1.45	22.49	0.55	0.12	0.67	3.03	0.95	0.06	4.04	27.23
1 SUB-TOTAL	24.91	3.62	7.53	1.94	38.00	0.80	0.21	1.01	4.81	1.58	0.26	6.65	45.97
1 45-54	18.01	2.42	2.94	1.01	22.38	0.28	0.37	0.64	4.24	0.43	0.32	4.97	29.00
1 55-64	15.06	1.92	4.10	0.86	21.94	0.45	0.12	0.57	4.55	0.90	0.34	5.78	28.78
1 65-74	9.00	1.24	3.23	0.27	14.82	0.00	0.22	0.22	1.34	1.00	0.36	2.97	17.73
1 75-84	13.62	1.17	2.96	0.25	17.98	0.29	0.49	0.78	1.67	0.61	0.00	2.28	20.63
1 85-94	5.18	0.39	0.29	0.00	5.86	0.37	0.00	0.37	0.96	0.00	0.00	1.06	7.18
1 95-104	3.55	0.55	0.54	0.00	4.68	0.00	0.00	0.00	1.02	0.95	0.00	1.87	6.55
1 105-114	1.31	0.00	0.00	0.00	1.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.31
1 115-124	4.74	0.00	1.38	0.00	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.12
1 125-134	1.87	0.00	1.03	0.00	2.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.89
1 135-144	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 145+	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1 SUB-TOTAL	71.22	7.73	16.04	2.38	97.37	1.37	1.20	2.57	13.96	3.79	2.17	19.92	119.16
1 TOTAL	96.12	11.34	23.57	4.33	135.36	2.17	1.41	3.58	18.77	5.37	2.44	26.58	165.53

(*) - CLASSES DE QUALIDADE DAS ÁRVORES
CLASSE DE FUSTE - CLASSE DE QUALIDADE DA COPA

1-1 FUSTE BEM FORMADO, COPA ADEQUADA
1-2 FUSTE BEM FORMADO, COPA INTERMEDIÁRIA

2-1 FUSTE ACEITAVEL, COPA ADEQUADA
2-2 FUSTE ACEITAVEL, COPA INTERMEDIÁRIA

3-1 FUSTE BEM FORMADO, COPA NÃO ADEQUADA
3-2 FUSTE ACEITAVEL, COPA NÃO ADEQUADA

3-3 FUSTE INAPROVEITAVEL
3-2 FUSTE INAPROVEITAVEL
3-1 FUSTE INAPROVEITAVEL

TABELA 4 - RELACAO DAS ESPECIES COMERCIALIZADAS NA PLANICIE COM COPA DOMINANTE POR VOLUME EM M3

ESPECIES	DIAMETRO (DAP) EM CM											TOTAL
	25-34	35-44	45-54	55-64	65-74	75-84	85-94	95-104	105-114	115-124	125+	
BERINGUEIRA	0.00	0.00	0.40	1.68	0.20	0.91	0.00	0.91	0.00	0.00	0.00	1.68
CASTANHA-VERMELHA	0.00	0.16	0.46	0.79	0.79	0.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	2.49
CAJAZEIRO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.51	0.00	1.06	0.00	2.04
CAYUGUA	0.00	0.00	0.20	0.18	0.00	0.97	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	1.78
CAJUEIRO	0.00	0.00	0.00	0.16	0.00	0.30	0.49	0.00	0.72	0.00	0.00	1.67
VIÇÇA	0.00	0.26	0.30	0.64	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.58
JACARANDA	0.00	0.09	0.34	0.00	0.29	0.37	0.00	0.46	0.00	0.00	0.00	1.58
PI-COQUE	0.00	0.00	0.00	0.75	0.22	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.35
FOFÓ	0.00	0.36	0.32	0.40	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.26
FOFÓ	0.00	0.00	0.33	0.78	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.23
TALARI	0.00	0.10	0.12	0.29	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.07
ASSACU	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.75	0.00	1.04
SUPUNA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49	0.43	0.00	0.00	0.00	1.02
FUTATEIA	0.13	0.09	0.23	0.18	0.23	0.00	0.39	0.00	0.30	0.00	0.00	1.54
LOCOP-IMPACT	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.37	0.00	0.00	0.00	0.76
PATCANAN	0.00	0.00	0.24	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.71
LOCOP-FRITO	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.49
LOCOP-ABAREL	0.00	0.00	0.14	0.00	0.00	0.21	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.47
ENVIARA	0.00	0.00	0.14	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.43
ENVIARA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.29
ENVIARA-ABAREL	0.15	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.27
LOCOP-ABAREL	0.00	0.00	0.00	0.22	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22
QUARUBA	0.00	0.00	0.00	0.20	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.20
PARUP-BAIXO	0.04	0.00	0.13	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17
LOCOP-FRITO	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
ENVIARA-FRITA	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
TOTAL	0.69	1.61	3.53	6.82	2.79	4.74	1.30	2.47	0.72	1.79	0.09	25.48

TABELA 5 - CLASSIFICACAO DAS ESPECIES DE DAP DE 25 A 44 CM POR NECIARE

ESPECIES	CLASSIFICACAO DE QUALIDADE DAS ARVORES (%)												TOTAL	
	SUB I					SUB II					TOTAL			
	1-1	1-2	2-1	2-2	TOTAL	1-3	2-3	TOTAL	3-1	3-2		3-3		
ACURANA	0.06	0.10	0.30	0.13	1.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.22	0.03	0.00	0.24	1.62
ACURANA-FRITO	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
ACURANA-MASSAPALCHA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ACURANA	0.04	0.03	0.31	0.09	0.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.11	0.58
ACURANA	0.30	0.00	0.00	0.03	0.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.33
ACURANA	0.19	0.03	0.00	0.00	0.31	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.10	0.48
ARACARANA	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ARAPATI	0.27	0.12	0.00	0.00	0.44	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.44
ASSACU	0.03	0.00	0.00	0.00	0.06	0.14	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
BRASQUINHA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.11
BUYU	0.00	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAPIARI	0.17	0.03	0.21	0.11	0.51	0.00	0.00	0.00	0.00	0.17	0.00	0.00	0.17	0.68
CARAPANALCHA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CATIBE	0.31	0.00	0.00	0.00	0.38	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.38
CATIBE	0.37	0.00	0.10	0.00	0.53	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.53
CASTANHA-VERMELHA	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
CASTANHA-VERMELHA	0.04	0.00	0.00	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
CASTANHA-VERMELHA	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
CASTANHA-VERMELHA	0.26	0.05	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
CAYUGUA	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
CAJUEIRO	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
CAJUEIRO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CAYUGUA	0.04	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
CAYUGUA	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
CAYUGUA	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
ENVIARA	0.27	0.00	0.13	0.00	0.40	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.40
ENVIARA	0.32	0.00	0.00	0.00	0.32	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.32
ENVIARA	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
ENVIARA	1.09	0.00	0.38	0.00	1.47	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.47
ENVIARA	0.05	0.00	0.00	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.05
ENVIARA	0.18	0.00	0.00	0.00	0.18	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.18
ENVIARA	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
FAVA-ARABICA	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.04
FAVEIRA	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
LOCOP-ABAREL	0.04	0.00	0.03	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
LOCOP-ABAREL	0.03	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
LOCOP-ABAREL	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
LOCOP-ABAREL	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
LOCOP-ABAREL	0.55	0.20	0.40	0.05	1.20	0.05	0.00	0.00	0.10	0.07	0.03	0.00	0.15	1.45
LOCOP-ABAREL	0.96	0.21	0.00	0.02	1.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.19
LOCOP-ABAREL	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
LOCOP-ABAREL	0.10	0.00	0.00	0.00	0.10	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.10
LOCOP-ABAREL	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
LOCOP-ABAREL	0.19	0.00	0.00	0.00	0.19	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.19
LOCOP-ABAREL	0.31	0.00	0.14	0.00	0.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.45
LOCOP-ABAREL	0.13	0.10	0.00	0.00	0.23	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.23
LOCOP-ABAREL	0.06	0.00	0.00	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06
LOCOP-ABAREL	0.07	0.00	0.00	0.00	0.07	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
LOCOP-ABAREL	0.85	0.00	0.45	0.00	1.30	0.00	0.00	0.00	0.51	0.20	0.00	0.00	0.00	2.01

TABELA E.1 - VOLUME MÍNIMO EM M3/HA DE OAP
ACIMA OU IGUAL A 25CM NA PLANÍCIE.

PERCADO	QUE FLUTUAM	QUE NAO FLUTUAM	DE PESO INCERTO	TOTAL
EXPORTACAO	32.65	16.29	0.00	48.94
INTERNO	19.58	62.71	0.00	82.29
SUB-TOTAL	52.24	79.00	0.00	131.24
NAO COMERCIAL	13.31	18.36	2.62	34.29
TOTAL	65.55	97.36	2.62	165.53

TABELA E.2 - VOLUME MÍNIMO EM M3/HA DE OAP
ACIMA OU IGUAL A 25CM NA PLANÍCIE.

PERCADO	QUE FLUTUAM	QUE NAO FLUTUAM	DE PESO INCERTO	TOTAL
EXPORTACAO	26.00	11.16	0.00	37.16
INTERNO	15.77	53.92	0.00	69.69
SUB-TOTAL	41.77	65.08	0.00	106.85
NAO COMERCIAL	10.20	14.92	1.35	26.47
TOTAL	51.97	79.99	1.35	133.31

Efeito do Diâmetro na Medição em Estereos da Madeira de *Eucalyptus saligna* SMITH

JOSÉ DA COSTA SARAIVA FILHO
 MANOEL CARLOS FERREIRA
 Eucatex S.A. Indústria e Comércio

Introdução

Na exploração de eucaliptais destinados ao abastecimento de indústrias de celulose e chapas de fibras de madeira, é rotina um aproveitamento da madeira, até um diâmetro mínimo de 5 - 6 cm.

A Eucatex S/A - Indústria e Comércio, visando um maior aproveitamento de suas florestas, decidiu há algum tempo, diminuir aquele limite para 3,0 cm, na ponta mais fina.

O controle da madeira retirada é medida em estereos, para efeito de pagamento dos cortadores, transportadores e mesmo compra junto a terceiros. Entretanto foram levantadas dúvidas quanto ao real controle da madeira de diâmetros menores (3,0 à 5,0cm) com alegações de que esse material ficaria "disfarçado" na pilha ou carga de um veículo, entre os espaços formados pelas peças de maiores diâmetros.

O presente, objetivou aquilatar os efeitos dos diâmetros menores no volume da madeira empilhada.

Metodologia

Utilizou-se madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, proveniente de um povoamento com 6 anos de idade, em 1ª corte.

A madeira, com casca, cortada em toretes de 2,20 m de comprimento, foi transportada, após 40 dias do corte. No pátio da indústria, localizada em Salto - S.P., foram retirados de 10 (dez) cargas sucessivas, madeira para o preenchimento de gabaritos previamente preparados, visando uniformizar a largura das pilhas, para determinação do volume em estereos. Em seguida foram retirados os toretes com diâmetros inferiores a 5,0 cm e reempilhados, separadamente, os lotes de madeira com diâmetros inferiores a 5,0 cm e superiores a esse diâmetro.

Resultados e Discussão

Os dados obtidos das 10 amostras, constam do Quadro I.

Da análise do Quadro I, observa-se que em alguns casos, quando medidos separadamente, os lotes dos toretes com diâmetros inferiores a 5,0 cm, houve uma diferença para maior. No entanto, no cálculo geral verifica-se uma diferença para menor, ou seja, quando são medidos em separado os lotes de toretes com diâmetros inferiores e superiores a 5,0 cm, o volume final é menor do que quando medidos em conjunto. Essa diferença no entanto, para propósitos práticos, pode ser desprezível.

Assim, pelos dados obtidos, pode-se afirmar que o aproveitamento de material com diâmetros inferiores a 5,0 cm, contribuem

Quadro I - Dados obtidos das diversas amostras de madeira para avaliação volumétrica.

Amostras	Diâmetro Médio (cm)	Amplitude de variação dos diâmetros (cm)	V ₀ Volume total do lote (ST)	V ₁ Volume do lote c/ p acima de 5,0 cm (ST)	V ₂ Volume do lote com p abaixo de 5,0 cm (ST)	V ₃ Soma dos volumes medidos separadamente (ST)	V _D Diferença entre V ₃ e V ₀
1	9,263	4,5-21,0	5,28	4,54	0,60	5,14	() 0,14
2	9,086	3,5-26,0	5,24	4,50	0,61	5,11	(-) 0,13
3	9,821	5,0-24,0	5,45	5,21	0,38	5,59	(+) 0,14
4	9,274	5,0-18,5	4,78	4,09	0,60	4,69	(-) 0,09
5	10,341	4,0-26,0	5,18	4,87	0,45	5,32	(+) 0,14
6	10,504	4,0-23,0	5,15	5,08	0,32	5,40	(+) 0,25
7	9,979	4,0-23,0	5,32	5,15	0,23	5,38	(+) 0,06
8	10,490	5,0-25,5	5,45	5,03	0,31	5,34	(-) 0,11
9	9,140	3,5-20,0	5,10	4,70	0,32	5,02	(-) 0,08
10	10,290	4,0-22,0	5,11	4,55	0,30	4,85	(-) 0,26
TOTAL			52,06	47,72	4,12	51,84	(-) 0,22

NOTA: Os valores constantes da coluna "Amplitude de variação" refere-se aos diâmetros tomados na posição mediana dos toretes.

efetivamente na medição do volume em estereos, não se configuram do portanto, a afirmativa de que esses materiais ficam "disfarçados" em meio à pilhas e/ou carga de um veículo.

Conclusões

Dado ao aproveitamento das reservas próprias da Eucatex S/A - Indústria e Comércio, onde são atualmente, utilizados toretes de madeira de eucalipto, com diâmetros de até 3,0 cm, e face a alegações de que esses materiais (3,0 à 5,0 cm) ficam "disfarçados" no volume total (medidos em estereos) de uma pilha ou carga de um veículo, procurou-se analisar a influência desses materiais na medição volumétrica da madeira, concluindo-se o seguinte:

1 - os toretes de madeira de eucalipto com diâmetros inferiores a 5,0 cm, contribuem efetivamente no volume da pilha ou carga de um veículo, medidos em estereos.

Tabela de Volume com e sem Casca para *Pinus elliottii* ENGELM., da Região do Litoral do Rio Grande do Sul

PAULO RENATO SCHNEIDER
LUIZ ERNESTO GRILLO ELESBÃO
Curso de Engenharia Florestal — UFSM

Resumo

Neste trabalho foram utilizados dados de povoamentos de *Pinus elliottii* ENGELM., de empresas localizadas no litoral do Rio Grande do Sul. Esta região caracteriza-se por possuir um solo extremamente arenoso, de baixa altitude, próximo ao nível do mar.

De acordo com os objetivos propostos, a equação de volume com e sem casca selecionada para as estimativas das tabelas de volume, foi a de SCHUMACHER-HALL:

$$\text{Log } V = b_0 + b_1 \text{Log } d + b_2 \text{Log } h,$$

esta equação apresentou uma boa precisão estatística, sendo que os resíduos apresentaram-se normais e independentes.

1. INTRODUÇÃO

A avaliação da produção em povoamentos florestais envolve a utilização de fator forma ou de equações volumétricas. O problema do uso do fator de forma está nos possíveis erros de estimativa de volume, ocasionados pelo próprio fator de forma que possui uma variação conforme a conicidade das árvores.

Este trabalho tem como objetivo testar tradicionais equações volumétricas, para a confecção de tabelas de volume com e sem casca para *Pinus elliottii* Engelm., para a região do litoral do Estado do Rio Grande do Sul.

Para isto, estabeleceu-se como critério inicial a análise das equações volumétricas, aritméticas e logarítmicas propostas por LOETSCH et al.(1975).

Segundo PAULA NETO(1977), as tabelas de volume são elaboradas para espécies individuais ou para grupos de espécies que estimam o volume por árvore em função do diâmetro, diâmetro e altura, ou diâmetro, altura e classe de forma. Isto, resulta três tipos de tabelas volumétricas: tabela local, tabela regional e tabela formal. Destas, a mais utilizada é a tabela regional que expressa o volume em função do diâmetro à altura do peito e da altura total das árvores.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A espécie estudada no presente trabalho é o *Pinus elliottii* Engelm., amplamente cultivado no Estado, sendo a conífera mais promissora nos reflorestamentos, e principalmente na região do litoral do Rio Grande do Sul.

Os dados são provenientes de empresas localizadas a 29°56' de latitude Sul e 50°30' de longitude oeste, do litoral do Estado do RS.

Segundo a classificação climática de Köppen o clima desta região é do tipo Cfa, com subdivisão I11d, isto é: Clima Sub

tropical com subdivisão formada pela Planície Sedimentar Litorânea Lagunar (MDRENO,1961).

As empresas estão situadas à uma altitude média de 16m, temperatura média anual de 19,6°C, precipitação pluviométrica anual de 1246,5mm e Umidade Relativa média anual de 81% (RUWER,1976).

O solo desta região caracteriza-se por ser altamente arenoso, com ocorrências de dunas.

A amostragem para a cubagem foi feita obedecendo a distribuição normal, por classe de diâmetro.

Para a cubagem utilizou-se o método de SMALIAN, sendo que os diâmetros com e sem casca foram tomados nas seguintes secções ao longo do fuste: 0,10; 0,30; 0,70; 1,30; 2,30; 3,30; até a altura total.

As equações volumétricas testadas são citadas por LOETSCH et al.(1975), como eficientes e apropriados para estimativas de volume. As equações de volume testadas são mostradas conforme quadro 01.

Os modelos de equações foram solucionados através do pacote estatístico SPSS (Statistical Package for the Social Sciences), que utiliza o procedimento Forward de seleção.

Para a seleção da equação para estimar o volume com e sem casca, foi observado o coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa, o valor de F, distribuição dos resíduos Índice de Furnival, e teste de Durbin-Watson para os valores residuais.

Para a equação selecionada foi estudado o comportamento dos resíduos quanto a homogeneidade de variância, normalidade, independência. A homogeneidade de variância foi testada por BARTTLET, a normalidade por KOLMOGOROV-SMIRNOV, e a independência por DURBIN-WATSON, conforme SCHNEIDER(1978).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nos quadros 2 e 3, são apresentados as seguintes estatísticas das equações estudadas para volume com e sem casca, respectivamente.

Entre os modelos de equações volumétricas estudadas, a equação logarítmica 10, proposta por PRODAN, foi a que apresentou o melhor índice de ajuste em relação ao coeficiente de determinação, erro padrão da estimativa e Índice de Furnival, entre os modelos logarítmicos testados. No entanto, a equação logarítmica 12, de variável combinada de SPURR, apresentou também um excelente ajuste, sendo que o valor de F da análise de variância foi o mais significativo entre as equações testadas. Por outro lado, a equação logarítmica 11 de SCHUMACHER-HALL, possibilitou ajustes semelhantes ao da equação de SPURR, em relação ao coeficiente de determinação e erro padrão da estimativa.

No entanto, entre as equações aritméticas estudadas a equação 1 de MEYER foi a que apresentou as melhores precisões estatísticas em relação ao coeficiente de determinação e erro padrão da estimativa. No entanto, as equações aritméticas 2,3,

QUADRO 01: Equações volumétricas testadas, segundo LOETSCH et al(1975)

Nº eq	Variável(ais) Independente(s)	EQUAÇÕES	Autores
1	d,h	$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h + b_5 h$	MEYER
2	d,h	$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2 + b_3 dh + b_4 d^2 h$	MEYER (Modificada)
3	d,h	$V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 dh^2 + b_4 h^2$	NASLUND (Modificada)
4	d,h	$V = b_0 + b_1 d^2 + b_2 d^2 h + b_3 h$	STOATE
5	d	$V = b_0 + b_1 d$	BERKHOUT
6	d,h	$V = b_0 + b_1 d^2 h$	SPURR
7	d	$V = b_0 + b_1 d + b_2 d^2$	HOHENADL-KRENN
8	d	$V = b_0 + b_1 d^2$	KOPEZKY-GEHRHARDT
9	d,h	$V = d^2(b_0 + b_1 h)$	OGAYA
10	d,h	$\text{Log} V = b_0 + b_1 \text{Log} d + b_2 \text{Log}^2 d + b_3 \text{Log} h + b_4 \text{Log}^2 h$	PRODAN (Baden-Wuerttemberg)
11	d,h	$\text{Log} V = b_0 + b_1 d + b_2 \text{Log} h$	SCHUMACHER-HALL
12	d,h	$\text{Log} V = b_0 + b_1 \text{Log}(d^2 h)$	SPURR
13	d	$\text{Log} V = b_0 + b_1 \text{Log} d + b_2 d^{-1}$	BRENAC
14	d	$\text{Log} V = b_0 + b_1 \text{Log} d$	HUSCH

Onde: V = Volume
d = diâmetro a altura do peito
h = altura

QUADRO 02: Equações volumétricas com casca para Pinus elliottii ENGELM.

Nº eq.	COEFICIENTES						R ²	S _{yx}	F	IF	DW
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅					
1	0,26652	0,03729	0,00126	0,00405	0,00009	0,02942	0,98523	0,00761	707,24		2,03604
2	-0,00902	-0,00382	0,00035	0,00048	0,00001		0,98042	0,00869	675,90		1,88402
3	-0,00272	0,00029	0,000001	0,00004	-0,00027		0,97986	0,00881	656,91		1,78250
4	-0,03341	0,00023	0,00002	0,00318			0,97908	0,00890	858,02		1,90942
5	-0,11810	0,01534					0,92458	0,01659	698,76		1,77831
6	0,00505	0,00004					0,97491	0,00957	2215,17		2,02915
7	-0,00530	-0,00094	0,00055				0,96057	0,01210	682,10		2,06884
8	-0,01205	0,00052					0,96045	0,01201	1384,32		2,07314
9	0,00006	0,00004					0,60110	0,00004	85,89		2,18745
10	-9,24193	1,26446	0,34379	11,32540	-5,07075		0,98587	0,03513	942,18	0,00698	2,35989
11	-4,28602	2,06469	0,82980				0,98306	0,03778	1624,52	0,00751	2,14027
12	-4,39720	1,00266					0,98244	0,03812	3189,14	0,00757	2,13560
13	-3,55871	2,21318	-0,50159				0,96924	0,05090	882,30	0,01011	2,25141
14	-3,70639	2,30947					0,96916	0,05052	1791,34	0,01003	2,25134

QUADRO 03: Equações volumétricas sem casca para Pinus elliottii ENGELM.

Nº eq	C O E F I C I E N T E S						R ²	S _{yx}	F	IF	D _W
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅					
1	0,23820	0,03383	0,00110	0,00363	0,00008	0,02634	0,98119	0,00728	552,80		1,96586
2	0,00849	-0,00387	-0,00029	0,00044	0,00001		0,97580	0,00818	544,42		1,75648
3	0,00529	-0,00020	0,000001	-0,00003	-0,00023		0,97524	0,00827	531,77		1,68549
4	-0,03092	0,00016	0,00002	0,00265			0,97442	0,00833	698,41		1,75603
5	-0,10351	0,01291					0,91344	0,01505	601,47		1,90732
6	-0,00022	0,00003					0,97166	0,00861	1954,07		1,78289
7	-0,00463	-0,00136	0,00048				0,95200	0,01131	555,28		2,07679
8	-0,01439	0,00044					0,95166	0,01125	1122,09		2,09624
9	-0,00006	0,00004					0,62114	0,00004	93,45		1,99743
10	-10,37391	1,58294	0,25731	12,68497	-5,65931		0,98111	0,04387	701,32	0,00681	1,96311
11	-4,69183	2,19838	0,97061				0,97779	0,04672	1232,43	0,00725	1,87385
12	-4,76240	1,08035					0,97757	0,04653	2484,56	0,00723	1,86688
13	-3,72525	2,29655	-0,98015				0,96175	0,06131	704,05	0,00952	2,15534
14	-4,01383	2,48471					0,96149	0,06097	1423,20	0,00947	2,13283

QUADRO 04: Tabela de volume com casca para Pinus elliottii Englm do Litoral do RS.

DAP CM	A L T U R A T O T A L (M)									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
5	0,0055	0,0072	0,0089	0,0105	0,0121	0,0136	0,0151	0,0165	0,0180	0,0194
6	0,0080	0,0105	0,0130	0,0153	0,0176	0,0198	0,0220	0,0241	0,0262	0,0282
7	0,0109	0,0145	0,0178	0,0210	0,0242	0,0272	0,0302	0,0331	0,0360	0,0388
8	0,0144	0,0190	0,0235	0,0277	0,0318	0,0359	0,0398	0,0436	0,0474	0,0511
9	0,0184	0,0243	0,0299	0,0353	0,0406	0,0457	0,0507	0,0556	0,0604	0,0652
10	0,0228	0,0302	0,0372	0,0439	0,0505	0,0568	0,0631	0,0691	0,0751	0,0810
11	0,0278	0,0368	0,0453	0,0535	0,0614	0,0692	0,0768	0,0842	0,0915	0,0986
12	0,0333	0,0440	0,0542	0,0640	0,0735	0,0828	0,0919	0,1008	0,1095	0,1181
13	0,0393	0,0519	0,0633	0,0755	0,0869	0,0977	0,1084	0,1189	0,1292	0,1393
14	0,0457	0,0605	0,0745	0,0880	0,1011	0,1139	0,1263	0,1385	0,1505	0,1623
15	0,0528	0,0697	0,0859	0,1015	0,1166	0,1313	0,1456	0,1597	0,1735	0,1872
16	0,0603	0,0797	0,0982	0,1159	0,1332	0,1500	0,1664	0,1825	0,1983	0,2138
17	0,0683	0,0903	0,1113	0,1314	0,1509	0,1700	0,1886	0,2068	0,2247	0,2423
18	0,0769	0,1016	0,1252	0,1479	0,1699	0,1913	0,2122	0,2327	0,2529	0,2727
19	0,0859	0,1130	0,1400	0,1653	0,1899	0,2139	0,2373	0,2602	0,2827	0,3049
20	0,0955	0,1263	0,1550	0,1838	0,2111	0,2378	0,2638	0,2893	0,3143	0,3390
21	0,1057	0,1397	0,1721	0,2033	0,2335	0,2630	0,2917	0,3199	0,3476	0,3749
22	0,1163	0,1539	0,1933	0,2239	0,2570	0,2895	0,3211	0,3522	0,3827	0,4127
23	0,1275	0,1686	0,2077	0,2453	0,2818	0,3173	0,3520	0,3860	0,4195	0,4524
24	0,1392	0,1841	0,2267	0,2678	0,3076	0,3464	0,3843	0,4215	0,4580	0,4939
25	0,1515	0,2002	0,2467	0,2914	0,3347	0,3769	0,4181	0,4586	0,4983	0,5373
26	0,1642	0,2171	0,2675	0,3159	0,3629	0,4087	0,4534	0,4972	0,5403	0,5827
27	0,1775	0,2347	0,2892	0,3415	0,3923	0,4418	0,4902	0,5375	0,5841	0,6299
28	0,1914	0,2530	0,3117	0,3682	0,4229	0,4762	0,5284	0,5795	0,6296	0,6790
29	0,2058	0,2720	0,3351	0,3958	0,4547	0,5120	0,5681	0,6230	0,6769	0,7300
30	0,2207	0,2913	0,3594	0,4245	0,4877	0,5492	0,6093	0,6682	0,7260	0,7830
31	0,2361	0,3122	0,3840	0,4543	0,5218	0,5876	0,6519	0,7150	0,7769	0,8378
32	0,2521	0,3334	0,4107	0,4851	0,5572	0,6274	0,6961	0,7634	0,8295	0,8946
33	0,2687	0,3552	0,4370	0,5169	0,5937	0,6686	0,7418	0,8135	0,8839	0,9532
34	0,2858	0,3779	0,4654	0,5497	0,6315	0,7111	0,7889	0,8652	0,9401	1,0138
35	0,3034	0,4011	0,4941	0,5836	0,6704	0,7550	0,8376	0,9186	0,9981	1,0764

QUADRO 05: Tabela de volume sem casca para *Pinus elliottii* Englm do Litoral do RS.

DAP CM	ALTURA TOTAL (M)									
	5	7	9	11	13	15	17	19	21	23
5	0.0033	0.0046	0.0059	0.0072	0.0084	0.0097	0.0109	0.0122	0.0134	0.0147
6	0.0050	0.0067	0.0088	0.0107	0.0126	0.0145	0.0163	0.0182	0.0201	0.0219
7	0.0070	0.0097	0.0124	0.0150	0.0177	0.0203	0.0229	0.0255	0.0281	0.0307
8	0.0094	0.0130	0.0160	0.0202	0.0237	0.0272	0.0307	0.0343	0.0377	0.0412
9	0.0121	0.0163	0.0213	0.0261	0.0307	0.0353	0.0398	0.0444	0.0489	0.0534
10	0.0153	0.0212	0.0271	0.0329	0.0387	0.0445	0.0502	0.0559	0.0616	0.0673
11	0.0189	0.0262	0.0334	0.0406	0.0477	0.0548	0.0619	0.0690	0.0760	0.0830
12	0.0229	0.0317	0.0404	0.0491	0.0578	0.0664	0.0750	0.0835	0.0920	0.1005
13	0.0273	0.0373	0.0482	0.0586	0.0689	0.0792	0.0894	0.0996	0.1097	0.1199
14	0.0321	0.0445	0.0568	0.0690	0.0811	0.0932	0.1052	0.1172	0.1292	0.1411
15	0.0373	0.0518	0.0660	0.0803	0.0944	0.1084	0.1224	0.1364	0.1503	0.1642
16	0.0430	0.0596	0.0761	0.0925	0.1088	0.1250	0.1411	0.1572	0.1732	0.1892
17	0.0492	0.0681	0.0870	0.1057	0.1243	0.1428	0.1612	0.1796	0.1979	0.2162
18	0.0557	0.0773	0.0990	0.1198	0.1409	0.1619	0.1828	0.2037	0.2244	0.2452
19	0.0628	0.0870	0.1111	0.1349	0.1587	0.1823	0.2059	0.2294	0.2528	0.2761
20	0.0703	0.0974	0.1243	0.1510	0.1776	0.2041	0.2305	0.2567	0.2829	0.3091
21	0.0782	0.1084	0.1334	0.1581	0.1827	0.2072	0.2316	0.2558	0.2800	0.3041
22	0.0866	0.1201	0.1533	0.1863	0.2190	0.2517	0.2842	0.3166	0.3489	0.3811
23	0.0955	0.1324	0.1690	0.2054	0.2415	0.2775	0.3134	0.3491	0.3847	0.4202
24	0.1049	0.1454	0.1856	0.2255	0.2652	0.3047	0.3441	0.3833	0.4224	0.4614
25	0.1148	0.1591	0.2030	0.2467	0.2901	0.3333	0.3764	0.4193	0.4621	0.5048
26	0.1251	0.1734	0.2213	0.2689	0.3162	0.3634	0.4103	0.4571	0.5037	0.5502
27	0.1359	0.1884	0.2403	0.2922	0.3436	0.3948	0.4458	0.4966	0.5473	0.5978
28	0.1472	0.2041	0.2665	0.3165	0.3722	0.4277	0.4829	0.5380	0.5928	0.6476
29	0.1590	0.2205	0.2814	0.3412	0.4021	0.4620	0.5216	0.5811	0.6404	0.6995
30	0.1713	0.2375	0.3031	0.3683	0.4332	0.4977	0.5620	0.6261	0.6899	0.7536
31	0.1842	0.2553	0.3258	0.3959	0.4655	0.5349	0.6040	0.6729	0.7415	0.8099
32	0.1975	0.2737	0.3493	0.4245	0.4992	0.5736	0.6477	0.7215	0.7951	0.8685
33	0.2113	0.2929	0.3733	0.4542	0.5341	0.6137	0.6930	0.7720	0.8507	0.9293
34	0.2256	0.3128	0.3994	0.4850	0.5704	0.6553	0.7400	0.8244	0.9095	0.9923
35	0.2405	0.3333	0.4254	0.5169	0.6079	0.6985	0.7887	0.8786	0.9682	1.0576

4 e 6 apresentam-se semelhantes em termos de erro padrão da estimativa e coeficiente de determinação, sendo que a equação 6 da variável combinada de SPURR, apresentou uma maior significância em relação a análise de variância.

A análise da distribuição dos resíduos destas equações possibilitou a seleção da equação 11 de SCHUMACHER-HALL para as estimativas dos volumes com e sem casca para esta espécie. Os resíduos tomados por classe de variável independente, apresentaram-se mais homogêneos, principalmente nos extremos das classes. Quando comparado o índice de furimil da equação 11, com o erro padrão da estimativa da equação 10, apresentou-se mais precisa, tanto para volume com e sem casca.

Por outro lado, a equação 10 de PRODDAN foi preterida em relação a equação 11 de SCHUMACHER-HALL, por ser mais complexa, pois existe dois coeficientes a mais no modelo. Devido a isto, a equação 11 foi escolhida para a confecção das tabelas de volume com e sem casca, conforme Quadros 4 e 5.

Paralelamente a seleção desta equação foi estudado o teste dos condicionantes de regressão para os valores residuais, sendo que foi dispensado o teste de homogeneidade de variância porque o modelo selecionado era logarítmico. O valor do teste de DURBIN-WATSON, foi igual a 2,14027 e 1,87385 para os resíduos de volume com e sem casca, respectivamente. Estes valores comparados com o valor tabelar à 1%, demonstraram a

independência dos valores residuais. Por outro lado, o teste de KOLMOGOROV-SMIRNOV acusou valores igual a 0,0954 e 0,0968 para os resíduos de volume com e sem casca, respectivamente. Estes valores comparados com o valor tabelar à 1%, demonstrou que os resíduos seguiam uma distribuição normal, atendendo os requisitos necessários para uma boa análise de regressão.

5. BIBLIOGRAFIA CITADA

- FURNIVAL, G.M. An index for comparing equations used in constructing volumes tables. *For. Sci.*, 7(4): 337-41, 1961.
- LBETSCH, F.; ZDHREER, F. & HALLER, K. E. *Forest inventory*. Berlin B. L. V., 1975. V. 2 469p.
- MORENO, J. A. *Clima do Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, Oficinas Gráficas da Secretaria da Agricultura, RS 1961, 34p.
- PAULA NETO, F. de. Tabela volumétrica com e sem casca para *Eucalyptus saligna*. *Rev. Árvore*, 1(1):31-53, 1977.
- RUWER, L. S. Resinagem e Desbaste. Anais do 3º Congresso Florestal Estadual de Nova Prata. 1976.
- SCHNEIDER, P. R. Modelos de equações e tabelas para avaliar o peso de casca de acácia negra, *Acacia mearnsii* de Wild. Curitiba, 1978. 149p. Tese de Mestrado. Universidade Federal do Paraná.

Funções de Forma Aplicadas na Estimativa Indireta dos Volumes através da "Altura do Ponto de Cobertura"

JOSÉ ALVES DA SILVA
Depto. de Ciências Florestais — UFSM

Resumo

Demonstrou-se que a transformação de uma equação de forma pode ser usada para a determinação da altura do ponto de cobertura, fornecendo resultados satisfatórios, mesmo quando se trabalha com a equação média.

Para explicar esta teoria, utilizou-se o relascópio normal em associação com trena e calípre a fim de estimar o volume segundo o conceito de KITAMURA.

Os resultados, assim obtidos, foram comparados com os do método tradicional, resultantes da multiplicação da área basal/ha de cada parcela, altura de Lorey e fator forma.

1. INTRODUÇÃO :

A determinação do volume das árvores em pé (V/ha) tem sido o parâmetro usual utilizado pelos técnicos florestais, a fim de caracterizar, conhecer e analisar o desenvolvimento das espécies.

Esta foi a razão porque vários pesquisadores como, por exemplo, PRESSLER (1865), BITTERLICH (1959), e KITAMURA (1968), entre outros, dedicaram-se a este tipo de estudo, procurando desenvolver aparelhos e/ou métodos com o principal objetivo de simplificar as estimativas volumétricas das árvores em pé.

BITTERLICH (1971, 1975), baseado na teoria desenvolvida por KITAMURA (1968), propôs um método para determinação volumétrica do povoamento, utilizando-se o relascópio de espelho de escala larga.

Este método implica no conhecimento prévio das distâncias horizontais do centro da parcela a cada uma das árvores cobertas na Prova de Numeração Angular e na medição ótica dos diâmetros. No presente trabalho, procurou-se verificar a aplicabilidade, desta teoria em povoamentos artificiais de *Pinus taeda*, usando-se, entretanto, como alternativa, uma função de forma dos troncos e qualquer instrumento de contagem angular, a fim de minimizar os custos operacionais dos levantamentos, tendo-se em vista o elevado preço dos relascópios de escala larga.

2. MATERIAL E MÉTODOS :

O povoamento utilizado (4,0ha) encontra-se situado no Campus da Universidade Federal de Santa Maria, em topografia plana, com 18 anos de idade e espaçamento médio atual estimado em 3,38 m x 3,38 m.

O número de amostras (PNA) foi estabelecido, sistematicamente, considerando-se o fator de área basal (K=4) e a expressão: $a_4 = 48 + 2\sqrt{\text{Área (ha)}}$ para o cálculo das distâncias entre pontos.

Em cada PNA foram enumeradas com o relascópio normal todas as árvores com o referido fator K=4 para posterior medição dos diâmetros à altura do peito, alturas totais e distâncias horizontais.

Os diâmetros relativos, em unidades relascópicas (UR) foram obtidos em função dos diâmetros absolutos (cm), medidos com a suta e de sua distância horizontal (a) em centímetros, medidos com trena, a partir do centro da parcela, usando-se a expressão:

$$d \text{ (UR)} = 25 \cdot d_{\text{(cm)}} / a_{\text{(cm)}} \dots\dots\dots 1$$

2.1. ESTIMATIVA DA ALTURA DE COBERTURA :

A altura do diâmetro de cobertura, segundo BITTERLICH (1975), seria a altura de um ponto superior no tronco coberto por duas unidades relascópicas.

O volume do povoamento em m³/ha, de acordo com KITAMURA (1968) seria obtido pela multiplicação do respectivo fator K pelo somatório das alturas de cobertura de todas as árvores enumeradas na prova de numeração angular.

Entretanto, a medição direta deste ponto com o relascópio de escala larga tem apresentado certo grau de dificuldade dependendo da espécie, idade e densidade dos povoamentos, uma vez que o diâmetro no ponto de cobertura, geralmente, apresenta-se incoberto por galhos.

A estimativa indireta da altura de cobertura através de uma função de forma específica para a espécie poderia tornar-se uma alternativa viável por eliminar o problema da medição do diâmetro superior pouco visível.

A altura de cobertura neste caso, foi obtida pela transformação da função de forma média proposta por MUNRO (1968).

$(d_1/D)^2 = b_0 + b_1 (h_1/H) + b_2 (h_1/H)^2 \dots\dots\dots 2$
fazendo-se o quociente forma d_1/D igual à expressão $\frac{\sqrt{K}}{d \text{ (UR)}}$ e substituindo na equação 2, ou seja:

$$2/d \text{ (UR)} = \sqrt{b_0 + b_1 (h/H) + b_2 (h/H)^2}$$

$$4/(d \text{ (UR)})^2 = b_0 + b_1 (h/H) + b_2 (h/H)^2$$

organizando-se os termos e igualando-se a zero tem-se:

$$b_2 (h/H)^2 + b_1 (h/H) + b_0 - 4/(d(UR))^2 = 0 \text{ logo:}$$

$$h_1 = \frac{h \cdot -b_1 \pm \sqrt{b_1^2 - 4b_2 [b_0 - 4/(d(UR))^2]}}{2 \cdot b_2} \dots\dots\dots 3$$

As estimativas (h₁), neste caso, em valor absoluto, or responder, às alturas dos pontos de cobertura segundo KITAMURA (1968)

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO :

Estimou-se para a equação de forma média (equação 3) os seguintes coeficientes: b₀ = 1,347; b₁ = -2,389 e b₂ = 1,07, baseados na cubagem de 207 árvores de Pinus taeda. (Veja Silva (1976)).

Conhecidos os diâmetros, alturas e distâncias horizontais referentes a cada uma árvore amostrada na PNA, efetuou-se o cálculo dos diâmetros relativos utilizados na equação 3 para a estimativa de altura de cobertura.

O seguinte Exemplo ilustra a seqüência dos cálculos:

n	d (cm)	h (m)	a (cm)	d UR
1	23,5	19,0	545	1,078
2	30,0	21,0	825	1,200

Onde:

$$h_1 = \frac{18 \cdot 2,389 \pm \sqrt{5,7073 - 4,28 [1,374 - 4/ (dUR)^2]}}{2,14} \text{ logo:}$$

$$h_1 = 12,80 \text{ m e } h_2 = 10,30 \text{ m.}$$

O somatório das estimativas, cujos valores absolutos fossem menores que a altura total, em cada PNA, multiplicados pela constante K=4 forneceu as estimativas dos volumes por ha. Deste modo, estimou-se um volume médio igual a 360,266 m³/ha sobre casca com um erro padrão de estimativa de 26,39 m³/ha. Comparando-se este volume com o estimado em função da área basal (G), altura média de Lorey (h_L) e o diâmetro central (d_C), verificou-se uma subestimativa no primeiro método e uma diferença de aproximadamente 8% em termos de volume.

Esta diferença, entretanto, embora considerável, pode-

ria ser reduzida empregando-se uma equação de forma com coeficientes variáveis para cada árvore, em lugar de coeficientes médios sujeitos às variações de amostragem e ao próprio modelo selecionado.

4. CONCLUSÕES :

Pretendeu-se, neste trabalho, mostrar a aplicação de determinada equação de forma na estimativa indireta da altura do ponto de cobertura e consequente estimativa volumétrica, sem a utilização do relascópio de escala larga. Existindo tal equação, torna-se possível a aplicação do método, mesmo sem o emprego do relascópio normal, uma vez que a enumeração das árvores pode ser feita com qualquer outro instrumento de contagem angular como, por exemplo, o tubo de panamá e outros, em associação com sutas e fitas métricas. Não se apreconizou aqui a estimativa de uma equação de forma apenas para tal objetivo, e, sim, uma alternativa viável para a minimização dos custos de levantamentos dendrométricos com esta implementação, uma vez que tais estimativas podem ser efetuadas por calculadoras de bolso.

5. LITERATURA CITADA :

BITTERLICH, W. Presslers Richthöhe in neuem Licht. Allgem. Forstzeitung, Wien, (5/6): 1-8 . 1959.

..... Die Volumsstichprobe. Holz-Kurier, Wien, (17): 1 - 2 . 1

..... Volumsstichprobe aus indirekt bestimmten Deckpunkthöhen . Allgem Forstzeitung, Wien (4): 1-9 . 1975.

KITAMURA, M. Einfaches Verfahren zur Bestandesmassenermittlung durch die Deckpunkthöhensumme. Manuskript einer deutschen Übersetzung (s . n . t .). 1968 . 11 p.

MUNRO, D.D. Taper function and Their applications. (s.n.t.) 1968.

PRESSLER, M. Das gesetz der Stammbildung. Leipzig, 1865. 153 p.

SILVA, J.A.da. Schaftkurvenuntersuchungen an Fichte (Picea abies) Tanne (Abies alba), Rotkiefer (Pinus silvestris) und Pechkiefer (Pinus taeda). Universität für Bodenkultur, Wien, 111 p. 1976. (Dissertation)

..... & Schneider, P.R. Estimativa indireta do fator forma artificial para o Pinus taeda L. Brasil Florestal. 11(46) : Outubro/Dezembro. 1981.

Análise da Relação Hipsométrica Diâmetro-Altura e das Alturas Médias, em Povoamentos Jovens de *Eucalyptus grandis* no Município de Lassance — MG

VICENTE PAULO SOARES
FRANCISCO DE PAULA NETO
Depto. de Engenharia Florestal — UFV
JOSÉ ROBERTO SOARES SCOLFORO
Universidade Federal da Paraíba

Summary

This study was conducted with the aim of determining a suitable hypsometric relationship model for estimating the height of *Eucalyptus grandis* plantations, in Lassance County, M.G., developing on dark and white dystrophic red-yellow latossols.

The height and dbh measurements were determined on trees taken in 20 sampling units of 800 m² each, being 12 units established on 2, 3, and 4 years of age stands growing on the dark latossol and covering the 2 and 3 years old stands planting on white latossol.

Three models of dbh-height relationship per each age and soil type. Were analysed only on the basis of the coefficient of determination and the standard error of the estimates. A general equation for all ages in each soil type was obtained basing on the best selected model. This general equation was then tested its application in plantations of each studied age utilizing the concept of "correlation ratio".

The most suitable model, based upon the data analysed, was the parabolic function. The general equation from this model was equally precise to the specific equations in estimating the total height of each age plantation.

Resumo

Este trabalho foi desenvolvido no município de Lassance, em povoamentos de *Eucalyptus grandis*, tendo como objetivo a determinação de um modelo de relação hipsométrica diâmetro-altura, que permita estimar as alturas médias em diferentes tipos de solos.

Utilizando-se de um total de 20 parcelas de 800 m², 12 foram estabelecidas em povoamentos de 2, 3 e 4 anos, desenvolvidos em Latossolo Vermelho Amarelo Escuro Destrófico e 8 parcelas em Latossolo Vermelho Amarelo Claro Destrófico, cobrindo as idades de 2 e 3 anos.

Utilizou-se de três modelos de relação hipsométrica diâmetro-altura, por idade e tipo de solo, sendo que o melhor modelo foi selecionado com base no coeficiente de determinação e erro padrão residual. Para este estudo, alturas médias foram obtidas para cada classe de diâmetro e o ajustamento dos modelos foram feitos pelo método dos mínimos quadrados, através da regressão linear usando como fator de ponderamento a frequência por classe de DAP.

Dos modelos utilizados, a parábola foi a que melhor se ajustou às diferentes idades nos dois tipos de solo. Uma equação agrupada para todas as idades, em cada tipo de solo, foi testada mediante aplicação da "Proporção de Correlação", mostrando ser tão precisa quanto as específicas para cada idade.

1. INTRODUÇÃO

O eucalipto, devido à sua adaptação, tem sido a essência florestal mais empregada nos reflorestamentos do Brasil, existindo plantações desde o Rio Grande do Sul, até a Região Amazônica, não havendo limitações para o seu cultivo. A maior predominância dos reflorestamentos no País está na Região Sudeste.

Em Minas Gerais encontram-se os maiores reflorestamentos com eucaliptos do Brasil. No norte do Estado tem se estabelecido várias empresas florestais e, como consequência, extensas áreas foram e vem sendo reflorestadas utilizando mudas de *Eucalyptus grandis*, oriundas de sementes nacionais ou importadas. GOLFARI (2), afirma que a topografia ondulada e os solos profundos de áreas do norte de Minas Gerais, são alguns dos fatores favoráveis ao estabelecimento de empresas florestais na região.

Observações feitas em reflorestamentos no Estado de Minas Gerais indicam que os velhos talhões de eucaliptos plantados a um espaçamento muito reduzido, tem produzido árvores de pequeno diâmetro, e dominadas (3). Neste estudo o espaçamento não foi analisado devido ao fato de que em povoamentos jovens, as árvores não sofrem ainda a sua influência (1). Árvores dominadas e povoamentos com distribuição heterogênea por classes de diâmetro e desuniformidade de desenvolvimento das árvores também são reflexos da falta de programas bem elaborados de implantação e condução de povoamentos florestais.

O objetivo deste trabalho foi a determinação de um modelo de relação hipsométrica diâmetro-altura, que permita estimar as alturas médias nas idades de 2, 3 e 4 anos em diferentes tipos de solos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi conduzido em plantios de *Eucalyptus grandis*, de origem híbrida, localizada no município de Lassance — MG.

Um total de 20 parcelas de 800 m², foram casualmente selecionadas, em talhões de *Eucalyptus grandis* desenvolvendo no Município de Lassance, MG. Deste, 12 parcelas foram estabelecidas em Latossolo escuro, cobrindo as idades de 2, 3 e 4 anos e 8 em Latossolo claro, cobrindo as idades de 2 e 3 anos.

As alturas superiores a 10 metros foram medidas com um Blume-Leiss e os inferiores com uma vara graduada em centímetros. Os diâmetros a altura do peito (DAP), foram tomados com uma fita diamétrica. As alturas e os DAP foram medidos em todas as árvores das 12 parcelas.

A seleção do modelo para estimar a altura em função do DAP foi baseada no coeficiente de determinação e no erro padrão residual.

Para o estudo determinou-se as alturas médias das árvores e frequência em cada classe de 1 cm de DAP para cada idade e tipo de solo. O ajustamento dos modelos foi feito pelo método dos mínimos quadrados, através da regressão linear ponderada, usando a frequência das árvores como fator de ponderamento. Estes modelos são:

$$H = a + bD$$

$$H = a + bD + cD^2$$

$$\ln H = \ln a + b \ln D$$

onde D representa o diâmetro a altura do peito, DAP, e H a altura total.

Utilizou-se do conceito da "Proporção de Correlação", conforme PAULA NETO (4), para testar o quanto a equação geral obtida para os dados agrupados consegue estimar as alturas médias para as idades específicas. Esta proporção fornece uma associação aproximada entre as alturas observadas e estimadas para cada idade, separadamente, pela equação dos dados agrupados. A proporção de correlação, R^2 , para cada idade foi computada pela aplicação da seguinte expressão:

$$\sum_{i=1}^n f(H_i - \hat{H}_i)^2 = (1 - R^2) \sum_{i=1}^n f(H_i - \bar{H})^2$$

$$\text{ou } R^2 = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n f(H_i - \hat{H}_i)^2}{\sum_{i=1}^n f(H_i - \bar{H})^2} \right]$$

onde: $\sum_{i=1}^n f(H_i - \hat{H}_i)^2$ = Soma dos Quadrados dos Resíduos, para uma determinada idade.

e $\sum_{i=1}^n f(H_i - \bar{H})^2$ = Soma dos Quadrados Total, com correção para média.

A equação dos dados agrupados somente será válida se a proporção de correlação, R^2 , for semelhante ao coeficiente de determinação calculado para o modelo selecionado como o melhor, separadamente para cada idade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

As soluções dos modelos utilizados na relação diâmetro-altura, para as diferentes idades e tipos de solos, são apresentados no Quadro 1.

Para observação do Quadro 1, verifica-se que para as idades de 2 e 3 anos, em latossolo escuro, e 3 anos, em latossolo claro, os coeficientes de determinação, R^2 para as três equações são semelhantes. Porém, para as idades de 4 e 2 anos, respectivamente nos latossolos escuros e claro, a equação da parábola mostrou ser superior às demais. Com relação ao erro padrão residual (EPR), para os modelos de mesma natureza, nota-se a superioridade da parábola sobre a linha reta, para as idades de 4 e 2 anos, respectivamente nos latossolos escuro e claro.

QUADRO 1 - Relações Hipsométricas Diâmetro - Altura, obtidas para diferentes idades e tipos de solos.

	Latossolo Escuro			Latossolo Claro	
	2 anos	3 anos	4 anos	2 anos	3 anos
Linha Reta	$H = 2,2015 + 0,6334D$ $R^2 = 97,3\%$ EPR = 0,1128	$H = 1,3531 + 0,7430D$ $R^2 = 97,2\%$ EPR = 0,1062	$H = 2,2750 + 0,6426D$ $R^2 = 90,3\%$ EPR = 0,3235	$H = 4,0319 + 0,4634D$ $R^2 = 92,9\%$ EPR = 0,2129	$H = 0,9883 + 0,9924D$ $R^2 = 96,9\%$ EPR = 0,3645
Parábola	$H = 2,4836 + 0,5489D + 0,00613D^2$ $R^2 = 97,3\%$ EPR = 0,1124	$H = 1,3229 + 0,7430D - 0,000653D^2$ $R^2 = 97,2\%$ EPR = 0,1065	$H = -1,955 + 1,9113D - 0,08177D^2$ $R^2 = 94,7\%$ EPR = 0,2396	$H = 0,07480 + 1,6854D - 0,0886D^2$ $R^2 = 98,8\%$ EPR = 0,1550	$H = 1,0600 + 0,9744D + 0,001059D^2$ $R^2 = 96,9\%$ EPR = 0,3669
Logarítmica	$H = 1,8220D^{0,6663}$ $R^2 = 97,8\%$ EPR = 0,0156	$H = 1,4407D^{0,7739}$ $R^2 = 97,4\%$ EPR = 0,0159	$H = 2,0309D^{0,6544}$ $R^2 = 93,9\%$ EPR = 0,3416	$H = 3,0427D^{0,4502}$ $R^2 = 95,4\%$ EPR = 0,0139	$H = 1,3357D^{0,9166}$ $R^2 = 96,8\%$ EPR = 0,03993

O modelo da parábola foi, portanto, selecionado para expressar a altura média das árvores de *Eucalyptus grandis*. Tendo em vista o bom ajustamento deste modelo para as diferentes idades, os dados foram agrupados para cada tipo de solo, e as seguintes soluções foram encontradas:

Para o Latossolo Escuro:

$$\hat{H} = 1,1716 + 1,0469D - 0,02782D^2$$

com $R^2 = 94,2\%$ e EPR = 0,2136

e para o Latossolo Claro:

$$\hat{H} = 0,5343 + 1,1054D - 0,008299D^2$$

com $R^2 = 98,1\%$ e EPR = 0,23752

As equações agrupadas foram testadas para as diferentes idades, separadamente para cada tipo de solo, usando do conceito da proporção de correlação, R^2 , calculada, para exemplificação, conforme dados do Quadro 2, relativo a idade de 3 anos em Latossolo Claro.

Para o latossolo escuro, as proporções de correlação, R^2 , para as idades de 2, 3 e 4 anos foram, respectivamente 93,1%, 89,1% e 92,8%. Comparando estes valores com o coeficiente de determinação da equação agrupada, $R^2 = 94,2\%$, verifica-se que esta equação fornece estimativas precisas para todas as idades. Com relação ao latossolo claro, as proporções de correlação para as idades de 2 e 3 anos foram 92,7% e 97,0%. Desta forma, estes valores comparados com o coeficiente de determinação, $R^2 = 98,1\%$, indicam existir boa associação entre as alturas observadas e estimadas pela equação agrupada.

4. LITERATURA CITADA

- BRANDI, R.M. Práticas Silviculturais. Viçosa U.F.V., Imprensa Universitária, 1974. 133p.
- GOLFARI, L. Zonamento ecológico do estado de Minas Gerais para o re-florestamento. Belo Horizonte, Centro de Pesquisa Florestal da Região do Cerrado, 1975. 65p. (Série Técnica, 3).
- MYERS, C.C.; BRAGA, G.R. & BURNETT, F.B. Delineamento sistemático para avaliar o efeito do espaçamento no desenvolvimento de *Eucalyptus alba* REINW. em Minas Gerais, Silvicultura em São Paulo, São Paulo, 7, 35-38, 1970.
- PAULA NETO, F. Tabela Volumétrica com e sem casca para *Eucalyptus saligna*. Viçosa, Rev. Árvore, SIF. 1(1):31-53, 1977.

QUADRO 2 - Alturas estimadas pela equação geral, para a idade de 3 anos, em Latossolo Claro.

Classes de DAP	Número de árvores	Alturas Médias		$f(H - \bar{A})^2$
		Observada H	Estimada \bar{A}	
5,00 - 5,99	52	6,45	6,36	0,4212
6,00 - 6,99	43	7,10	7,37	3,1347
7,00 - 7,99	32	8,56	8,36	1,2800
8,00 - 8,99	26	9,83	9,33	6,5000
9,00 - 9,99	16	11,14	10,29	11,5600
10,00 - 10,99	12	10,87	11,23	1,5552
11,00 - 11,99	7	12,14	12,15	0,0007
12,00 - 12,99	2	12,50	13,07	0,6498
13,00 - 13,99	2	14,50	14,82	0,2048
TOTALIS				25,3064*

*Este valor representa a Soma dos Quadrados dos Resíduos a ser empregada na expressão $\sum f_i(H - \bar{A})^2 = (1 - R^2) \sum f(H - \bar{H})^2$, para o cálculo da proporção de correlação, R^2 .

Análise de Crescimento em Povoamentos de *Pinus* Tropicais, na Região de Sacramento — Minas Gerais

GERALDO ÉRICO SPELTZ
WILSON DE OLIVEIRA CAMPOS
LUIZ ROBERTO CAPITANI
Reflorestadora Sacramento "RESA" Ltda.

Resumo

Com base em parâmetros dendrométricos de povoamentos de *Pinus caribaea* v. *hondurensis* e *bahamensis* e *Pinus oocarpa*, com aproximadamente oito anos de idade, implantados na região de Sacramento - Minas Gerais, procurou-se fazer uma análise comparativa do crescimento das três espécies na região, e a participação do crescimento em área basal e volume por horizonte de copas.

Verificou-se maior crescimento de *Pinus caribaea* v. *hondurensis* com $16,9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$ e *Pinus caribaea* v. *bahamensis* com $13,6 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{ano}$.

Em torno de 18% das árvores são dominantes, 53% são codominantes e 27% intermediárias e dominadas.

Verifica-se também que 70% das árvores a partir das dominantes são responsáveis por 82% do acréscimo em volume e que 30% das árvores intermediárias e dominadas representam somente 18% do crescimento em volume.

Visando obter uma floresta qualitativa e quantitativamente melhor no futuro, ressalta-se com base nos resultados a importância de se realizar desbaste por baixo, ou seja, retirar no ato dos desbastes, indivíduos componentes dos horizontes intermediário e dominado.

I - INTRODUÇÃO

Tendo a Reflorestadora Sacramento Resa Ltda iniciado a implantação, em 1.971, de maciços florestais com espécies de *Pinus* tropicais nas regiões prioritárias do Triângulo Mineiro e Vale do São Francisco, em áreas de campo limpo altimontano e cerrado leve, conta hoje com mais de 90.000 ha de floresta constituídas por espécies de seu gênero.

Quando da implantação dos maciços florestais, desconheciam-se informações sobre a adaptabilidade e crescimento de espécies de *Pinus* na região do Triângulo Mineiro. Ocorrendo somente conjecturas quanto ao rendimento volumétrico a ser obtido, baseado somente em semelhanças climáticas com as regiões de origem das espécies introduzidas.

O desenvolvimento da capacidade de uso estabelecido em área basal e volume, nas diferentes classes de sítio, e a inexistência de medições periódicas, impossibilitaram a determinação de curvas de crescimento para diferentes espécies dificultando assim a tomada de decisão quanto ao momento oportuno de se ingressar com o desbaste.

A decisão sobre o sistema e grau de desbaste a ser adotado economicamente, só poderá ser tomada, conhecendo-se parâmetros informativos do desenvolvimento dos povoamentos e das condições de mercado do material a ser extraído.

Tendo passado por um período de implantação de povoamentos florestais, em que a preocupação das empresas de reflorestamento e instituições de pesquisa, para melhorar a qualidade dos povoamentos,

direcionaram as pesquisas e manejo para as áreas de fertilização e melhoramento, existindo portanto pouca informação sobre o crescimento de povoamentos de *Pinus* tropicais em regiões de cerrado.

Tratando-se de coníferas, cujos povoamentos permitem manejo através de desbastes para uso múltiplo, o máximo rendimento volumétrico é conseguido quando são eliminados os indivíduos que não apresentam taxa de crescimento acima de determinado limite, devido à competição com indivíduos mais vigorosos, ou por limitações de nutrientes do solo, aumentando o cubo de solo a ser explorado para captação de nutrientes pelas raízes, devido ao maior espaço à disposição das plantas.

Urge portanto análises mais aprofundadas sobre o crescimento de *Pinus* tropicais com base em povoamentos implantados em solos de cerrado, para evitar um comprometimento futuro de crescimento após desbastes, refletindo na rentabilidade da floresta.

O presente trabalho tem por objetivo obter informações iniciais comparativas de crescimento e participação do crescimento em diâmetro, altura, área basal e volume por horizonte de copa em diferentes qualidades de sítio, de três espécies de *Pinus* tropicais introduzidas no Triângulo Mineiro.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

BURGER (1), cita que para muitas espécies, já foram provadas correlações estreitas entre a produção quantitativa e determinadas características do solo como por exemplo, capacidade de água, profundidade do horizonte B₂ e o conteúdo de determinados elementos do solo. Cita a classificação do sítio mediante elementos dendrométricos como volume, incremento médio anual, área basal e altura e que quase todo o mundo usa-se quase exclusivamente a altura do povoamento para a classificação do sítio.

VEIGA (1976), ressalta que há um momento na idade em que as plantas do povoamento se utilizam em condições máximas, ideais ou econômicas dos fatores limitantes de seu crescimento que dependem do "sítio" em que elas estejam cultivadas.

CAMPOS (1.980), cita que a relação entre a idade e a altura de árvores dominantes, ou dominantes e codominantes, é um dos indicadores da capacidade produtiva de um povoamento florestal mais utilizados.

CARNEIRO (1.973), apresenta a classificação para as camadas de árvores ou horizontes de copas nas seguintes categorias:

- Pré-dominantes - São aquelas que despontam acima da mais alta camada de árvores.
- Dominantes - São árvores de ótimo desenvolvimento pertencentes à camada mais alta.
- Co-dominantes - São as que vem imediatamente abaixo da camada mais alta. Altura aproximada de 5/6 das dominantes.
- Intermediárias - Pertencem a uma camada de árvores que apresenta desenvolvimento pouco satisfatório, situada bem abaixo do horizonte de árvores dominantes. Altura aproximada de 2/3 das dominantes.
- Suprimidas ou dominadas - São as que apresentam desenvolvimento nulo. Altura aproximada de 1/2 das dominantes.

HERZOG (1.956), apresenta a classificação citada por CARNEIRO (1.973), e cita que ensaios científicos feitos na Europa, mostraram

QUADRO 01:- MÉDIAS DE PARÂMETROS DOS POVOAMENTOS E PROPORÇÕES POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ALTURA PARA *Pinus cari*
baea var. *hondurensis*, COM 7,75 ANOS DE IDADE.

CLASSE ALTURA	TALHÕES PARCELAS	DOMINÂNCIA	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	Nº DE FUS TES ha	%	AB m ² /ha	%	VOLUME m ³ c/c/ha	%	TMA m ³ /ha/ano	TMA INDIVIDUAL dm ³ /ha/ano
III	255-A	Total	13,50	10,04	1.543	100,0	22,15	100,0	121,65	100,0	15,70	10,17
		Dominante	16,66	12,58	219	14,0	4,69	20,7	27,85	22,4	3,59	16,39
	255-D	Codominante	14,04	10,65	686	43,9	10,54	46,8	56,74	45,9	7,32	10,67
		Intermediária	11,77	8,77	571	37,8	6,57	31,0	32,45	28,0	4,19	7,34
		Dominada	8,02	5,92	67	4,3	0,35	1,5	1,91	1,6	0,24	3,58
II	256-A	Total	14,45	11,10	1.485	100,0	24,44	100,0	137,17	100,0	17,7	11,92
		Dominante	15,70	13,17	200	13,7	3,89	16,0	24,38	17,9	3,15	15,75
	258-D	Codominante	14,81	11,21	1.000	67,2	17,18	70,5	95,59	69,8	12,33	12,33
		Intermediária	12,16	9,33	276	18,5	3,31	13,3	16,92	12,10	2,18	7,90
		Dominada	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
I	260-A	Total	14,59	11,86	1.438	100,0	24,39	100,0	146,11	100,0	18,85	13,11
		Dominante	16,41	14,24	229	16,0	4,79	20,3	32,13	22,6	4,14	18,08
	260-C	Codominante	15,11	12,15	829	57,7	15,03	62,0	89,55	61,4	11,56	13,94
		Intermediária	12,17	10,00	362	25,0	5,52	17,5	24,18	15,8	3,12	8,62
		Dominada	6,25	7,50	57	4,2	0,17	0,80	1,28	1,0	0,16	2,81

QUADRO 02:- MÉDIAS DE PARÂMETROS DOS POVOAMENTOS E PROPORÇÕES POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ALTURA, PARA *Pinus occar*
pa COM 7,83 ANOS DE IDADE.

CLASSE ALTURA	TALHÕES PARCELAS	DOMINÂNCIA	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	Nº DE FUS TES ha	%	AB m ² /ha	%	VOLUME m ³ c/c/ha	%	TMA m ³ /ha/ano	TMA INDIVIDUAL dm ³ /ha/ano
III	55-A	Total	13,63	9,51	1.438	100,0	20,89	100,0	97,96	100,0	12,51	8,70
		Dominante	17,32	11,86	266	18,3	5,67	28,0	29,92	30,0	3,82	14,36
	53-A	Codominante	14,07	9,88	743	51,0	11,28	53,7	51,89	53,0	6,63	8,92
		Intermediária	11,39	8,14	333	24,3	3,28	16,0	14,12	15,0	1,80	5,40
		Dominada	7,86	6,03	95	6,7	0,47	2,3	2,04	2,0	0,26	2,74
II	63-A	Total	14,93	11,28	1.428	100,0	25,13	100,0	132,05	100,0	16,87	11,81
		Dominante	17,81	13,30	324	23,0	8,32	32,3	47,43	35,0	6,06	18,70
	59-A	Codominante	14,62	11,27	781	55,0	13,17	53,0	67,54	51,7	8,63	11,05
		Intermediária	11,81	9,00	295	20,7	3,44	13,67	16,04	12,0	2,05	6,95
		Dominada	8,50	7,63	43	3,0	0,22	1,0	1,07	1,0	0,14	3,25
I	61-A	Total	16,36	11,80	1.466	100,0	30,78	100,0	166,93	100,0	21,22	14,54
		Dominante	19,45	13,78	410	27,7	12,17	39,0	71,09	42,0	9,08	22,15
	64-A	Codominante	16,29	11,92	686	47,3	14,49	47,3	76,46	46,3	9,76	14,23
		Intermediária	11,75	9,22	333	22,3	3,72	12,0	17,72	10,7	2,26	6,79
		Dominada	9,29	7,25	57	4,0	0,39	1,0	1,65	1,0	0,14	2,46

que as diversas classes diferem não só no aspecto, isto é, no fuste e na copa, mas também no crescimento, no acréscimo e na parte que lhes toca na produção do maciço. A dendrometria mostra que em 40% das árvores, a começar das dominantes o acréscimo é de 74% do total e que 20% das supresas e dominadas perfazem apenas 2,3% do acréscimo total.

Cita também que, se num maciço de *Picea excelsa* se cortassem 60% de todas as árvores, a começar das árvores mais fracas, o acréscimo diminuiria tanto como se eliminassem somente 10% das árvores mais grossas.

BURGER (1), cita que a assimilação e respiração bem como a relação entre os dois depende de muitos fatores como da intensidade e qualidade da luz, da temperatura, da concentração de CO₂, da transpiração, do fornecimento de nutrientes, da espécie, do tipo e da qualidade de folhas e da posição sociológica da árvore, apresentando o quadro abaixo de produção bruta, incremento e respiração num povoamento de *Flaxinus*.

Posição sociológica	% do Volume em pé	% da área das folhas	% da Produção bruta	% do Incremento	% da resp. na prod. Bruta
Dominantes	47	52	61	66	26
Codominantes	32	32	32	32	29
Dominadas	21	16	7	2	50

O autor cita também que o comportamento "anti-econômico" das dominadas indica que a eliminação das mesmas pelo desbaste pode melhorar a relação entre assimilação e respiração num povoamento e resultará num aumento do incremento.

FLOR & LEMOS REIS (1.980), estudando o desenvolvimento inicial de *Pinus caribaea* MORELET var. *hondurensis*, observaram um diâmetro médio de 11,95 cm, altura média de 11,8 m, área basal de 39,96 m² e volume com casca de 222 m³, aos 8,5 anos de idade com população de 2.500 plantas por hectare.

III - MATERIAL E MÉTODO

A presente análise baseou-se em características dendrométricas de povoamentos de *Pinus caribaea* v. *hondurensis*, *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* v. *bahamensis*, de propriedade da Reflorestadora Sacramento Resa Ltda., implantados no município de Sacramento - MG.

Os povoamentos foram implantados com as referidas espécies, cujas procedências não foram registradas em uma área de 25.000 ha, nos Chapadões do Bugre e Zagaia, localizados entre 19°54'57" e 20°03'48" de latitude sul, entre 47°08'51" e 47°17'37" de longitude oeste e altitude entre 1.200 e 1.270 metros, com relevo plano.

O clima é subtropical moderado úmido, com temperatura média anual entre 18° e 20°C, e precipitações médias anuais entre 1.400 e 1.800 mm. (de 1.978 a 1.981 a precipitação média anual foi de 1.966 mm).

Os solos dominantes são arenossolos ferrálicos e ferralsolos ácidos, cobertos originalmente por campos altimontanos e cerrado (GOLFARI - 1.975).

Implantados em 1.972, no espaçamento de 2,80 x 2,50 metros e 3,0 x 2,0 metros, sem adubação no plantio, os povoamentos foram inventariados em 1.980, com aproximadamente 8 anos de idade.

Foram lançadas unidades de amostra ao acaso de 700 e 600 m², sendo que para a presente análise somente foi considerado sub-parcelas de 350 e 300 m², em que todas as alturas foram medidas, com o respectivo diâmetro. Estas unidades de amostra foram classificadas em duas classes de altura média para *Pinus caribaea* v. *bahamensis* e em três classes de altura média para as espécies restantes. Para cada classe de altura, foram selecionadas três parcelas, que possibilitaram determinar os parâmetros da população (DAP médio, altura média, área basal e volume com casca por hectare).

Os parâmetros dos povoamentos total e por horizonte de copa, foram calculados individualmente, utilizando-se as equações volumétricas seguintes, montadas para os povoamentos:

a - Para *Pinus caribaea* v. *hondurensis* e *bahamensis*

$$Vc/c = 0,012627 + 0,00003364 D^2H$$

$$R^2 = 0,98 \quad \text{EPR} = 0,01699$$

b - Para *Pinus oocarpa*

$$Vc/c = 0,009146 + 0,00003161 D^2H$$

$$R^2 = 0,98 \quad \text{EPR} = 0,01658$$

Para estabelecer os limites de altura dos horizontes, baseou-se no critério apresentado por CARNEIRO (1.973), sendo que para determinação da altura dominante, foi considerado as 100 árvores de maior diâmetro por hectare. Os limites dos horizontes, foram considerados como sendo o valor intermediário entre as alturas de dois horizontes. Com base nos resultados, foram determinados os parâmetros dendrométricos por horizonte de copa.

IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias de diâmetro médio, altura média, número de fustes, área basal, volume com casca e incremento por classe de altura, são a-

presentados nos Quadros 1, 2 e 3, cujas variações com a classe de altura são esquematizadas nas figuras 1, 2 e 3.

Abaixo são apresentados médias gerais de parâmetros dos povoamentos por espécie.

Espécie	IDADE em anos	DAP médio (cm)	ALTURA média (m)	Nº DE Fustes /ha	AR m ² /ha	VOLUME m ³ c/c/ha	IMA (m ³ c/c/ha)	Total Individual
P.c.h	7,75	14,18	11,00	1.489	23,66	134,98	17,42	0,01173
P.ooc.	7,83	14,97	10,86	1.444	25,60	132,31	16,90	0,01168
P.c.b.	8,00	13,59	9,80	1.611	20,10	108,94	13,61	0,00843

P.c.h = *Pinus caribaea* v. *hondurensis*

P.ooc = *Pinus oocarpa*

P.c.b = *Pinus caribaea* v. *bahamensis*

Verifica-se que as espécies *Pinus caribaea* v. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* apresentam-se superiores em crescimento que o *Pinus caribaea* v. *bahamensis* nas mesmas condições edafoclimáticas.

Comparando-se com os resultados apresentados por FLOR (1.980), verifica-se que em Brasília, o incremento individual de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é 11% inferior, apesar do incremento médio anual apresentar-se superior, devido ao maior número de plantas por hectare.

O quadro abaixo apresenta as médias gerais de percentuais de número de fustes, área basal e volume, por classe de dominância e espécie.

Posição Sociológica	<i>P. caribaea</i> v. <i>hond</i>			<i>Pinus oocarpa</i>			<i>P. caribaea</i> v. <i>bahamensis</i>		
	% nº Fustes	% AB	% Volume	% nº Fustes	% AB	% Volume	% nº Fustes	% AB	% Volume
Dominantes	14,6	19,0	21,0	23,0	33,1	35,7	17,5	26,2	27,5
Codominantes	56,2	59,8	59,0	51,1	51,3	50,3	52,8	55,7	54,7
Intermediárias	27,1	20,6	18,6	22,4	13,9	12,6	20,0	17,1	16,7
Dominadas	4,2	1,2	1,3	4,6	1,4	1,3	4,2	1,5	1,5

Verifica-se que em torno de 50% das árvores são codominantes, sendo que as proporções de número de fustes, área basal e volume, apresentam-se iguais, para este horizonte. Para as árvores dominantes verifica-se maior proporção em área basal e volume, que o número de fustes deste horizonte de copa, sendo que estas proporções são maiores nos povoamentos de *Pinus caribaea* v. *bahamensis* e *Pinus oocarpa*. Isto se deve provavelmente à presença de pequeno número de árvores dominantes, com presença de fox tail, que apresentam crescimento em altura desproporcional em relação ao diâmetro.

As proporções de volume, são menores que as de área basal e número de fustes, para as árvores intermediárias e dominadas.

Para os povoamentos com altura médias maiores, as proporções de árvores dominantes são maiores, ao passo que para as outras classes, estas proporções apresentam-se aproximadamente iguais.

Analisando-se os incrementos médios anuais individuais abaixo apresentados, verifica-se que as árvores dominantes de *Pinus oocarpa* apresentam crescimento maior que as demais espécies, ao passo que para as outras classes este crescimento é menor que o do *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

Incrementos médios anuais individuais em dm³/ha/ano.

Horizonte de copa	P.c. <i>hondurensis</i>	P. <i>oocarpa</i>	P.c. <i>bahamensis</i>	Média	% do crescimento das dominantes
Média	11,73	11,68	8,43	10,61	-
Dominantes	16,74	18,50	13,61	16,25	-
Codominantes	12,31	11,40	8,75	10,82	67,0
Intermediárias	7,95	6,38	5,53	6,62	41,0
Dominadas	3,19	2,82	3,06	3,02	19,0

Demonstra-se em média, que o crescimento de árvores codominantes é 67% do crescimento de árvores dominantes, sendo necessário 1,5 árvores codominantes para crescer, igual a uma dominante. Já o crescimento de árvores intermediárias é 41% do crescimento de dominantes, sendo necessário 2,5 árvores intermediárias e 5,0 dominadas, para apresentar o mesmo crescimento de uma dominante.

FIGURA 01 - PROPORÇÕES DE NÚMERO DE FUSTES, ÁREA BASAL E VOLUME POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ALTURA DE PINUS CARIBAEA VAR. HONDURENSIS.

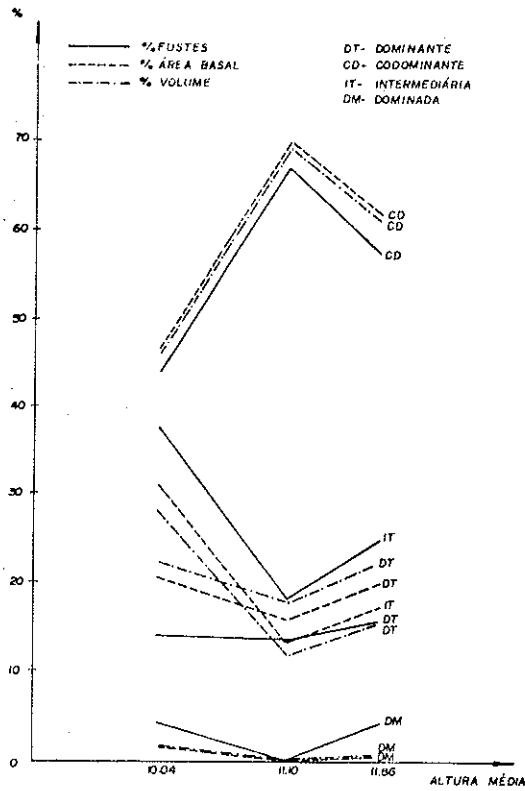


FIGURA 02 - PROPORÇÕES DE NÚMERO DE FUSTES, ÁREA BASAL E VOLUME POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ALTURA MÉDIA, PARA PINUS OCCARPA.

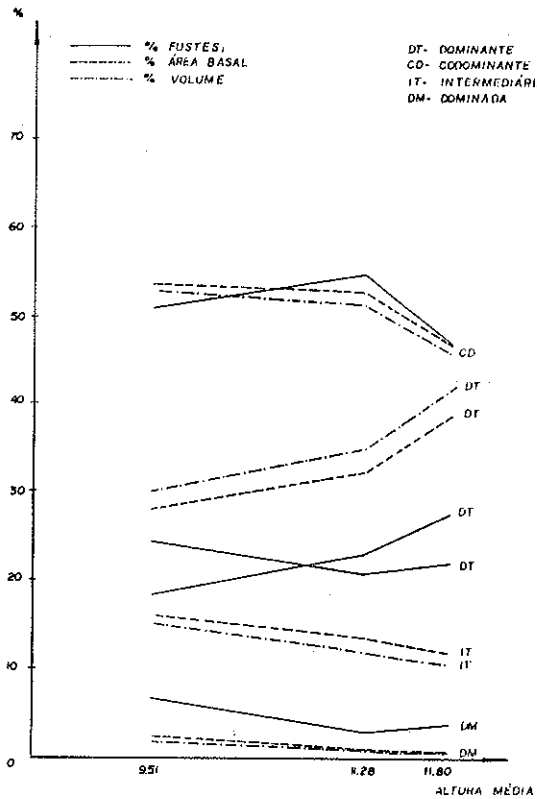


FIGURA 03 - PROPORÇÕES DE NÚMERO DE FUSTES, ÁREA BASAL E VOLUME POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ALTURA MÉDIA, PARA PINUS CARIBAEA VAR. BAHAMENSIS.

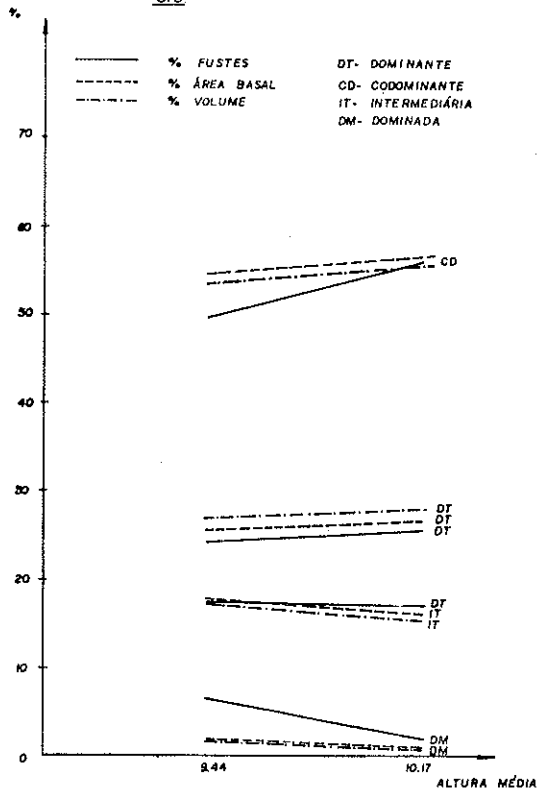
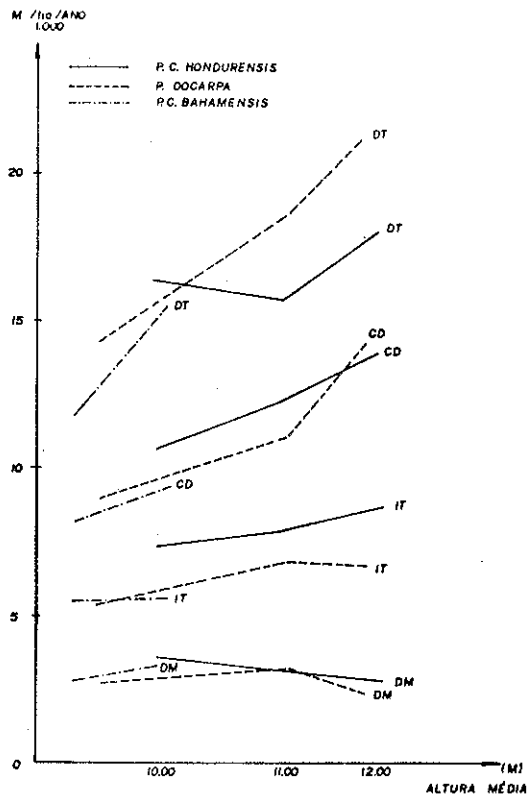


FIGURA 04 - VARIACÃO DO INCREMENTO MÉDIO INDIVIDUAL POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ESPÉCIE, COM A ALTURA MÉDIA DO POVOAMENTO.



QUADRO 03:- MÉDIAS DE PARÂMETROS DOS POVOAMENTOS DE *Pinus caribaea* var. *bahamensis* COM 08 ANOS DE IDADE E PROPORÇÕES POR CLASSE DE DOMINÂNCIA E ALTURA.

CLASSE ALTURA	TALHÕES PARCELAS	DOMINÂNCIA	DAP MÉDIO	ALTURA MÉDIA	Nº DE FUS TES ha	%	AB m ² /ha	%	VOLUME m ³ c/c/ha	%	IMA m ³ /ha/ano	IMA INDIVIDUAL dm ³ /ha/ano
II	236-E	Total	12,05	9,44	1.589	100,0	18,00	100,0	96,41	100,0	12,05	7,58
	237-A	Dominantes	14,81	11,52	278	17,7	4,69	25,7	26,24	27,0	3,28	11,80
		Codominantes	12,58	9,83	789	49,7	9,86	54,7	51,82	53,7	6,48	8,21
		Intermediárias	9,41	7,92	389	24,3	3,24	18,0	17,07	17,7	2,13	5,47
		Dominadas	6,61	6,17	100	6,5	0,35	2,0	2,17	2,0	0,28	2,80
I	236-C	Total	15,10	10,17	1.633	100,0	22,20	100,0	121,47	100,0	15,10	9,29
	237-B	Dominantes	16,51	12,17	278	17,33	5,93	26,7	34,33	28,0	4,29	16,43
		Codominantes	13,24	10,26	911	56,0	12,60	56,7	67,74	55,7	8,47	9,79
		Intermediária	10,22	8,60	422	25,7	3,57	16,3	18,84	15,7	2,36	5,59
		Dominadas	7,50	6,75	33	2,0	0,15	1,0	0,85	1,0	0,11	3,33

Observa-se pela figura 4, que o incremento médio individual das árvores dominantes e codominantes é maior em povoamentos com altura média maior, ou seja, localizadas em sítios melhores, ao passo que os horizontes intermediários e dominados apresentam IMA semelhantes, em povoamentos com altura médias diferentes, concluindo-se que, mesmo estando em sítios melhores, as árvores intermediárias e dominadas não apresentam crescimentos individuais maiores.

V - CONCLUSÕES

Comparando-se as espécies de *Pinus caribaea* v. *hondurensis*, *Pinus oocarpa* e *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, implantados em solos de campo e cerrado, com topografia plana, a primeira espécie destaca-se, apresentando melhor crescimento, apesar de observar-se fustes com Fox tall, e presença de tortuosidades ao longo do tronco, o que prejudicará o rendimento em serrarias. As outras duas espécies, apesar de apresentarem crescimento menor, possuem fustes mais retos e galhos mais finos, bem distribuídos.

As espécies em questão, apresentam aproximadamente 18% de árvores dominantes, 53% codominantes e 27% de árvores intermediárias e dominadas, equivalentes a 26,2; 55,6 e 18% de área basal e 29,0; 55,0 e 16% de volume respectivamente.

O baixo crescimento individual das árvores intermediárias e dominadas conduz à necessidade de se realizar desbastes por baixo, eliminando estas árvores, remanescendo as dos horizontes dominantes e codominantes, que apresentam crescimento individual 2,8 vezes maior e crescimento total por hectare, 5,2 vezes maior que o crescimento das árvores intermediárias e dominadas, permitindo com isto um melhoramento quantitativo substancial.

O incremento individual das árvores intermediárias e dominadas mostra-se igual, mesmo ocorrendo em sítios de qualidade diferente, havendo aumento do incremento individual das dominantes e codominantes, em sítios de qualidade melhor.

VII - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1 - BURGER, D. - Tópicos de Manejo Florestal. A Produção Florestal. ORDENAMENTO FLORESTAL. 3a. Edição. Curitiba - PR.
- 2 - CAMPOS, J.C.C., TURNBULL, K.J., Um método de estimar índices de local utilizando a análise do tronco. Revista Árvores 4(1):47-61. Viçosa-MG. 1980.
- 3 - CARNEIRO, J.G.A., Desbastes Florestais. Revista Floresta. Ano IV (3). Curitiba - PR. 1973.
- 4 - FLOR, H.M., LEMOS REIS F.M.C., Estudo do desenvolvimento inicial de *Pinus caribaea* MORELET v. *hondurensis*, BARRET E GOLFARI, em Brasília, Brasil Florestal 43(25-30). Brasília- DF. 1980.
- 5 - FREESE, F., Métodos Estadísticos Elementales para técnicos forestales, S.F. D.A. do los EE.UU de A.
- 6 - GOLFARI, L., Zoneamento Ecológico Estado de Minas Gerais para Reflorestamento. Série Técnica nº 3 C.P.F.R.C. - Belo Horizonte - MG. 1.975.
- 7 - HERZOG, W., Silvicultura Moderna. Serviço de Informação Agrícola M.A. - Rio de Janeiro - RJ. 1.956.
- 8 - VEIGA, A.A., Curso de Atualização Florestal. I.F. nº 08 V.1 -3a. Edição - São Paulo - SP. 1.976.

Estrutura da Oferta de Carvão Vegetal

HELTON HUGO LUZ TEIXEIRA

Plantar S.A.

ORLANDO MONTEIRO DA SILVA

Depto. de Administração e Economia – UFV

SERGIO ALBERTO BRANDT

Depto. de Economia Rural – UFV

Summary

The objective of the present study is to estimate short and long run price elasticities of charcoal supply. Monthly time series data (1976-I to 1980-XII) and a Nerlovian distributed lags model were used. A linear equation was fitted by ordinary least squares under the used assumptions. Durbin and Theil-Nagar statistics indicated that serial correlation problems were not significant. The results of the analysis show that charcoal supply is price inelastic in both short-run ($E_p = 0.14$) and long-run ($E_p = 0.40$). The coefficient of a trend variable has a positive signal and is statistically significant.

Resumo

A instabilidade do suprimento de carvão vegetal ao complexo siderúrgico constitui problema extremamente sério, tanto para os compradores como para os fornecedores e a sociedade em conjunto. Contudo, pouco se sabe, até o momento, sobre a natureza da resposta de produção de carvão aos incentivos de preço e outras variáveis econômicas.

O objetivo da presente pesquisa é o de obter elasticidades estruturais de oferta de carvão vegetal ao parque siderúrgico do Estado de Minas Gerais. Para isto especifica-se um modelo simples de oferta de produto, no qual as variáveis consideradas explicitamente são produção corrente, produção defasada e preços defasados.

Os parâmetros da equação de oferta são estimados por mínimos quadrados ordinários. Os dados básicos utilizados na análise são séries temporais (1976-I a 1981-XII). As hipóteses formuladas são testadas por meio da estatística "t" de Student. Os resultados obtidos mostraram que a oferta de carvão é preço-inelástica, tanto no curto prazo ($E_p = 0.14$) como no longo prazo ($E_p = 0.40$).

1. INTRODUÇÃO

A previsão da produção futura de carvão vegetal para siderurgia e a avaliação de políticas de preço deste fator de produção industrial podem ser melhor executadas caso se disponha de informação confiável sobre a estrutura da resposta dos produtores aos incentivos de mercado. Pouco se sabe, entretanto, sobre a natureza da relação preço-produção de carvão vegetal.

Esta pesquisa tem por finalidade especificar e estimar uma equação empírica de oferta de carvão vegetal para o setor siderúrgico do Estado de Minas Gerais. Pretende-se examinar os efeitos de curto prazo (2 meses) e de longo prazo, decorrentes de variações de preço real de carvão, sobre o suprimento deste bem. Além disso, examina-se o mecanismo de ajustamento da produção corrente, na direção da produção de equilíbrio, face a mudanças nos incentivos de mercado.

2. METODOLOGIA

Supondo-se que a produção de equilíbrio ou longo prazo (q^*) seja função linear do preço real defasado do produto (P_{-k}) e do nível de tecnologia de produção (t):

$$q^* = \beta_0 + \beta_1 P_{-k} + \beta_2 t + \mu \quad (I)$$

na qual μ é um componente de erro aleatório.

A equação (I) exprime uma relação de comportamento, uma vez que q^* é a produção desejada ou de longo prazo e não pode ser quantificada, visto que P_{-k} e t não permanecem constantes ao longo do tempo, não permitindo a concretização do equilíbrio desejado.

Pressupondo que a produção efetivamente alcançada (q) seja expressa como uma fração da produção desejada (q^*), obtém-se a equação de ajustamento:

$$q - q_{-k} = \gamma (q^* - q_{-1}) \quad (II)$$

na qual γ é o coeficiente de ajustamento de produção q , geralmente, varia entre zero e a unidade. As equações (I) e (II) constituem a forma estrutural do modelo dinâmico de oferta.

Substituindo-se (I) em (II) e explicitando em q obtém-se a equação de forma reduzida, que contém apenas variáveis quantificáveis e é empiricamente estimável:

$$q = (1 - \gamma) q_{-1} + \gamma \beta_0 + \gamma \beta_1 P_{-k} + \gamma \beta_2 t + \mu \quad (III)$$

Os coeficientes de (III) são estimativas dos parâmetros de oferta no curto prazo. Os parâmetros da oferta no longo prazo (I) são derivados algebricamente das estimativas dos parâmetros de (III). O coeficiente de ajustamento (γ) determina as relações entre os parâmetros de oferta a curto e longo prazos (1, 6).

Os parâmetros de (III) são estimados por mínimos quadrados ordinários, sob a pressuposição de que os termos de erro são \sim NID ($0, \sigma^2$). Visto que a equação (III) contém variável endógena defasada, a hipótese nula de ausência de correlação serial nos resíduos é testada por meio das estatísticas h de Durbin (4) e β^2 de Theil-Nagar (7).

As séries temporais de q e P_{-k} cobrem o período de

1976-I a 1980-XII e a série de preço observado de carvão é corrigida por meio do índice geral de preços (n^o 2), da Fundação Getúlio Vargas, com base 1977 = 100 (2, 3).

As variáveis q e q_{-1} são expressas em milhares de MDC, por mês; a variável p_{-k} é expressa em cruzeiros de 1977, por MDC; e a variável de tendência ou "trend" (t) assume valor igual à unidade para os meses do ano de 1976, valor igual a dois para os meses do ano de 1977, e assim por diante. Espera-se que esta variável de tendência capte os efeitos monotônicos decorrentes de progresso tecnológico e administrativo, nos setores de produção e comercialização de carvão vegetal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A equação empírica estimada de oferta de carvão vegetal para a siderurgia do Estado de Minas Gerais é a seguinte:

$$\hat{q} = 127,534 \cdot 10^3 - 208,5370 p_{-2} + 407,4380 p_{-3} + 17,1397 \cdot 10^3 t + 0,6649 q_{-1}$$

(413,3300)	(426,9400)	(6,7506 \cdot 10^3)	(0,0902)
[0,5045]	[0,9543]	[2,5390]	[7,3714]

$$R^2 = 0,799; F_{(4;64 \text{ g.l.})} = 68,594 \quad h = 13,742 \quad \hat{\sigma}^2 = 0,170$$

O grau de ajuste da equação aos dados de produção, preços e tendência é relativamente elevado e a estatística F de Snedecor mostra que as variáveis explicativas incluídas no modelo de oferta explicam parcela significativa da variância observada de produção corrente de carvão. As estatísticas h de Durbin e $\hat{\sigma}^2$ de Theil-Nager indicam a inexistência de problemas de correlação serial nos resíduos da equação de forma reduzida.

O sinal do coeficiente de p_{-2} é negativo e, portanto, incoerente com a expectativa a priori. Contudo, o valor deste coeficiente não é estatisticamente diferente de zero, ao nível 0,20 de probabilidade (teste unilateral). Por outro lado, o sinal do coeficiente de p_{-3} é positivo e coerente com a teoria da firma. Além disso, seu valor é estatisticamente significativo, ao nível 0,20 de probabilidade (teste unilateral).

O sinal positivo e a significância ($\alpha = 0,05$) estatística do coeficiente da variável de tendência indicam que a equação de oferta vem se expandindo, de modo sistemático, ao longo dos anos. O valor do coeficiente de variável endógena retardada indica que o coeficiente de ajustamento é igual a 0,66, aproximadamente e mostra que cerca de dois terços do desequilíbrio entre produção desejada e produção observada são eliminados num período de tempo (um mês).

As elasticidades-preço de oferta, calculadas nas médias das variáveis, indicam que a oferta de carvão vegetal é

preço-inelástica, tanto no curto prazo ($E_p = 0,135$) como no longo prazo ($E_p = 0,398$). A elasticidade de ajuste de produção é igual a 0,661. Deve-se lembrar que as elasticidades-preço de oferta consideram apenas a relação estimada entre q e p_{-3} , uma vez que a relação entre q e p_{-2} não se mostrou estatisticamente diferente de zero, ao nível de probabilidade estabelecido.

Em síntese, os resultados mostram que os produtores de carvão são sensíveis a estímulos de preço, reagem de modo racional a estes incentivos, e mostram respostas maiores, após a passagem de algum tempo, no qual fazem os ajustes necessários na estrutura produtiva.

A evidência obtida, se bem que preliminar e sujeita às limitações apontadas, indica claramente que a indústria siderúrgica pode obter maiores suprimentos de carvão vegetal, por meio de uma política de incentivos de preço.

Outra maneira, talvez menos onerosa, de se obter expansão da produção de carvão vegetal, para a siderurgia, seria a de reduzir os obstáculos e incertezas enfrentadas pelos produtores de carvão. A evidência empírica mostra que estes produtores reagiriam de modo mais rápido, aos incentivos de mercado, caso fossem reduzidos ou eliminados alguns entraves à expansão da produção, tais como melhorias nos meios de transporte e comunicação e nos serviços de informação de mercado.

5. LITERATURA CITADA

1. BRANDT, S.A. Comercialização Agrícola. Piracicaba, Livrarceres, 1980, 195 p.
2. BRASIL. Fundação Getúlio Vargas. Conjuntura Econômica, Rio de Janeiro. 35 (6):65-77, 1981 (Suplemento).
3. BRASIL. Instituto Brasileiro de Siderurgia. Preços médios e suprimento de carvão vegetal. Rio de Janeiro, 1982. 5 p. (mimeo).
4. DURBIN, J. Testing for serial correlation in least-squares regression when some of the regressors are lagged dependent variables, Econometrica, Bristol 38(3):410-21, 1970.
5. PINDYCK, S. & RUBINFELD, R. Econometric models and economic forecasts. New York: McGraw-Hill, 1976, 569 p.
6. NERLOVE, M. Estimates of elasticities of supply of selected agricultural commodities, Journal of Farm Economics, Menasha 38(7):496-506, 1956.
7. THEIL, H. & NAGAR, A.L. Testing the independence of regression disturbances. Journal of the American Statistical Association. Washington, D.C. 56 (296):793-806, 1961.

Previsões de Crescimento para Plantações de *Pinus elliotii* baseadas em Distribuições de Diâmetros Truncadas

RICARDO A. A. VEIGA
 Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP
 GRAHAM H. BRISTER
 School of Forest Resources – University of Georgia

Summary

Equations are derived to predict the parameter values a , b and c for the Weibull distribution describing diameter distributions in forest stands when the distribution is truncated to the left. This situation arises when inventory data are collected only on trees above a certain minimum diameter at breast height (dbh). The existing Weibull distribution models for Slash pine (*Pinus elliotii*, Engelm.) are not able to describe diameter distributions in this case. The derived equations are tested with independent data sets from permanent sample plots. The Kolmogorov-Smirnov test statistics were used to show the applicability of the derived equations to represent the truncated distributions.

Resumo

São deduzidas equações para previsão das estimativas dos parâmetros a , b , e c da distribuição de Weibull, para distribuições de diâmetro truncadas à esquerda. Esta situação ocorre quando os dados coletados no inventário dirigem-se apenas às árvores com diâmetro superior a um mínimo previamente estabelecido. Os modelos atualmente existentes para *Pinus elliotii* Engelm. não são aplicáveis nesses casos. As equações propostas no presente trabalho para plantações daquela espécie no sudeste dos Estados Unidos são testadas em duas amostras independentes, uma com 62 e outra com 100 parcelas. Os resultados mostram a viabilidade do emprego das equações propostas.

INTRODUCTION

The use of diameter distributions for predicting assorted yields from forest stands has increased over the past 20 years, because of several advantages offered by the approach, chief among which is the ability to estimate the yields of multiple products from the stand based on size classes. Since Meyer (1928) summarized previous studies on diameter distributions in forest stands, many probability density functions (pdf's) have been used to estimate the probability of a tree in a stand falling into a particular diameter class (see Veiga and Brister, 1982, for a review of these).

The Weibull distribution was proposed by Bailey and Dell (1973) to quantify the diameter distribution of even-aged forest stands because of its simplicity in mathematical derivation and its flexibility in describing the range of distributions commonly found in these stands. In the southeastern United States the Weibull distribution has been successfully applied to predict

the yields of Slash (*Pinus elliotii*, Engelm.) and Loblolly (*P. taeda*, L.) pine plantations (Belcher and Clutter, 1977; Smith, 1978).

The procedure by which the Weibull pdf is used to describe the diameter distribution of a stand consists of estimating the Weibull parameters as functions of stand characteristics such as age, site-quality and total number of stems per unit area. However, many operational inventories using sample plots record only trees greater than some minimum diameter class limit. For example, an inventory may be designed to record only those trees greater than 4.6 inches (11.68 cm) diameter at breast height (dbh), and trees smaller than this are ignored. In such cases, the total number of stems per unit area is unknown. The parameter estimators for the existing Weibull distribution functions cannot be applied. New equations must be developed based on a truncated diameter distribution if this kind of inventory data is to be used for operational predictions of growth and yield. A method is presented here for truncated distributions in the case of Slash pine site-prepared plantations in the flatwoods of Georgia and north Florida, U.S.A.

DEVELOPING EQUATIONS FOR A TRUNCATED WEIBULL DIAMETER DISTRIBUTION

A random variable x is said to have a Weibull density function when the probability density for x is given by

$$f(x; a, b, c) = (c/b) \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} \exp \left\{ - \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right\}$$

$$a \leq x < \infty; a \geq 0; b, c > 0$$

where a , b and c are the location, scale and shape parameters, respectively. The corresponding cumulative distribution function is

$$F(x; a, b, c) = 1 - \exp \left\{ - \left(\frac{x-a}{b} \right)^c \right\}$$

(Bailey and Dell, 1973).

The probability density function of a truncated Weibull density function for that random variable x is given by

$$f(x; a, b, c) = (c/b) \left(\frac{x-a}{b} \right)^{c-1} / 1 - \exp \left\{ - \left(\frac{T-a}{b} \right)^c \right\}$$

where T is the known truncation point.

The measurement of trees greater than an established dbh value is a case of a Weibull distribution truncated to the left.

Weibull distributions truncated to the right have been investigated by numerous writers including Cohen (1965, 1966, 1973) and Harter and Moore (1965). But for Slash Pine plantations, available equations for the estimation of the parameters a , b and c can be used in developing equations for diameter distributions truncated to the left, with more simple calculations involved.

Let F be the proportion of the Weibull distribution lying above the specific value x_t . Then

$$F(x \geq x_t) = \exp \left\{ - \left(\frac{x_t - a}{b} \right)^c \right\}$$

for all the values greater than x_t .

Let N be the value of the total number of stems and N' the known value of the measured number of trees greater than the truncation point. Then

$$N' = N \{P(x \geq x_t)\},$$

therefore

$$N = N' / \exp\{-((x_t - a)/b)^c\} \quad (\text{Eq. 1})$$

The measured data allows the determination of N' per acre (0.4047 ha), site index (S) in feet (0.3048 m) and age of the stand (A). So, Weibull parameters a and c can be estimated for site prepared slash pine plantations by the equations

$$\hat{a} = 0.85 (-0.07690286 + 0.00202557 S) A$$

$$\hat{c} = 3.55315536 + 10.82256635/A$$

from Belcher and Clutter (1977) with improvements by Clutter ^{1/}.

But the parameter \hat{b} , given by

$$\hat{b} = 0.14676626 A + 0.03609625 S + 358.5295/N$$

requires the knowledge of N whereas the data contain only N' . However, the values of A and S being known, b becomes a linear relation of the reciprocal of N :

$$\hat{b} = \alpha + \beta/N$$

and by analogy corresponding \hat{b}' can be assumed to be given by

$$\hat{b}' = \alpha + \beta/N'$$

where

$$\alpha = 0.14676626 A + 0.03609625 S \quad (\text{Eq. 2})$$

$$\beta = 358.5295$$

Therefore

$$N = N' (\hat{b}' - \alpha) / (\hat{b} - \alpha) \quad (\text{Eq. 3})$$

Equations 1 and 3 give

$$N' (\hat{b}' - \alpha) / (\hat{b} - \alpha) = N' / \exp\{-((x_t - a)/b)^c\}$$

Therefore

$$\ln(\hat{b} - \alpha) + kb^{-c} - \ln(\hat{b}' - \alpha) = 0 \quad (\text{Eq. 4})$$

where

$$k = (x_t - a)^c \quad (\text{Eq. 5})$$

Equation 4 can be solved for b by an iterative process given the estimate of the parameter \hat{b}' , and then the estimate of N can be easily obtained through equations 1 or 3, allowing the diameter distribution predictions.

MATERIAL AND METHODS

To evaluate the adequacy of the proposed equation (4) for a truncated diameter distribution, studies were conducted using data from site prepared plantations of slash pine in the southeastern coastal plain.

The 62 permanent sample plots from the second measurements of the Container Corporation of America continuous forest inventory were selected as an independent data set with the criteria of having at least two dbh classes with trees larger than 11.4 cm, without thinning, without pruning, without fertilization

without excessive evidence of disease or ingrowth, and with an age of at least 10 years. The plots had an area of 0.08 ha each, and ranged in age from 10 to 34 years, in site index (base age 25) from 16 to 28 m, and in density from 519 to 1940 trees per ha. All stems were measured for dbh to the nearest 1/10 inch (0.254 cm). This data set was used to evaluate the precision in the \hat{b} predictions and was also employed to evaluate the adequacy of the proposed equations for predicting the number of trees by diameter class.

The 100 permanent sample plots of the 1974/1975-Brunswick Pulp Land Co. continuous forest inventory were selected as a second independent data with the same criteria as the preceding set. The plots had an area of 0.058 ha each, and ranged in age from 10 to 24 years, in site index from 14.3 to 25.6 m, and in density from 277 to 2384 trees per ha with dbh 11.7 cm or larger. This data set is a typical example of a truncated distribution since only trees larger than 11.7 cm were measured and the total number of stems was not recorded. It was used only for comparisons between expected and observed number of trees by diameter class.

Comparisons between predicted and observed diameter distributions were made for each plot and for the average of all plots of each data set using the Kolmogorov-Smirnov test of goodness of fit (Massey, 1951).

The investigations were begun by trying to assess what effects variability in the value of \hat{b} has on the volume estimate by dbh class. For this purpose diameter distributions were predicted for a set of five theoretical plots with site index 18.3 m, ages 10 and 25 years with 988 and 1976, and 247 and 988 stems per ha, respectively. The characteristics of the fifth theoretical plot were: dominant height 13.1 m at 15.8 years and 1814 stems per ha. The values of b were allowed to vary from the estimated value by positive and negative increments of 0.05 and the difference in plot volumes resulting from these increments were tested against the volume estimated using the calculated value of \hat{b} .

RESULTS AND CONCLUSIONS

For the theoretical sample plots, the effect that the errors in b prediction have on volume estimates are summarized in Table 1.

Table 1. Kolmogorov-Smirnov statistics for difference between observed and predicted values of the parameter \hat{b} of the Weibull distribution. Theoretical plots.

Plot	Age	Trees/ha	SI	Increment differences added to \hat{b}						
				-0.20	-0.15	-0.10	-0.05	0.05	0.01	0.02
				difference in plot volumes						
1	10	988	18.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
2	10	1976	18.3	*	ns	ns	ns	ns	ns	*
3	25	247	18.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
4	25	988	18.3	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
5	15.8	1814	23.3	*	ns	ns	ns	ns	ns	*

* significant at the 0.05 probability level
ns = not significant

The Kolmogorov-Smirnov values (Table 1) show that in all cases differences in b value predictions from -0.15 to +0.15 did not affect the volume distribution predictions.

For the data from Container Corporation of America the observed mean value of parameter b was $\hat{b} = 5.299$ as an average over the 62 plots. The corresponding value estimated for the truncated Weibull distributions by equation (4) was $\hat{b}' = 5.5789$, predicted with an error of -5.52%. Errors between -0.15 and 0.15

^{1/} Personal communication. J.L. Clutter, Scholl of Forest Resources, University of Georgia, Athens, Georgia, U.S.A. These equations have been revised subsequent to the work described here, and use imperial units.

were found in 67.1% of the sample plots. Relative errors from -10% to 10% were present in 83.9% of the plots. That distribution of errors found in the estimates of parameter b would not materially affect the volume distribution predictions for the Container Corporation data set.

Using the estimated b values for each plot, the total number of stems per ha were predicted by equation 3, and through that equation the number of trees by diameter class were estimated.

Table 2 presents the average number of trees predicted for each dbh class by Weibull distributions whose parameters b were calculated: (a) based on observed number of stems per acre; (b) based on the equations for truncated distributions with unknown total number of trees per acre. The Kolmogorov-Smirnov statistics could not show significant difference between both distributions at the 0.05 probability level. Thus, the derived equations were found to be adequate to predict the number of trees for each diameter class in that first data set.

Table 2. Expected Weibull diameter distributions for the trees larger than 11.4 cm as an average for 62 plots of slash pine from Container Corporation of America.

Dbh Class (cm)	Expected Number of Trees per Hectare	
	Based on the known number of trees lesser than the truncation point	Based on equations for truncated distributions
12.7	332.3	269.6
15.2	301.4	279.2
17.8	163.1	168.3
20.3	55.6	60.8
22.9	15.6	17.3
25.4	6.9	7.2
27.9	4.7	4.7
30.5	3.0	3.0
33.0	2.5	2.5
35.6	0.7	0.7
38.1	0.2	0.2

For the second data set, from Brunswick Pulp and Paper Co., comparisons between b values were not possible since the observed b could not be calculated because the total number of stems was not known. But comparisons were made between observed and predicted number of stems by diameter class, as shown in Table 3 as an average of the 100 sample plots. The results of the Kolmogorov-Smirnov test presented no significant differences between observed and predicted diameter distribution at the 0.05 probability level, showing the validity of the derived equations to predicted the diameter distribution also for that data set.

Table 3. Observed and expected diameter distributions for the trees larger than 11.4 cm as an average for 100 plots of slash pine from Brunswick Pulp and Paper Company. The expected values were predicted by equations for truncated Weibull distribution.

Dbh Class (cm)	Number of Trees per Hectare	
	Observed	Expected
12.7	159.4	190.0
15.2	217.7	218.0
17.8	166.8	157.2
20.3	89.2	73.6
22.9	31.4	26.2
25.4	12.6	8.4
27.9	5.2	2.7
30.5	1.5	0.7
33.0	0.2	0.2

Thus, as an average for a stand basis, equations 3 and 4 were found to be adequate for predictions of truncated diameter distributions with the Weibull function for both independent data sets selected in this present research.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first named author wish to express his thanks to the Brazilian FAPESP Foundation which sponsored his post-doctoral study at the University of Georgia, in Athens, Georgia, U.S.A.

REFERENCES

- Bailey, R.L. and Dell, T.R. 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 19:97-104.
- Belcher, D.M. and Clutter, J.L. 1977. Yield of Slash Pine plantations in the Georgia and North Florida coastal plain. *Plantation Management Research Co-Operative, School of Forest Resources, University of Georgia, Research Paper 2*, 52 p.
- Cohen, A.C. 1965. Maximum likelihood estimation in the Weibull distribution based on complete and censored samples. *Technometrics* 7:579-588.
- Cohen, A.C. 1966. Life testing and early failure. *Technometrics* 8:539-545.
- Cohen, A.C. 1973. The reflected Weibull distribution. *Technometrics* 15:867-873.
- Harter, H.L. and Moore, A.H. 1965. Maximum - likelihood estimation of the parameters of gamma & Weibull populations from complete and from censored samples. *Technometrics* 7:639-643.
- Massey, F.J., Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association* 46: 68-78.
- Meyer, W.H. 1928. Rates of growth of immature Douglas fir as shown by periodic remeasurements on permanent sample plots. *Journal of Agriculture Research* 36:193-215.
- Smith, J.L. 1978. "Volume Yields of Site Prepared Loblolly Pine Plantations in the Lower Coastal Plain of the Carolinas, Georgia and North Florida". Thesis, School of Forest Resources, University of Georgia, 58 p.
- Veiga, R.A. and Brister, G.H. 1982. Evaluation of yield functions for site Prepared Slash Pine in the Southeastern coastal plain of the U.S.A. *Congresso Florestal Brasileiro, 4º*, Belo Horizonte, 12 p.

Avaliação de Funções de Rendimento para Plantações de *Pinus elliottii* no Sudeste dos Estados Unidos da América

RICARDO A. A. VEIGA

Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP

GRAHAM H. BRISTER

School of Forest Resources – University of Georgia

Summary

The diameter distribution yield models based on the Weibull distribution, recently developed at the School of Forest Resources, University of Georgia, U.S.A., were tested on an independent data set which consisted of 3 repeated measurements at 5 year intervals on 40 sample plots of *Pinus elliottii* Engelm. in the southeastern coastal plain. When all 40 sample plots were considered together there was no significant difference between the predicted and observed distribution of diameter at breast height (dbh), mean dbh, stand basal area and cubic volume as judged by the Kolmogorov-Smirnov (K-S) test at the 0.05 probability level. The K-S test on the dbh distribution on a plot by plot basis showed no significant difference at the 0.05 probability level for 70 percent of the plots from the second remeasurement and from 80 percent of the plots from the third remeasurement. Two tables give the average absolute and percentage differences between observed and predicted values for mean dbh, stand basal area and cubic volumes per hectare on the plot by plot comparisons. Results are also presented for another 20 old-field and 22 rough woods plantations sample plots.

Resumo

Equações de prognose de crescimento, baseadas em distribuições Weibull de diâmetros, desenvolvidas recentemente na Universidade da Georgia, E.U.A., foram testadas em amostra independente composta de 40 parcelas de plantações de *Pinus elliottii* Engelm. da planície costeira da região sudeste daquele país, cujas árvores foram submetidas a 3 medições seguidas, com intervalos de 5 anos, em inventário florestal contínuo. Cotejando-se o conjunto de parcelas de amostragem não se encontrou diferença significativa entre as previsões baseadas nos modelos testados e os valores realmente observados de: distribuição de diâmetros, diâmetro médio, área basal e volume, ao nível de 5% de probabilidade com o teste de Kolmogorov-Smirnov. A aplicação do referido teste, para as distribuições de diâmetro prevista e observada para cada parcela individualmente, não revelou diferença significativa para 70% das parcelas da segunda medição e para 80% das parcelas da terceira medição. Em duas tabelas são apresentadas as diferenças percentuais entre os valores de áreas basal, volume e diâmetro médio estimadas através das equações de prognose de crescimento e os valores correspondentes realmente observados por ocasião das medições. São ainda apresentados resultados referentes a outras 20 parcelas, amostradas em povoamentos implantados em terras onde antes houve lavoura mas que já não mais estavam sendo utilizadas para agricultura, e também resultados obtidos em 22 parcelas de maciços implantados sem preparo de solo.

INTRODUCTION

Slash Pine (*Pinus elliottii* Engelm.) is the predominant plantation species in the coastal plain region of Georgia and

north Florida of the U.S.A., with about 810 000 hectares planted. It is intensively used by forest products industries, especially the pulp and paper industry, which collectively owns or controls more than 40 percent of the estimated 5 800 000 hectares of the forest land of this region (McClure, 1970; Bellamy, 1971).

Over the past 20 years research into plantation yields has been directed towards yield functions based on the distribution of the stems by diameter class (Bennett *et al.* 1959; Clutter and Bennett 1965; Clutter and Shepard 1968; Bailey and Dell, 1973). These diameter distribution yield models allow the total yield of the stand to be separated into multiple products based on dbh classes and offer many advantages compared to functions that provide only the overall yield on a per unit area basis.

The use of diameter class frequency techniques, however, is not recent. Meyer (1928) summarized previous studies on even-aged stand diameter distributions and fitted Charlier curves for some species. The Pearl growth curve was preferred by Osborn and Schumacher (1935) to the Charlier curve for the construction of stand tables. Other distributions were also studied, with Nelson (1964) applying the Gamma - distribution, and Bliss and Reinker (1964) the three-parameter logarithmic - normal curve.

The use of the Beta distribution was developed by Clutter and Bennett (1965) for predicting multiple product yields in old-field Slash Pine plantations. The Beta distribution has been applied to produce tables of multiple products yields (Clutter and Shepard, 1968; Bennett and Clutter, 1968) and to estimate green and dry weight yields for individual trees (Burkhart and Clutter, 1971). Burkhart (1971) concluded that, for large samples, yield can be reliably predicted using the Beta distribution.

The use of the Weibull distribution was proposed by Bailey and Dell (1973) as a substitute for the Beta function, with the advantages of flexibility in shape and simplicity of mathematical derivation. Computer programs were prepared (Bailey, 1974) for estimating the parameters in the Weibull diameter distributions. A class-interval-free method of predicting yields from diameter distributions using the Weibull function was described by Strub and Burkhart (1975). Hafley and Schreuder (1977) compared the Beta, Johnson's S_B , lognormal, Gamma, normal and Weibull functions, and concluded that a better quality of fit was obtained with the Johnson's S_B curve. Belcher and Clutter (1977) applied the Weibull distribution to construct a yield estimation model for site prepared Slash Pine plantations in the southeastern flatwoods of the U.S.A.

Yield research for the Slash Pine plantations in the southeastern coastal plain of the U.S.A. has been conducted mostly for old-field plantations, established on abandoned agriculture lands. Similar information has recently been developed for site prepared plantations with the construction of a yield estimation model based on the Weibull distribution (Belcher and Clutter, 1977), green and dry stem weight equations (Queen and Pienaar, 1977), effects of soil type and site preparation method on yield (Shiver and Fortson, 1978), dominant height growth

models and site index curves (Newberry and Pienaar, 1978), and tree volume and taper functions (Brister, Clutter and Skinner, 1979).

As the plantations in the southeast nowadays tend to be established almost entirely on cut-over woodlands with subsequent mechanical site preparation, the ability to predict growth and yield for them assumes greater importance.

This present study was conducted to evaluate the ability of yield functions based on diameter distributions to predict the growth and yield of site prepared Slash Pine plantations of the southeastern coastal plain.

MATERIALS AND METHODS

The CFI data for the period 1962-1978 collected by Container Corporation of America from Slash Pine plantations in the Georgia and North Florida Coastal plain were used as an independent data set for the comparisons in this investigation. From these data, the 40 site prepared plantation plots having 3 measurements at a 5 years interval were selected. There were also 20 plots with 3 measurements in old-field plantations and 22 in rough woods plantations. Each plot was circular, with an area of 0.08 ha. Plantations were selected according to the criteria of being unthinned, unpruned, unfertilized, free from excessive ingrowth or interplanting, and with no excessive evidence of disease. At the third measurement, the site-prepared plantations ranged from 15 to 39 years old, with site indices (at base-age 25) from 16.1 to 24.7 m and stand densities from 543 to 1481 stems per hectare. Data recorded were plantation age and dbh (o.b.) of each tree to the nearest 1/10 inch (0.254 cm). A subsample of height measurement trees was measured to the nearest foot (30.48 cm) so as to include two trees in each dbh class.

Total volume, pulpwood volume to a 10.2 cm top d.o.b., small-saw timber volume (dbh greater than 25.4 cm), mean dbh of the trees, basal area and number of trees by diameter class were determined on a per unit area basis for each plot in the site prepared plantations. These observed values were compared with predicted values at each measurement time. The predicted values were obtained using the Weibull diameter distribution and derived height and volume functions.

The theoretical diameter distribution was predicted by using the Weibull distribution, whereby

$$f(x; a, b, c) = \left\{ \frac{c}{b} \left[\frac{(x-a)}{b} \right]^{c-1} e^{-\left[\frac{(x-a)}{b} \right]^c} \right\} \quad (1)$$

(a ≤ x ≤ ∞ ; a ≥ 0; b, c > 0)

is the form of the probability density function taking the dbh as a random variable x. The cumulative distribution function is given by

$$F(x; a, b, c) = \int_0^x f(x; a, b, c) dx = 1 - e^{-\left[\frac{(x-a)}{b} \right]^c} \quad (2)$$

where a is the location parameter fixing the lower limit of distribution, b is the scale parameter determining the range of width, and c defines the shape. Therefore

$$P(X_m, X_n) = e^{-\left[\frac{(X_m - a)}{b} \right]^c} - e^{-\left[\frac{(X_n - a)}{b} \right]^c} \quad (3)$$

gives the proportion of that distribution between two values of X, X_m and X_n, where X_n > X_m. In each plot the relative proportion of the number of stems per acre within each 1.0 in diameter class was estimated using equation 3.

Weibull distribution parameters were estimated by equations from Belcher and Clutter (1977) with improvements by Clutter ^{1/}:

$$\begin{aligned} \hat{a} &= 0.85 (-0.07690286 + 0.00202557 S) A \\ \hat{b} &= 0.14676626 A + 0.03609625 S + 358.5295/N \\ \hat{c} &= 3.55315536 + 10.82256635/A \end{aligned}$$

for use with imperial units, where A is the stand age, S is the site index at base-age 25, in feet (30-48 cm), and N is the number of stems per acre (0.4047 ha) at age A.

In addition, the values from the first measurement formed the input for predicting mean diameter, basal area, dominant height, and total, pulpwood and small-saw timber volume estimates 5 and 10 years later.

Predicted second and third measurement Weibull parameters were estimated based on the age and site index of the first, adding to the age the predicted number of years. The exact number of stems in each plot at second and third measurements was used to avoid bias from mortality effects.

The site index equation employed was:

$$S = HD \left[0.9183378 / (1 - e^{-0.1003538A}) \right]^{2.066918}$$

(Newberry and Pienaar, 1978). Observed dominant height (HD) was determined for each plot as the average height of dominant and codominant trees, and the predicted dominant height was estimated using the site index equation.

Observed height in each diameter class was determined by a regression established in each plot between measured heights and diameters. Predicted height (H_i) in each diameter class (i) was predicted from equation

$$H_i = HD \left\{ 0.834634 - (5.125696/S) + 0.309355 \ln(CDF_i + 1) + 18.861349 \left[(1/S) \ln(CDF_i + 1) \right] \right\}$$

(Belcher and Clutter, 1977, with improvements by Clutter ^{2/}) where CDF_i is the Weibull cumulative distribution frequency for the i'th diameter class.

Total and merchantable volumes were estimated for the midpoint of each diameter class and its associated height by volume and taper equations from Brister, Clutter and Skinner (1979).

Kolmogorov-Smirnov goodness of fit tests (Massey, 1951) were used to compare the theoretical and observed diameter distributions for each plot.

RESULTS AND DISCUSSION

The Kolmogorov-Smirnov statistic showed no difference between observed and predicted dbh distributions for 70% of the site prepared plantations plots in the second measurement and for 80% in the third at the 0.05 probability level. The respective percentages for the 5 and 10 years predicted distribution based on the data from the first measurements were 58% and 60%.

The observed number of trees in each dbh class of the 40 plots were average by class and compared to the corresponding numbers predicted by the Weibull distribution. Figure 1 shows those two distributions for the second and third measurements, and similarly compare the average of the observed number of stems in each dbh class with those predicted on the basis of the first measurement. The Kolmogorov-Smirnov statistic was not significant at the 0.05 probability level for any of these comparisons.

Therefore, considered on a plot by plot basis, the estimating functions provided a theoretical distribution on the majority of the plots that was not significantly different from the observed number of stems over dbh classes. Although some individual plots compared poorly when all plots were pooled to

^{1/} Personal Communication. J.L. Clutter, School of Forest Resources, University of Georgia, Athens, GA, U.S.A. The parameter estimating equations were further improved by some revisions subsequent to this current investigation.

^{2/} See footnote 1.

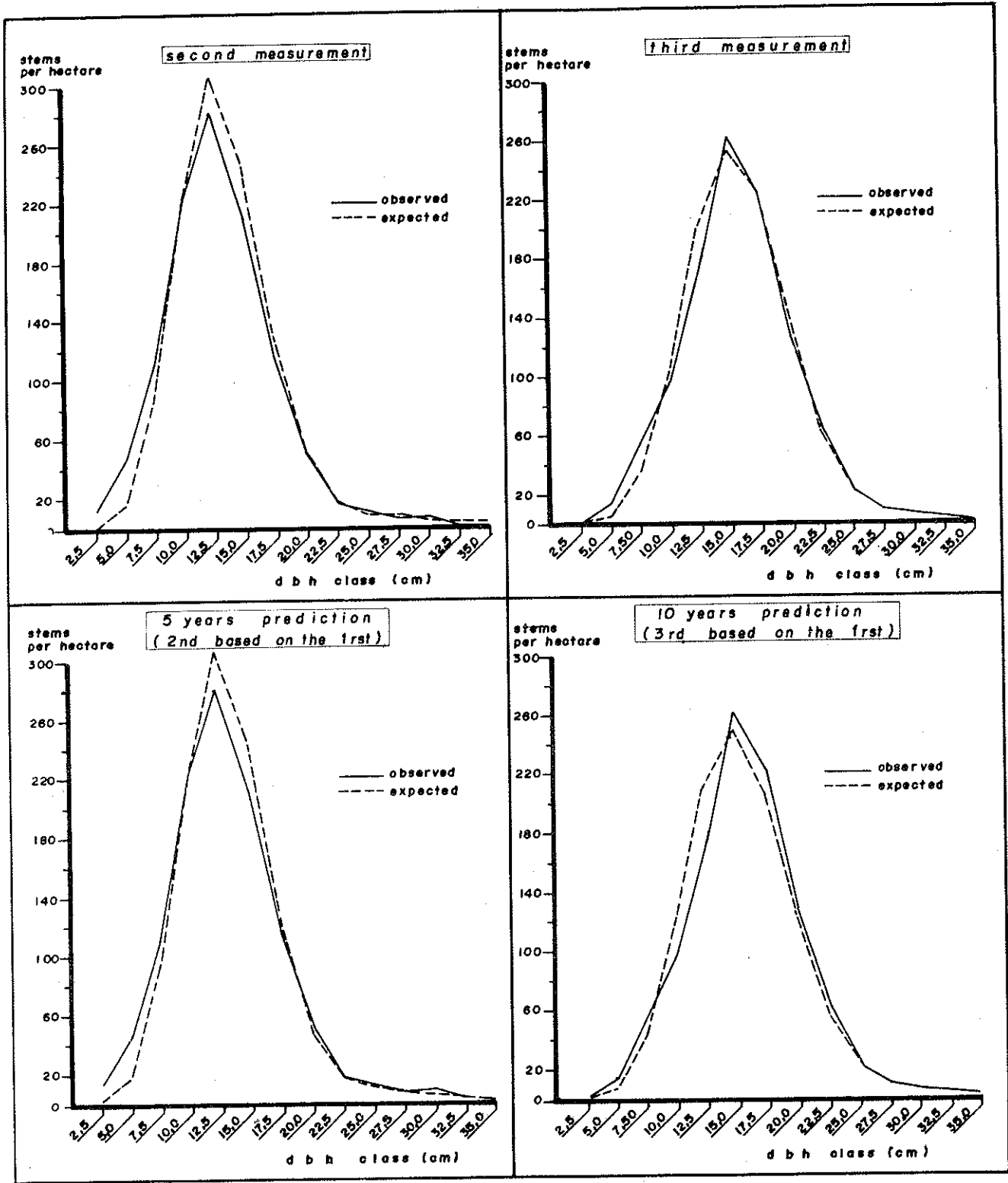


Figure 1 - Observed and expected diameter distribution for: the second measurement; the third measurement; a 5 years prediction based on the first measurement; a 10 years prediction based on the first measurement. Average of 40 plots of site prepared Slash Pine plantations.

obtain an average dbh distribution, the functions led to a good prediction of the diameter distribution as shown by the figures and by the nonsignificant K-S statistic in the hypothesis tests.

The average absolute and percentage differences between observed and expected plot values for mean dbh, basal area, and total, pulpwood and small-saw timber volumes are presented in Table 1 for the second and third measurements of the site prepared plantations. Table 2 shows the same values, plus the estimated dominant height, for the 5 and 10 year predictions based on the first measurement data. The results show the adequacy of the yield functions tested in this work, since the percentage difference between observed and predicted values are small and pragmatically acceptable in forest management operations. On a stand to stand basis, the prediction equations may provide discrepancies between observed and predicted values. Over the time-frame of a year's operations, however, when an annual yield is estimated from many stands, these discrepancies might compensate each other so that the annual observed and predicted values would not be significantly different.

Although these yield functions were developed for site prepared plantations, they were used in this study to compare predicted and observed diameter distributions in old-field and in rough-woods Slash pine plantations. These comparisons were made using the K-S statistic applied to the differences between observed and predicted dbh distributions. Results were not significantly different at the 0.05 probability level for 57% and 43% of the old-field, and 73% and 50% of the rough-wood plots, respectively, in the second and third mensuration. The corresponding percentages for the 5 and 10 years prediction based on the first measurement were, respectively, 48% and 43%, and 77% and 59%. When all plots were pooled there was no

TABLE 1. Average absolute and percentage differences between observed and expected plot values for the second and third measurements of site prepared Slash pine plantations.

Plot Value	Mean Differences	
	2 nd Measurement	3 rd Measurement
Mean Diameter (cm)	-0.58 (-4.5%)	0.10 (0.06%)
Total Basal Area (m ² /ha)	-1.07 (-6.3%)	0.38 (1.6%)
Total Cubic Volume o.b. (m ³ /ha)	-4.28 (-4.0%)	4.12 (2.3%)
Pulpwood Volume (m ³ /ha)	-5.59 (-8.9%)	0.09 (0.1%)
Small-Saw Timber Volume (m ³ /ha)	1.04 (3.6%)	4.25 (5.9%)

TABLE 2. Average absolute and percentage differences between observed and expected plot values for the 5 and 10 years predictions based on the first measurement of the Slash pine site prepared plots.

Plot Value	Mean Differences	
	2 nd Measurement	3 rd Measurement
Mean Diameter (cm)	-0.58 (-4.4%)	0.38 (2.4%)
Total Basal Area (m ² /ha)	-0.95 (-5.6%)	1.01 (4.1%)
Dominant Height (m)	0.06 (0.6%)	0.37 (2.4%)
Total Cubic Volume o.b. (m ³ /ha)	-3.20 (-3.0%)	9.49 (5.2%)
Pulpwood Volume (m ³ /ha)	-4.12 (-6.6%)	4.85 (5.1%)
Small-Saw Timber Volume (m ³ /ha)	0.72 (2.5%)	5.24 (7.2%)

significant difference between observed and predicted distribution in any of the comparisons in both rough-woods and old-fields plots.

ACKNOWLEDGEMENTS

The first named author wish to express his thanks to the Brazilian FAPESP Foundation which sponsored his post-doctoral study at the University of Georgia, in Athens, Georgia, U.S.A.

REFERENCES

- Bailey, R.L. 1974. Computer programs for quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 20:229.
- _____ and Dell, T.R. 1973. Quantifying diameter distributions with the Weibull function. *Forest Science* 19:97-104.
- Belcher, D.M. and Clutter, J.L. 1977. Yield of Slash Pine plantations in the Georgia and North Florida coastal plain. *Plantation Management Research Co-Operative, School of Forest Resources, University of Georgia. Research Paper 2*, 52 p.
- Bellamy, T.R. 1971. Forest statistics for southeast Georgia. *USDA Forest Service Resource Bulletin SE-21*, 34 p.
- Bennett, F.A. and Clutter, J.L. 1968. Multiple-Product Yield Estimates for Unthinned Slash Pine Plantations-Pulpwood, Sawtimber Gum. *U.S. Forest Service Research Paper SE-35*, 21 p.
- Bennett, F.A., C.E. McGee and J.L. Clutter. 1959. Yield of old slash pine plantations. *USDA Forest Service, Southeastern Forest Experiment Station Paper SE-107*, 19 p.
- Bliss, C.I. and Reinker, K.A. 1964. A lognormal approach to diameter distribution in even-aged stands. *Forest Science* 10:350-360.
- Brister, G.H., J.L. Clutter and Skinner, T.M. 1979. "Tree Volume and Taper Functions For Site Prepared Slash Pine Plantations" *Plantation Management Research Co-Operative, School of Forest Resources, University of Georgia*, 13 p.
- Burkhart, H.E. 1971. Slash Pine plantations yield estimates based on diameter distribution: an evaluation. *Forest Science* 17: 452-453.
- _____ and Clutter, J.L. 1971. Green and dry weight yields for old-field Loblolly Pine plantations in the Georgia Piedmont. *Georgia Forest Research Council Report 22 - Ser. 4*, 11 p.
- Clutter, J.L. and Bennett, F.A. 1965. Diameter distributions in old field Slash Pine plantations. *Georgia Forest Research Council Report 13*, 9 p.
- _____ and Shepard, M. 1968. "A Diameter Distribution Technique for predicting Multiple Product Yields in Old-Field Slash Pine Plantations". *School of Forest Resources, University of Georgia, Report*, 38 p.
- Hafley, W.L. and Schreuder, H.T. 1977. Statistical distributions for fitting diameter and height data in even aged stands. *Canadian Journal of Forest Research* 7:481-487.
- Massey, F.J., Jr. 1951. The Kolmogorov-Smirnov test for goodness of fit. *Journal of the American Statistical Association* 46: 68-78.
- McClure, J.P. 1970. Forest statistics for Northeast Florida. *USDA Forest Service Resource Bulletin SE-15*.

- Meyer, W.H. 1928. Rates of growth of immature Douglas Fir as shown by periodic remeasurements on permanent sample plots. *Journal of Agriculture Research* 36:193-215.
- Nelson, T.C. 1964. Diameter distribution and growth of Loblolly Pine. *Forest Science* 10:105-115.
- Newberry, J.D. and Pienaar, L.V. 1978. Dominant height growth models and site index curves for site prepared Slash Pine plantations in the Lower Coastal Plain of Georgia and North Florida. *Plantation Management Research Co-Operative*, School of Forest Resources, University of Georgia. Research Paper 4, 47 p.
- Osborne, J.G. and Schumacher, F.X. 1935. The construction of normal-yield and stand tables for even-aged timber stands. *Journal of Agriculture Research* 51:547-564.
- Queen, W.R. and Pienaar, L.V. 1977. Green and dry stem weight equations for site prepared Slash Pine plantations in the Coastal Plain of Georgia and North Florida. *Plantation Management Research Co-Operative*, School of Forest Resources, University of Georgia. Research Paper 1, 58 p.
- Shiver, B.D. and Fortson, J.C. 1978. Effect of soil type and site preparation on growth and yield of Slash Pine plantations in the Lower Coastal Plain of Georgia and North Florida. *Plantation Management Research Co-Operative*, School of Forest Resources, University of Georgia, Research Paper 2, 55 p.
- Strub, M.R. and Burkhart, H.E. 1975. A class-interval-free method for obtaining expected yields from diameter distributions. *Forest Science* 21:67-69.

Caracterização Anatômica da Madeira e Casca das Principais Espécies de *Eucalyptus* do Estado de São Paulo

VERONICA ANGYALOSSY ALFONSO

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de S. Paulo

Summary

This previous note presents the partial results of the anatomical study of the wood and bark of five of the main *Eucalyptus* species cultivated in Brazil, mainly in the State of São Paulo, as follows: *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. grandis*, *E. saligna* and *E. robusta*, with the objective of getting information in order to help in their identification. The partial conclusions are presented on the following: comparative study of the anatomical characters of the wood in the limit region heartwood - sapwood; anatomical variation of the wood and basic density in the direction pith-bark and comparative study of bark anatomy.

Resumo

A presente nota prévia apresenta os resultados parciais do estudo anatômico do lenho e da casca de cinco das principais espécies de *Eucalyptus* cultivadas no Brasil, principalmente no Estado de São Paulo, a saber: *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. grandis*, *E. saligna* e *E. robusta*, com o objetivo de trazer maiores informações que auxiliem na identificação das mesmas. São apresentadas as conclusões parciais quanto: ao estudo comparativo dos caracteres anatômicos do lenho na região fronteira cerne-alburno; à variação anatômica do lenho e da densidade básica no sentido medula-casca; e estudo comparativo da anatomia da casca.

INTRODUÇÃO

A identificação taxonômica das espécies do gênero *Eucalyptus* é de grande complexidade devido a ocorrência de variabilidade inter e intraespecífica. As dificuldades para identificação tornam-se ainda maiores se considerarmos suas madeiras, pois muitas delas, embora pertençam a espécies de hábito ecológico e de fisionomia morfológica muito diferentes, nem sempre exibem caracteres anatômicos do lenho distintos que capacitem um reconhecimento seguro. Assim, fontes de novas informações, tais como anatomia da madeira associada à anatomia da casca bem como à densidade básica da madeira, são de fundamental importância para uma correta identificação das espécies de *Eucalyptus*.

Golfari (18) cita para o Estado de São Paulo as seguintes espécies mais utilizadas: *Eucalyptus grandis*, *E. saligna*, *E. citriodora*, o *E. "alba"* de Rio Claro (grupo de híbridos derivados de *E. urophylla*), *E. tereticornis*. Destas, as três primeiras serão caracterizadas no presente trabalho, acrescentando-se *E. paniculata* e *E. robusta*, através dos seguintes itens: estudo comparativo dos caracteres anatômicos do lenho na região fronteira cerne-alburno; variação anatômica do lenho e da densidade básica no sentido medula-casca; estudo comparativo da anatomia da casca.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Sob o ponto de vista da anatomia do lenho, com o objetivo de identificação das espécies de *Eucalyptus*, poucos trabalhos tem sido desenvolvidos, destacando-se a pesquisa desenvolvida por Dadswell (13) com o estudo de quinhentas espécies da Austrália; e os trabalhos elabo-

rados por Pereira (20) e Foelkel et alii (17), Cozzo & Rodriguez (11) Oliveira & Freitas (19) que descreveram algumas espécies introduzidas respectivamente no Brasil, Argentina e Moçambique.

Quanto à densidade básica de *Eucalyptus*, inúmeros trabalhos foram realizados, muitos deles relacionando o aumento da densidade básica com a idade, como Foelkel et alii (16); Bamber & Curtin (5); Bamber et alii (4) e Bamber (2). Outros demonstrando a variação da densidade básica dentro da própria árvore, no sentido medula-casca, como Ferreira (14, 15).

Em relação aos caracteres anatômicos do lenho de *Eucalyptus*, os seguintes autores verificaram o aumento do comprimento das fibras em relação à idade: Bamber & Humphreys (3); Bamber et alii (4); Bamber Curtin (5), bem como no sentido medula-casca: Bisset & Dadswell (6) Santos (21); Brasil & Ferreira (7). Poucos são os trabalhos que apresentam a variação de outros caracteres anatômicos do lenho de *Eucalyptus*, tais como poros e raios, no sentido medula-casca; destacando-se os trabalhos de Dadswell (12); Bamber & Humphreys (3); Bamber Curtin (5), que observaram o aumento do diâmetro e a diminuição da frequência dos poros.

Quanto à casca, Chattaway (8, 9) fez um levantamento das principais características anatômicas desse constituinte em 159 espécies de *Eucalyptus*, englobando os principais grupos taxonômicos do gênero. O autor serviu a presença de células parenquimáticas expandidas no floema e *E. citriodora*; parênquima em forma de cunha em *E. grandis*; feloderma alongado radialmente em *E. grandis*, *E. saligna* e *E. robusta*; rítilo na espessa em *E. paniculata* e bolsas com tanino em *E. paniculata*. Foelkel et alii (17) menciona a casca como uma das principais estruturas que podem auxiliar a identificação das espécies de *Eucalyptus*.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Material

Em diversas estações experimentais do Instituto Florestal do Estado de São Paulo foram coletados lenho e casca de cinco árvores de cada uma das seguintes espécies, devidamente identificadas: *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. citriodora*, *E. paniculata* e *E. robusta*. Dessas árvores retiraram-se material botânico e um disco de 7 cm de espessura ao nível do DAP (diâmetro a altura do peito). As árvores tinham uma idade de 7 anos, exceto as pertencentes à espécie *E. paniculata*, que apresentavam 13 anos. As amostras foram acondicionadas em saco de polietileno e enviadas ao laboratório.

3.2. Método

3.2.1. Determinação da densidade básica

Dos discos de madeira, calculou-se a densidade básica correspondente à cada árvore, bem como no sentido medula-casca. A densidade básica foi determinada pela relação:

$$D_b = \frac{\text{massa seca (Ms)}}{\text{volume verde (Vv)}} \text{ kg/m}^3$$

onde: Ms = massa seca em estufa a 105±3°C até valor constante e Vv = volume verde. A determinação volumétrica foi adaptada do Annual Book of ASTM Standards: D 2395-69 (1).

3.2.2. Anatomia do lenho e da casca

Para se proceder ao estudo anatômico do lenho, os corpos de prova de 2 x 2 x 3 cm foram retirados a cada 2 cm no sen-

tido medula-casca, e codificados com número em ordem crescente à partir da medula (P_1, P_2, \dots, P_n). A confecção dos cortes histológicos do lenho e da casca, bem como o estudo qualitativo e quantitativo do lenho das espécies em questão seguiram as normas da Comissão Panamericana de Normas Técnicas: COPANT 30:1-019/74(11).

3.2.3. Análise estatística

Para o estudo comparativo da anatomia do lenho das cinco espécies em questão foi escolhido, de cada disco de madeira, o corpo de prova que se localizava na região de fronteira entre cerne e alburno.

Para a verificação da variação de cada caractere anatômico no sentido medula-casca, para cada espécie individualmente, foram estudadas as árvores que apresentavam o mesmo diâmetro. Dessa forma *E. grandis* foi desprezada por não apresentar árvores de diâmetro iguais.

Em ambos os casos acima citados, antes de se proceder a Análise de Variância com significância de 5%, efetuou-se o Teste de "Cochran". Para os casos em que o "Teste de Cochran" apresentou significância, optou-se por realizar a Análise de Variância "one way" não paramétrica (Teste de Friedman). No caso das propriedades expressas em porcentagem procedeu-se à transformação de dados em $\arcsen \sqrt{\frac{x_{ij}}{100}}$ e, em seguida, aplicou-se a Análise

de Variância paramétrica aos dados transformados. Quando houve diferença entre as espécies estudadas quanto ao caractere anatômico estudado, foram efetuados os testes de comparações múltiplas (Teste de Duncan para Análises Paramétricas).

4. RESULTADOS

4.1. Estudo comparativo da anatomia do lenho na região fronteira cerne-alburno

Os caracteres anatômicos quantitativos médios do lenho, na região fronteira cerne-alburno, das cinco espécies de *Eucalyptus* estudadas encontram-se na Tabela 1.

Os caracteres anatômicos qualitativos e quantitativos que diferenciam as cinco espécies de *Eucalyptus* são observados na Tabela 2. Verifica-se que *E. citriodora* e *E. paniculata* distinguem-se das demais espécies por apresentarem cerne de coloração parda-acinzentada e fibras predominantemente muito espessas, porém, diferenciam-se entre si em relação aos poros e raios. As três espécies restantes *E. grandis*, *E. saligna* e *E. robusta* são muito semelhantes, entretanto *E. grandis* distingue-se das demais por apresentar raios predominantemente unisseriados.

Os resultados obtidos da análise estatística dos caracteres anatômicos do lenho encontram-se na Tabela 3. Pode-se verificar que dez dos dezesseis caracteres anatômicos estudados apresentam diferenças significativas a 5% de probabilidade entre as diferentes espécies, a saber: comprimento dos vasos; frequência dos raios; largura dos raios em μm e em células, espessura da parede das fibras e densidade básica.

4.2. Variação anatômica e da densidade básica do lenho no sentido medula-casca

Os resultados das análises estatísticas encontram-se na Tabela 4, onde pode-se observar que alguns dos caracteres anatômicos analisados variam, para a maioria das espécies estudadas, no sentido medula-casca. Há a tendência para: o aumento do diâmetro e diminuição da frequência dos poros, confirmando a observação feita em outras espécies de *Eucalyptus* por Dadswell (12), Bamber & Humphreys (3) e Bamber & Curtin (5); aumento do comprimento dos vasos e da largura dos raios (unisseriados). Quanto às fibras, há a tendência para: o aumento no comprimento, o que foi verificado em outras espécies de *Eucalyptus* por Bisset & Dadswell (6), Santos (21) e Brasil & Ferreira (7); aumento na espessura da parede; não houve variação quanto ao diâmetro, confirmando o verificado por Brasil & Ferreira (7) em *E. grandis*. Quanto à densidade básica houve um aumento significativo em *E. saligna* e *E. citriodora*.

4.3. Estudo comparativo da anatomia da casca

Na Tabela 5 observa-se que as espécies podem ser perfeitamente separadas quanto aos seus aspectos anatômicos qualitativos. Deve-se mencionar que *E. saligna* e *E. grandis* apresentam cavidades secretoras intercaladas ao parênquima, no floema, o que não foi observado por Chattaway (8, 9).

5. CONCLUSÕES

Do estudo anatômico do lenho e casca efetuado em cinco árvores de cinco espécies de *Eucalyptus* (*E. grandis*, *E. robusta*, *E. saligna*, *E. citriodora* e *E. paniculata*), pode-se concluir:

1. Quanto à anatomia do lenho e à densidade básica, as espécies estudadas podem ser agrupadas em três grupos distintos: a) *E. paniculata*; b) *E. citriodora*; c) *E. robusta*, *E. saligna* e *E. grandis*.
2. *E. robusta* e *E. saligna* podem ser separadas de *E. grandis* através da largura dos raios em células.
3. A análise estatística dos caracteres anatômicos quantitativos do lenho foi significativa a nível de 5% de probabilidade para vários caracteres; entretanto, apenas os dados quantitativos não foram suficientes para separar as cinco espécies estudadas.
4. A variação anatômica do lenho no sentido medula-casca é significativa a 5% de probabilidade, para a maioria das espécies estudadas, para os seguintes caracteres anatômicos: a) há uma tendência para o aumento, no sentido medula-casca, do diâmetro tangencial dos poros e comprimento dos elementos vasculares; do comprimento e espessura da parede das fibras; b) há uma tendência para a diminuição, no sentido medula-casca, da frequência dos poros e da largura dos raios unisseriados (em porcentagem).
5. A anatomia da casca é um caractere que separa facilmente as espécies de *Eucalyptus*.

AGRADECIMENTOS

À Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo, SICCT, pelo suporte financeiro que possibilitou a realização deste trabalho.

Ao Instituto Florestal da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo, pelo fornecimento das árvores para o estudo.

Aos técnicos Antonio Carlos Franco Barbosa, Luci de Jesus Guedes e José Fernandes de Oliveira, pela execução de lâminas histológicas e mensurações dos elementos anatômicos.

Ao estatístico João Alberto Câmara Sodré e ao físico Antonio Marco França de Oliveira pela orientação e elaboração da análise estatística.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS - 1980 Book of ASTM Standard. Part 22. Philadelphia, Pa, 1121p.
2. BAMBER, R.K. 1969-The effect of age on the basic density of some eucalyptus. *Ippta Souvenir*. Vol. VI nº 9. 140-142.
3. BAMBER, R.K. & HUMPHREYS, F.R. 1963-A preliminary study of some wood properties of *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden. *J. Inst. Wood Sci.* 11, 66-70.
4. BAMBER, R.K., FLOYD, A.G. & HUMPHREYS, F.R. 1969-Wood properties of flooded gum. *Austr. For.* Vol. 33 nº 1, 3-12.
5. BAMBER R.K. & CURTIN, R.A. 1974-Some properties of wood in blackbutt trees of two ages. *Austr. For.* Vol.36 nº 3, 226-34.
6. BISSET, I.J.W. & DADSWELL, H.E. 1949-The variation of fibre length within one tree of *Eucalyptus regnans*. *F.v.M. Austr. For.* 13:86-96.
7. BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. 1972-Variação da densidade básica e das características das fibras em *Eucalyptus grandis*

TABELA 1 - Caracteres anatômicos quantitativos médios do lenho das cinco espécies de Eucalyptus estudadas.

		<u>E. grandis</u>	<u>E. robusta</u>	<u>E. saligna</u>	<u>E. citriodora</u>	<u>E. paniculata</u>
P O R O	Frequência média - mm ²	15	10	8	11	10
	Diâmetro médio - m	128	117	144	130	119
	Comprimento médio - mm	670	529	510	464	460
R A I O	Frequência média - mm	30	39	46	46	47
	Altura média - mm	0,27	0,32	0,31	0,26	0,21
	Altura média em célula	13	12	12	13	10
	Largura média - mm	13	16	19	20	14
F I B R A	Diâmetro médio - m	19	17	18	16	18
	Espessura da parede média - m	5	5	5	7	7
	Comprimento médio - mm	1,04	0,97	1,01	1,05	1,09
Densidade básica média - kg/m ³		443	505	494	722	822

TABELA 2 - Caracteres anatômicos qualitativos e quantitativos do lenho que diferenciam as cinco espécies de Eucalyptus estudadas

		<u>E. grandis</u>	<u>E. robusta</u>	<u>E. saligna</u>	<u>E. citriodora</u>	<u>E. paniculata</u>	
COR	Parda-acinzentada	-	-	-	+	+	
	Avermelhada	+	+	+	-	-	
POROS/VASOS	Solitários (%)	98	98	99	62	99	
	Geminados (%)	2	2	1	24	1	
	Múltiplos radiais (%)	0	0	0	14	0	
PARENQUIMA AXIAL	Aliforme	+	+	+	+	+	
	Vasocêntrico	+	+	+	+	+	
	Confluente	+	+	+	+	+	
	Difuso	-	-	-	+	-	
	Série cristalífera	-	-	-	+	+	
RAIOS	Unisseriados (%)	98	84	69	28	100	
	Localmente bisseriados (%)	2	14	18	28	0	
	Bisseriados (%)	0	2	13	44	0	
F I B R A S	ESPESSURA DA PAREDE	Muito delgada (%)	1	0	0	0	0
		Delgada (%)	64	30	20	0	1
		Espessa (%)	30	65	69	25	11
		Muito espessa (%)	5	5	11	75	88

+ Caractere presente

- Caractere ausente

TABELA 3 - Análise estatística dos caracteres anatómicos do lenho, na região fronteira cerne-alburno, das cinco espécies de Eucalyptus estudadas.

VARIÁVEL ORIGINAL	TRANSFORMAÇÃO	ANOVA		SIGNIFICATIVO A 5%	COMPARAÇÕES MÚLTIPAS *
		PARAMÉTRICA	NÃO PARAMÉTRICA		
Diâmetro Poros	-	+	-	não significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Comprimento dos vasos	-	+	-	significativo	$\overline{A_2 A_3 A_4 A_5}$
Frequência dos Poros	-	-	+	não significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Frequência dos Raios	-	+	-	significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Altura dos Raios	-	+	-	não significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Altura dos Raios (células)	-	-	+	não significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Largura dos Raios (μm)	-	+	-	significativo	$\overline{A_4 A_3 A_2 A_5 A_1}$
Largura dos Raios Unisseriados	arc sen \sqrt{X}	+	-	significativo	$\overline{A_4 A_3 A_2 A_1 A_5}$
Largura dos Raios Localmente Bisseriados	arc sen \sqrt{X}	+	-	significativo	$\overline{A_5 A_1 A_2 A_3 A_4}$
Largura dos Raios Bisseriados	arc sen \sqrt{X}	+	-	significativo	$\overline{A_1 A_5 A_2 A_3 A_4}$
Diâmetro das Fibras	-	+	-	não significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Espessura da Parede - Muito Espessa	arc sen \sqrt{X}	+	-	significativo	$\overline{A_2 A_1 A_3 A_4 A_5}$
Espessura da Parede - Espessa	arc sen \sqrt{X}	+	-	significativo	$\overline{A_5 A_4 A_1 A_2 A_3}$
Espessura da Parede - Delgada	arc sen \sqrt{X}	+	-	significativo	$\overline{A_4 A_5 A_3 A_2 A_1}$
Comprimento das Fibras	-	+	-	não significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$
Densidade Básica	-	-	+	significativo	$\overline{A_1 A_2 A_3 A_4 A_5}$

A_5 - Eucalyptus paniculata

A_3 - Eucalyptus saligna

A_1 - Eucalyptus grandis

A_4 - Eucalyptus citriodora

A_2 - Eucalyptus robusta

* 1. O traço contínuo engloba as espécies afins, formando um grupo homogêneo.

2. As espécies estão agrupadas em ordem crescente de magnitude, da esquerda para a direita.

TABELA 4 - Análise estatística da variação anatômica do lenho e da densidade básica, no sentido medula-casca.

VARIÁVEL ORIGINAL	ESPÉCIE DE <u>Eucalyptus</u>	TRANSFORMAÇÃO	ANOVA		SIGNIFICATIVO A 5%	COMPARAÇÕES MÚLTIPLAS *
			Paramétrica	Não Paramétrica		
Diâmetro dos poros	<u>E. robusta</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2}, \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. citriodora</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} < \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. paniculata</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4}$
Comprimento dos vasos	<u>E. robusta</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} < \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. citriodora</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. paniculata</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4}$
Frequência dos poros	<u>E. robusta</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_5} \overline{P_4} \overline{P_3} < \overline{P_2} \overline{P_1}$
	<u>E. citriodora</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_5} \overline{P_4} \overline{P_3} \overline{P_2} \overline{P_1}$
	<u>E. paniculata</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_4} \overline{P_3} < \overline{P_2} \overline{P_1}$
Largura dos raios (células) Unisseriados	<u>E. robusta</u>	arc sen \sqrt{X}	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	arc sen \sqrt{X}	+	-	Significativo	$\overline{P_4} \overline{P_5} \overline{P_3} \overline{P_2} \overline{P_1}$
	<u>E. citriodora</u>	arc sen \sqrt{X}	+	-	Significativo	$\overline{P_4} \overline{P_3} \overline{P_5} < \overline{P_1} \overline{P_2}$
	<u>E. paniculata</u>	arc sen \sqrt{X}	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4}$
Diâmetro da fibra	<u>E. robusta</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. citriodora</u>	-	-	+	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. paniculata</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4}$
Comprimento da fibra	<u>E. robusta</u>	-	-	+	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} < \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. citriodora</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} \overline{P_3} < \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. paniculata</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} < \overline{P_3} \overline{P_4}$
Espessura de parede da fibra	<u>E. robusta</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	-	+	Significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. citriodora</u>	-	-	+	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. paniculata</u>	-	-	+	Significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} < \overline{P_3} \overline{P_4}$
Densidade básica	<u>E. robusta</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3}$
	<u>E. saligna</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. citriodora</u>	-	+	-	Significativo	$\overline{P_1} < \overline{P_2} < \overline{P_3} \overline{P_4} \overline{P_5}$
	<u>E. paniculata</u>	-	+	-	Não significativo	$\overline{P_1} \overline{P_2} \overline{P_3} \overline{P_4}$

- * 1. O traço contínuo engloba as posições similares, formando um grupo homogêneo.
 2. As espécies estão agrupadas em ordem crescente de magnitude, da esquerda para a direita.

TABELA 5 - Caracteres anatômicos qualitativos da casca, que diferenciam as cinco espécies de Eucalyptus estudadas.

		<u>E. saligna</u>	<u>E. grandis</u>	<u>E. robusta</u>	<u>E. citriodora</u>	<u>E. paniculata</u>
Tipo de Ritidoma	Decíduo	+	+	-	+	-
	Persistente	-	-	+	-	+
Ritidoma largo e persistente		-	-	+	-	+
Parênquima em forma de cunha		(+)	-	-	-	+
Células parenquimáticas esclerosadas e com pontuações areoladas, expandidas radial ou tangencialmente no floema interno e externo.		+	+	+	+	-
Células parenquimáticas esclerosadas e com pontuações areoladas no floema externo, logo abaixo ao felogênio.		+	-	-	-	-
Células parenquimáticas, de paredes finas, radialmente expandidas no ritidoma.		-	-	+	-	-
Células cristalíferas ao redor do feixe fibroso no floema		-	-	-	+	-
Bolsa com tanino (kino)		-	-	-	-	+
Cavidades secretoras		+	+	-	-	-

+ Caractere presente
 - Caractere ausente
 (+) Caractere pouco evidente

- Hill x Maiden ao nível do DAP - Análise preliminar. IPEF, Piracicaba (5):81-90.
8. CHATTAWAY, M.M. 1953-The anatomy of bark; the genus Eucalyptus. Austr. J. Bot., Melbourne, 1(1).
 9. CHATTAWAY, M.M. 1955 The anatomy of bark; peppermints, boxes, ironbarks, and other eucalypts with crached and furrowed barks. Austr. J. Bot. Melbourne, 3(1):170-76.
 10. COPANT COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Description de características generales, macroscópicas de las maderas Angiospermas Dicotiledoneas. COPANT, 30:1-19, 1974.
 11. COZZO, D. & RODRIGUEZ, E.M. 1959-Anatomía comparada de la madera de 14 especies de Eucalyptus cultivadas en la Argentina. Revista de la Facultad de Agronomía y Veterinaria. Buenos Aires, T. XIV, Entreja III.
 12. DADSWELL, H.E. 1958-Wood structure variations occurring during tree growth and their influence on properties. J. Inst. Wood Sci. 1:2-23.
 13. DADSWELL, H.E. 1972-The anatomy of eucalipt wood. Melbourne, CSIRO, Forest Products Laboratory. (Division of Applied Chemistry Technological Paper nº 66).
 14. FERREIRA, M. 1970-Estudo da variação da densidade básica da madeira de Eucalyptus alba Reiniv. e Eucalyptus saligna Smith. IPEF - Piracicaba (1):83-96.
 15. FERREIRA, M. 1972-Variação da densidade básica da madeira de povoamentos comerciais de Eucalyptus grandis Hill ex Maiden nas idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos. IPEF. Piracicaba (4): 65-89.
 16. FOELKEL, C.E.B., BARRICHELO, L.E.G., MILANEZ, A.F. 1975-Estudo comparativo das madeiras de Eucalyptus saligna, Eucalyptus paniculata, Eucalyptus citriodora, Eucalyptus maculata, Eucalyptus tereticornis, para a produção de celulose sulfato - Univ. São Paulo - Depto. de Silvicultura - ESALQ-Sector de Tecn. da Mad. Piracicaba-S.P., 83 p.
 17. FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C.; ANDRADE, J.O.M. de. Avaliação da Qualidade da Madeira de Eucalyptus saligna e Eucalyptus grandis afetados por cancro. (In: Atas do IX Congresso Anual ABCP, São Paulo, 1976, p.255-266).
 18. GOLFARI, L. 1978-Zoneamento ecológico esquemático para reflorestamento no Brasil. Brasília, Ministério da Agricultura Projeto de Desenvolvimento e Pesquisa Florestal (PNVD/PAO/IBDF/BRA - 4ª Série Técnica nº 11).
 19. OLIVEIRA, J.S. & FREITAS, M.C. de 1970. Eucalyptus de Namaocha, Sep. Revista de Ciências Agrônômicas, Maputo, 3(2):1-230, Série B.
 20. PEREIRA, J.A. 1933-Contribuição para a identificação micrográfica das nossas madeiras. Sep. Anuario da Escola Polytechnica, São Paulo, 269-421.
 21. SANTOS, C.F.O. 1961-Mensuração das fibras lenhosas nos diferentes anéis de crescimento de Eucalyptus saligna Smith. Revista de Agricultura, Piracicaba 36(4):220-223.

Estudo da Variação Longitudinal da Densidade Básica de *Eucalyptus* spp

LUIZ E. G. BARRICHELO
JOSÉ OTÁVIO BRITO
Depto. de Silvicultura – ESALQ
ANTONIO JOSÉ MIGLIORINI
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF

Summary

Wood discs were obtained from trees at different levels of eucalypts species: *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita* e *E. globulus*.

Basic density was carried out for each disc within each tree aiming to determine the variation models from bottom to top.

The results include average basic densities for each tree correlation between them and determination of the relationship between average tree basic density and from the discs taken at DBH level.

Resumo

Amostras de madeira, na forma de discos, foram obtidas das seguintes espécies: *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita* e *E. globulus*.

A partir dos discos retirados a diferentes alturas das árvores foram determinadas: densidade média ponderada, densidade média aritmética, correlação entre ambas e densidade ao nível do DAP.

1. INTRODUÇÃO

A densidade básica é indiscutivelmente aceita como um dos importantes parâmetros de qualidade da madeira quando se visa sua utilização como matéria prima industrial ou energética.

No Brasil, os trabalhos pioneiros sobre densidade básica para o gênero *Eucalyptus* foram desenvolvidos por FERREIRA (1968). Observando a alta variabilidade entre as diferentes espécies e árvores da mesma espécie, sugeriu que os programas de melhoramento genético florestal, em curso na época, devessem considerar a densidade como índice de seleção de árvores matrizes, a exemplo do que já vinha sendo feito em outros países.

FERREIRA, FREITAS & FERREIRA (1979) analisando amostras de madeira de *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla* observaram ser a variabilidade entre árvores, dentro da população, a característica mais importante, se comparada com a variação decorrente da espécie/procedência das sementes, taxa de crescimento, idade, etc.

Do ponto de vista tecnológico, tão importante como o estudo da variação individual é o diagnóstico da variabilidade dentro da árvore, tanto no sentido transversal ou radial (medula-casca) como no sentido longitudinal (base-topo).

Quanto à variação longitudinal PANSHIN & DE ZEEW (1970) apresentam os seguintes modelos:

- Modelo 1. Decrescente uniformemente com a altura.
Modelo 2. Decrescente até certo ponto e crescente daí até o topo da árvore. Algumas vezes, pode decrescer levemente nas partes superiores.
Modelo 3. Crescente da base para o topo, não obedecendo a um padrão uniforme de variação.

O modelo 1, decrescente uniformemente com a altura, tem se mostrado mais frequente para as espécies do gênero *Pinus*.

Para o gênero *Eucalyptus* tem sido mais comum se observar para as espécies comerciais, o segundo modelo, ou seja, decrescente até a região do DAP e crescente a partir deste ponto, podendo ou não decrescer próximo ao topo.

FERREIRA (1972) trabalhando com *E. grandis* nas idades de 11 a 16 anos concluiu que a densidade básica da madeira crescia no sentido da base para a copa sendo esta tendência comum para as diferentes classes de altura estudadas.

BRASIL, VEIGA & FERREIRA (1977) trabalhando com *E. propinqua* observaram que a densidade crescia até um ponto máximo próximo à meta de da altura comercial da árvore e decrescia em direção à copa. Concluíram que a região de máxima densidade parece estar relacionada à presença de madeira de reação, resultante de tensões provenientes da força do vento.

Uma das revisões mais completas sobre variação da densidade básica é encontrada na monografia nº 24 da TAPPI (1962).

Associada ao estudo da variação longitudinal da densidade básica encontra-se a determinação da densidade média da árvore.

FERREIRA (1968, 1972) observou alta, significativa e positiva correlação entre a densidade da madeira ao nível do DAP e a média da árvore.

Tal fato permite que seja estimada a densidade da árvore através de amostragens não destrutivas ao nível do DAP, o que é de importância fundamental para os estudos de melhoramento florestal.

BRASIL, VIEIRA & MELLO (1979) trabalhando com o *E. grandis*, reforçaram a possibilidade de se estimar a densidade básica média da árvore a partir da densidade determinada em discos amostrados no DAP, através de equação de regressão linear. Para esta mesma espécie, BARRICHELO et alii (1980) chegaram a conclusões semelhantes para amostras retiradas de povoamentos com idades entre 5 e 10 anos.

O presente trabalho visou ampliar a caracterização da variação da densidade básica entre e dentro de árvores de outras espécies de valor, a saber: *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita*, *E. globulus*, além de *E. saligna* e *E. grandis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

Amostras de madeira das seguintes espécies: *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcoris*, *E. gumifera*, *E. pellita* e *E. globulus*, que fazem parte do Projeto Nº 5094 do IPEF, instalado em janeiro de 1971 na região de Salesópolis-SP, em áreas pertencentes à Cia. Suzano de Papel e Celulose.

2.2. Métodos

2.2.1. Amostragem e preparo das amostras

Para cada espécie foram selecionadas 10 árvores. Com base nas medições feitas sobre as árvores das parcelas do experimento, determinou-se a distribuição do DAP. Em função da frequência de cada classe diamétrica foi feita a amostragem, visando-se manter uma proporção entre o número de árvores coletadas e as frequências de ocorrência dentro de cada classe.

De cada árvore selecionada foram retirados discos na base [altura de corte], DAP e a 25, 50, 75 e 100% da altura comercial.

2.2.2. Densidade básica

2.2.2.1. Discos a diferentes alturas

Para a determinação da densidade básica da madeira, os discos foram seccionados e retiradas amostras para os ensaios. Os corpos de provas foram mantidos em água e sob vácuo intermitente, até atingirem a completa saturação. A seguir, foi empregado o método da balança hidrostática (Norma ABCP M14/70), que consiste em se determinar o peso imerso do corpo de prova, seu peso úmido e absolutamente seco.

O cálculo da densidade básica é feito através da seguinte expressão:

$$db = \frac{PS}{PU - PI} \quad \text{onde}$$

db = densidade básica, em g/cm³

PS = peso absolutamente seco da amostra, em g/cm³

PU = peso úmido da amostra, em g/cm³

PI = peso imerso da amostra, em g/cm³

2.2.2.2. Média das árvores

O cálculo da densidade média das árvores foi feito através de duas alternativas:

a) Média aritmética

Dentro de cada árvore as densidades básicas dos discos (com exceção do amostrado no DAP) foram empregadas para o cálculo da média aritmética.

$$d_A = \frac{d_0 + d_{25} + d_{50} + d_{75} + d_{100}}{5}$$

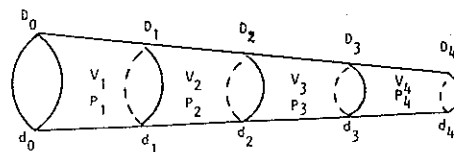
d_A = densidade básica média da árvore

d₀ ... d₁₀₀ = densidades básicas dos discos amostrados a diferentes alturas

b) Média ponderada baseando-se no peso e volume total da árvore

Para este cálculo procura-se estimar o volume e peso total da árvore (até a altura comercial) através do conhecimento dos diferentes diâmetros e densidades básicas dos discos.

Graficamente, teríamos:



D₀ ... D₄ = diâmetros dos discos (sem casca)

d₀ ... d₄ = densidades básicas dos discos (sem casca)

V₁ ... V₄ = volumes dos toretes

P₁ ... P₄ = pesos dos toretes

A densidade média das árvores é dada pela expressão:

$$d_A = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + P_4}{V_1 + V_2 + V_3 + V_4}$$

Os volumes são calculados através da fórmula de Smalian e os pesos estimados através da expressão:

$$P = V \cdot d \quad \text{onde}$$

P = peso do torete

V = volume do torete

d = média aritmética das densidades dos extremos do torete

A título de ilustração, para o primeiro torete, temos:

$$V_1 = \frac{\pi}{8} (D_0^2 + D_1^2) (d_0 + d_1)$$

$$P_1 = V_1 \cdot d$$

A expressão final para o cálculo da densidade média da árvore é a seguinte:

$$d_A = \frac{1}{2} \frac{\{(D_0^2 + D_1^2) (d_0 + d_1)\} + \dots + \{(D_3^2 + D_4^2) (d_3 + d_4)\}}{D_0^2 + 2 D_1^2 + 2 D_2^2 + 2 D_3^2 + D_4^2}$$

2.2.2.3. Análises estatísticas

A partir dos valores das densidades básicas dos discos foram calculados para as árvores: média, desvio padrão, erro da média e coeficiente de variação.

A seguir, foram estabelecidas equações de regressão linear:

a) entre as densidades dos discos amostrados no DAP e densidades médias das árvores

b) entre as densidades médias ponderadas e aritméticas das árvores.

3. RESULTADOS

3.1. Densidades básicas dos discos amostrados a diferentes alturas

Tabela 1.
Eucalyptus pilularis. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,436	0,434	0,454	0,572	0,396	0,411
02	0,498	0,473	0,462	0,463	0,465	0,465
03	0,456	0,433	0,429	0,459	0,435	0,446
04	0,480	0,439	0,474	0,441	0,442	0,458
05	0,575	0,602	0,585	0,552	0,550	0,518
06	0,516	0,476	0,484	0,490	0,497	0,459
07	0,445	0,407	0,395	0,437	0,424	0,452
08	0,442	0,435	0,438	0,439	0,446	0,434
09	0,477	0,505	0,475	0,521	0,492	0,463
10	0,521	0,477	0,440	0,433	0,418	0,446
Média	0,485	0,462	0,464	0,481	0,456	0,455
Desvio Padrão	0,0438	0,0574	0,0501	0,0510	0,0456	0,0273
Erro da Média	0,0138	0,0182	0,0158	0,0161	0,0144	0,0086
Coef. Variação	9,03	12,42	10,80	10,60	10,00	6,00

Tabela 2.
Eucalyptus triantha. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,598	0,579	0,580	0,586	0,591	0,552
02	0,536	0,539	0,543	0,541	0,547	0,485
03	0,552	0,558	0,565	0,563	0,566	0,561
04	0,505	0,485	0,464	0,471	0,481	0,481
05	0,592	0,585	0,550	0,531	0,537	0,482
06	0,566	0,565	0,580	0,615	0,567	0,511
07	0,621	0,607	0,636	0,597	0,585	0,556
08	0,568	0,580	0,566	0,529	0,532	0,531
09	0,528	0,538	0,488	0,502	0,516	0,516
10	0,620	0,612	0,637	0,610	0,594	0,546
Média	0,569	0,565	0,561	0,561	0,552	0,522
Desvio Padrão	0,0392	0,0375	0,0551	0,0474	0,0362	0,0317
Erro da Média	0,0124	0,0118	0,0174	0,0153	0,0114	0,0100
Coef. Variação	6,89	6,64	9,82	8,45	6,56	6,07

Tabela 3.
Eucalyptus microcorys. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,612	0,564	0,617	0,573	0,591	0,544
02	0,579	0,553	0,632	0,591	0,571	0,520
03	0,649	0,618	0,665	0,633	0,601	0,544
04	0,545	0,563	0,539	0,552	0,533	0,530
05	0,645	0,603	0,642	0,675	0,643	0,585
06	0,533	0,570	0,551	0,539	0,533	0,518
07	0,609	0,647	0,645	0,599	0,623	0,566
08	0,573	0,577	0,570	0,580	0,573	0,566
09	0,571	0,566	0,535	0,555	0,531	0,533
10	0,659	0,580	0,584	0,628	0,560	0,534
Média	0,598	0,583	0,598	0,592	0,576	0,544
Desvio Padrão	0,0442	0,0304	0,0481	0,0424	0,0388	0,0219
Erro da Média	0,0140	0,0096	0,0152	0,0134	0,0123	0,0069
Coef. Variação	7,39	5,21	8,04	7,16	6,74	4,03

Tabela 4.
Eucalyptus gummiifera. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,613	0,538	0,528	0,578	0,552	0,562
02	0,453	0,415	0,370	0,379	0,411	0,406
03	0,449	0,443	0,382	0,428	0,426	0,426
04	0,590	0,543	0,485	0,504	0,500	0,524
05	0,510	0,479	0,473	0,507	0,516	0,434
06	0,369	0,334	0,372	0,353	0,366	0,395
07	0,412	0,355	0,359	0,340	0,352	0,364
08	-	-	-	-	-	-
09	0,581	0,562	0,559	0,616	0,629	0,603
10	0,599	0,524	0,573	0,618	0,650	0,640
Média	0,508	0,466	0,456	0,480	0,489	0,484
Desvio Padrão	0,0911	0,0842	0,0866	0,1102	0,1086	0,1003
Erro da Média	0,0304	0,0281	0,0289	0,0367	0,0362	0,0334
Coef. Variação	17,93	18,07	18,99	22,96	22,21	20,72

Tabela 5.
Eucalyptus pellita. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,604	0,551	0,554	0,568	0,583	0,478
02	0,576	0,495	0,522	0,485	0,490	0,514
03	0,614	0,604	0,580	0,575	0,579	0,578
04	0,536	0,516	0,518	0,499	0,508	0,486
05	0,646	0,638	0,591	0,526	0,548	0,551
06	0,642	0,603	0,617	0,597	0,574	0,534
07	0,535	0,506	0,516	0,516	0,490	0,485
08	0,607	0,589	0,588	0,658	0,556	0,510
09	0,543	0,524	0,524	0,582	0,515	0,520
10	0,579	0,508	0,496	0,486	0,487	0,482
Média	0,588	0,553	0,551	0,549	0,533	0,514
Desvio Padrão	0,0413	0,0510	0,0409	0,0563	0,0392	0,0331
Erro da Média	0,0131	0,0161	0,0129	0,0178	0,0124	0,0105
Coef. Variação	7,02	9,22	7,42	10,26	7,36	6,44

Tabela 6.
Eucalyptus globulus. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,467	0,465	0,515	0,477	0,481	0,481
02	0,467	0,457	0,454	0,479	0,464	0,464
03	0,445	0,456	0,493	0,494	0,502	0,532
04	0,493	0,505	0,509	0,527	0,531	0,526
05	0,499	0,484	0,505	0,550	0,567	0,521
06	0,464	0,453	0,485	0,483	0,527	0,492
07	0,439	0,450	0,456	0,381	0,432	0,432
08	0,460	0,429	0,436	0,422	0,444	0,438
09	0,531	0,544	0,540	0,497	0,518	0,526
10	0,503	0,493	0,520	0,561	0,555	0,562
Média	0,477	0,474	0,491	0,487	0,502	0,497
Desvio Padrão	0,0288	0,0334	0,0333	0,0546	0,0458	0,0432
Erro da Média	0,0091	0,0106	0,0105	0,0173	0,0145	0,0135
Coef. Variação	6,04	7,05	6,78	11,21	9,12	8,69

Tabela 7.
Eucalyptus saligna. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,396	0,353	0,393	0,419	0,350	0,390
02	0,467	0,433	0,531	0,495	0,522	0,509
03	0,524	0,497	0,515	0,506	0,526	0,546
04	0,485	0,476	0,565	0,527	0,554	0,564
05	0,553	0,496	0,490	0,501	0,437	0,464
06	0,528	0,516	0,538	0,545	0,552	0,530
07	0,550	0,495	0,607	0,553	0,550	0,521
08	0,503	0,468	0,484	0,500	0,525	0,517
09	0,552	0,511	0,494	0,496	0,510	0,505
10	0,506	0,513	0,536	0,547	0,534	0,492
Média	0,506	0,476	0,515	0,509	0,512	0,504
Desvio Padrão	0,0485	0,0499	0,0569	0,0389	0,0269	0,0486
Erro da Média	0,0153	0,0158	0,0180	0,0123	0,0148	0,0154
Coef. Variação	9,59	10,48	11,05	7,64	9,15	9,64

Tabela 8.
Eucalyptus grandis. Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,463	0,410	0,389	0,381	0,395	0,416
02	0,443	0,383	0,423	0,435	0,433	0,447
03	0,403	0,387	0,466	0,393	0,413	0,413
04	0,452	0,405	0,393	0,422	0,441	0,486
05	0,439	0,407	0,452	0,458	0,483	0,488
06	0,431	0,381	0,409	0,452	0,452	0,425
07	0,437	0,392	0,371	0,444	0,399	0,429
08	0,447	0,392	0,402	0,416	0,428	0,453
09	0,377	0,347	0,380	0,371	0,379	0,400
10	0,411	0,402	0,444	0,420	0,445	0,462
Média	0,430	0,391	0,413	0,419	0,427	0,442
Desvio Padrão	0,0259	0,0184	0,0322	0,0297	0,0310	0,0304
Erro da Média	0,0082	0,0058	0,0102	0,0094	0,0098	0,0096
Coef. Variação	6,02	4,71	7,80	7,09	7,26	6,88

Tabela 9.
Eucalyptus saligna (Mairinque). Densidades dos discos.

Árvore	Amostra					
	A	B	C	D	E	F
01	0,427	0,415	0,500	0,463	0,463	0,471
02	0,482	0,475	0,481	0,475	0,491	0,467
03	0,506	0,439	0,464	0,489	0,493	0,496
04	0,522	0,439	0,447	0,446	0,457	0,460
05	0,541	0,505	0,511	0,516	0,518	0,491
06	0,439	0,422	0,515	0,478	0,470	0,462
07	0,456	0,472	0,507	0,386	0,498	0,485
08	0,576	0,547	0,597	0,600	0,596	0,582
09	0,491	0,466	0,507	0,518	0,519	0,487
10	0,473	0,506	0,489	0,521	0,526	0,494
Média	0,491	0,469	0,502	0,489	0,503	0,490
Desvio Padrão	0,0464	0,0418	0,0400	0,0561	0,0405	0,0351
Erro da Média	0,0147	0,0132	0,0126	0,0178	0,0128	0,0111
Coef. Variação	9,45	8,91	7,97	11,47	8,05	7,16

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

As tabelas 1 a 9 mostram pequenos desvios padrões dos valores das densidades básicas para as diferentes espécies/alturas, com exceção do *Eucalyptus gummiifera*.

Os modelos de variação da densidade básica no sentido longitudinal das árvores (base-topo) se mostraram bastante diversos:

a) As espécies *E. microcorys*, *E. pellita* e *E. triantha* apresentaram uma variação tipicamente decrescente.

b) A tendência das árvores das espécies *E. gummiifera* e *E. grandis* se apresentou como crescente a partir do nível do DAP.

c) As espécies *E. pilularis* e *E. saligna* (Australia e Mairinque) apresentaram valores alternados com tendência para decrescentes. O *E. globulus*, da mesma forma, alternância de valores para crescente.

A explicação normalmente encontrada na literatura para este tipo de variação, está baseada na ocorrência de madeira de reação cujos principais agentes seriam o peso da copa, tipo e ângulo de inserção dos ramos e ação dos ventos.

Para todas as espécies ensaiadas foram encontradas correlações entre a densidade básica do disco amostrado no DAP e a densidade média da árvore, fato evidenciado por inúmeros trabalhos, parte dos quais anteriormente citados.

As espécies *E. pilularis* e *E. gummiifera* foram as que apresentaram correlações mais perfeitas ($r = 0,9636$ e $r = 0,9354$, respectivamente). As espécies *E. microcorys* e *E. grandis* forneceram os coeficientes de correlação mais baixos (0,6533 e 0,6058, respectivamente).

No presente estudo foi introduzido o cálculo da média aritmética da densidade básica com o objetivo de simplificar os cálculos.

A tendência da densidade média aritmética é superestimar ou subestimar a densidade média real (ponderada) dependendo da espécie e comnicidade das árvores. Dessa forma, os resultados mostraram que o valor é superestimado para o *E. gummiifera*, *E. globulus* e *E. grandis*. Por outro lado, é subestimado para as espécies restantes, a saber: *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. pellita* e *E. saligna*.

Por esse motivo, se houver necessidade de rigor no valor a ser assumido para a densidade média da árvore é necessária a devida correção que pode ser conseguida através das equações lineares cujos parâmetros foram determinados para as espécies ensaiadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Suzano de Papel e Celulose pela gentileza do fornecimento do material usado no ensaio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. Normas de ensaio da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. São Paulo, Brasil.
- BARRICHELLO, L.E.G. et alii. Densidade básica, teor de holocelulose e rendimento em celulose de madeira de *Eucalyptus grandis*. In: SIMPÓSIO IUFRO EM MELHORAMENTO GENÉTICO E PRODUTIVIDADE DE ESPÉCIES FLORESTAIS DE RÁPIDO CRESCIMENTO, Águas de São Pedro, 25-30 ago. 1980. 29 p. (no prelo)
- BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A. & FERREIRA, M.. Variação da densidade básica nas secções transversais do caule da base do tronco para a copa de eucalipto. IPEF, Piracicaba, [15]: 73-82, 1977.

3.2. Densidades básicas médias das árvores

Tabela 10. Densidades médias ponderadas das árvores.

Árvore	Espécies								
	<i>E. pilularis</i>	<i>E. triantha</i>	<i>E. microcorys</i>	<i>E. gummifera</i>	<i>E. pellita</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i> (Mairinque)
1	0,466	0,585	0,597	0,563	0,569	0,489	0,398	0,405	0,469
2	0,471	0,539	0,598	0,397	0,522	0,464	0,506	0,433	0,480
3	0,444	0,562	0,641	0,417	0,586	0,487	0,518	0,426	0,485
4	0,464	-	0,542	0,514	0,514	0,514	0,537	0,423	0,465
5	0,568	0,550	0,646	0,493	0,578	0,522	0,507	0,455	0,518
6	0,494	0,579	0,540	0,367	0,607	0,485	0,539	0,431	0,481
7	0,423	0,614	0,620	0,365	0,515	0,432	0,573	0,410	0,465
8	0,440	0,562	0,573	-	0,601	0,440	0,499	0,421	0,592
9	0,489	0,508	0,546	0,588	0,540	0,525	0,510	0,378	0,507
10	0,450	0,615	0,605	0,601	0,508	0,532	0,526	0,432	0,498
Média	0,471	0,568	0,591	0,478	0,554	0,489	0,511	0,421	0,496
Desvio Padrão	0,0405	0,0346	0,0394	0,0944	0,0384	0,0352	0,0454	0,0205	0,0381
Erro da Média	0,0128	0,0115	0,0125	0,0315	0,0121	0,0111	0,0144	0,0065	0,0120
Coef. Var.	8,60	6,09	6,67	19,75	6,93	7,20	8,88	4,87	7,68

Tabela 11. Densidades médias aritméticas das árvores.

Árvore	Espécies								
	<i>E. pilularis</i>	<i>E. triantha</i>	<i>E. microcorys</i>	<i>E. gummifera</i>	<i>E. pellita</i>	<i>E. globulus</i>	<i>E. saligna</i>	<i>E. grandis</i>	<i>E. saligna</i> (Mairinque)
1	0,454	0,511	0,517	0,567	0,557	0,414	0,398	0,409	0,468
2	0,471	0,530	0,579	0,404	0,517	0,466	0,505	0,436	0,479
3	0,445	0,561	0,618	0,422	0,585	0,493	0,523	0,418	0,490
4	0,459	-	0,540	0,521	0,509	0,517	0,539	0,439	0,466
5	0,556	0,538	0,638	0,488	0,572	0,528	0,501	0,464	0,515
6	0,489	0,568	0,535	0,371	0,593	0,490	0,539	0,434	0,473
7	0,431	0,599	0,608	0,365	0,508	0,428	0,554	0,416	0,466
8	0,440	0,557	0,572	-	0,584	0,440	0,506	0,429	0,590
9	0,486	0,511	0,545	0,598	0,537	0,522	0,511	0,381	0,504
10	0,452	0,601	0,593	0,616	0,506	0,540	0,517	0,436	0,501
Média	0,468	0,561	0,582	0,484	0,547	0,491	0,509	0,426	0,495
Desvio Padrão	0,0361	0,0306	0,0345	0,0974	0,0354	0,0375	0,0428	0,0220	0,0376
Erro da Média	0,0114	0,0102	0,0109	0,0325	0,0112	0,0119	0,0135	0,0070	0,0119
Coef. Var.	7,71	5,45	5,93	20,12	6,47	7,64	8,41	5,16	7,60

Tabela 12. Coeficientes de correlação e parâmetros das regressões lineares.

Espécie	X = densidade no DAP Y = densidade média ponderada			X = densidade no DAP Y = densidade média aritmética			X = densidade média aritmética Y = densidade média ponderada		
	r	a	b	r	a	b	r	a	b
<i>E. pilularis</i>	0,9636	0,1569	0,6796	0,9749	0,1852	0,6127	0,9934	-0,0511	1,1147
<i>E. triantha</i>	0,8665	-0,0832	1,1356	0,8382	0,0029	0,9724	0,9895	-0,0586	1,1180
<i>E. microcorys</i>	0,6533	0,0820	0,8711	0,6701	0,1251	0,7814	0,9883	-0,0664	1,1302
<i>E. gummifera</i>	0,9354	-0,0103	1,0489	0,9314	-0,0182	1,0770	0,9987	0,0100	0,9685
<i>E. pellita</i>	0,8853	0,1849	0,6670	0,9089	0,1975	0,6312	0,9927	-0,0349	1,0770
<i>E. globulus</i>	0,8082	0,0859	0,8512	0,7584	0,0879	0,8508	0,9939	0,0310	0,9331
<i>E. saligna</i>	0,8384	0,1488	0,7619	0,8526	-0,1614	0,7311	0,9869	-0,0284	1,0459
<i>E. grandis</i>	0,6058	0,1582	0,6739	0,6641	0,1160	0,7943	0,9620	0,0401	0,8947
<i>E. saligna</i> (Mairinque)	0,8057	0,1517	0,7348	0,8241	0,1479	0,7411	0,9955	-0,0039	1,0095

BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A. & MELLO, H.A.. Densidade básica de madeira de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden aos 3 anos de idade. IPEF, Piracicaba, (19): 63-76. 1979.

FERREIRA, C.A.; FREITAS, M. & FERREIRA, M.. Densidade básica da madeira IPEF, Piracicaba, (18): 106-17. 1979.

FERREIRA, M.. Estudo da variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus saligna* Smith. Tese de Doutorado . ESALQ. Piracicaba, 72 p. 1968.

FERREIRA, M.. Variação da densidade básica da madeira de povoamentos comerciais de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden nas idades de 11, 12, 13, 14 e 16 anos. IPEF, Piracicaba, (4): 65-89. 1972.

PANSHIN, A.J. & DE ZEEW, C.. Textbook of wood technology. New York. McGraw-Hill, 1970. 705 p.

TAPPI. The influence of environmental and genetics on pulpwood quality : an annotated bibliography. Tappi Monograph Series, Atlanta, 24. 773 p. 1962.

Processo Nítrico-Acético para Maceração de Madeira

LUIZ E. G. BARRICHELO

Depto. de Silvicultura — ESALQ

CELSO EDMUNDO B. FOELKEL

Rio Grande — Cia. de Celulose do Sul — Riocell

Summary

This paper presents a new method aiming to individualize the anatomical components of wood and other fibrous raw-materials

The treatment is carried out using a mixture of nitric and acetic acid (1:5 v/v).

The temperature and time of reactions depend on the wood type and fibers resistance to damage by the solution.

Resumo

O presente trabalho apresenta um novo método para a individualização dos elementos anatômicos da madeira e outros materiais vegetais fibrosos.

Fundamentalmente consta no tratamento da amostra com uma mistura de ácidos nítrico e acético na proporção de 1:5, em volume.

As demais condições, como temperatura e tempo dependem do tipo de madeira e resistência das fibras ao ataque da solução macerante.

1. INTRODUÇÃO

Nos vegetais existem ligações químicas entre a lignina e os polissacarídeos que são responsáveis pela manutenção da estrutura vegetal. Estas ligações são de natureza ainda mal definida, sendo, aparentemente de quatro tipos: éter, éster, hemiacetal e acetal. No estudo das características anatômicas das madeiras, muitas vezes, há a necessidade de se isolar os elementos componentes para seu estudo e desta maneira se ter uma noção exata das suas formas e dimensões. Este processo de separação dos componentes anatômicos da madeira denomina-se maceração.

Embora se acredite que a natureza das ligações dos elementos lenhosos entre si seja mais complexa que a simples impregnação da lamela média pela lignina, os seus solventes são capazes de dissolver a substância intercelular e promover a separação destes elementos.

2. REVISÃO DA LITERATURA

Praticamente todos os processos de remoção da lignina podem ser divididos em três grupos:

a) solventes orgânicos específicos: álcoois, fenóis, dioxano, dimetilsulfóxido, etc.

b) soluções aquosas ácidas ou básicas: NaOH, NaOH + Na₂S, Cl₂, HNO₃, ClO₂, etc.

c) soluções de oxidantes: H₂O₂, KMnO₄, etc.

Os compostos do primeiro e terceiro grupo são empregados em estudos específicos de laboratórios quando se deseja alterar o mínimo possível a estrutura da lignina. Já aqueles do segundo grupo se caracterizam por reações drásticas com a lignina alterando sua estrutura.

Inúmeras soluções macerantes têm sido preconizadas e geralmente a escolha de uma mais apropriada depende do tipo de estudo que se realiza. Cada método em si apresenta vantagens e limitações. A maior parte dos processos são de aplicação rápida e necessitam aquecimento. Há normalmente a liberação de gases tóxicos o que exige a utilização de capela com exaustor.

Alguns métodos bastante usuais são apresentados a seguir (1, 2, 3):

a) Método de Spearin & Isenberg: utiliza solução de clorito de sódio e ácido acético a 90°C, por cerca de 1 hora. É um método bastante utilizado.

b) Método de Jurbergs: a solução macerante constitui-se de ácido nítrico a 17%.

c) Método de Nicholls & Dadswell: usa ácido acético glacial e peróxido de hidrogênio como solução macerante. O tempo de maceração é usualmente 2 horas quando a madeira é tratada em banho-maria à temperatura de ebulição.

d) Método de Hejnowicz: utiliza ácido acético glacial e peridrol (solução de peróxido de hidrogênio a 30%).

e) Método de Jeffrey: consiste em se tratar a madeira à temperatura ambiente durante 24 horas com solução de ácido crômico a 10%. O método é usado para madeiras muito moles cujos elementos podem ser prejudicados por ebulição em ácido nítrico, ou quando se deseja estudar elementos menos resistentes do parênquima, raio e floema.

f) Método de Schultze: baseia-se no uso de uma mistura de ácido nítrico concentrado com cristais de clorato de potássio. É um método drástico e rápido.

g) Método de Harlow: a maceração é obtida com tratamentos sucessivos à ebulição com água de cloro e solução aquosa de sulfito de sódio a 3%.

3. MÉTODO PROPOSTO

Dentre os solventes da lignina, o ácido acético é considerado como um dos mais suaves e eficazes (4), principalmente quando se trata de materiais não lenhosos ou de madeiras pouco ligni-

ficadas. Por outro lado, a ação de ácido nítrico é bem mais drástica, provocando hidrólise, nitração e oxidação da lignina (4). A utilização destes dois ácidos em misturas adequadas foi considerada pelos autores deste trabalho como uma técnica bastante promissora para a maceração de madeiras. Durante os ensaios realizados para a verificação deste método, foram testadas diferentes misturas de ácido acético glacial e ácido nítrico concentrado, diferentes tipos de madeiras e diferentes temperaturas de tratamento. As condições consideradas mais satisfatórias são as apresentadas no procedimento relatado a seguir:

Procedimento para maceração pelo método nítrico-acético

- a) preparo da madeira: retirar amostras representativas do material a ser estudado. Estas amostras devem-se constituir em partículas de madeira, de dimensões aproximadamente 1,0 x 0,1 x 0,2 cm (comprimento, espessura, largura). De preferência o material deve ser embebido em água antes da maceração, a fim de facilitar a difusão dos agentes macerantes.
- b) preparo da solução macerante: misturar ácido nítrico concentrado e ácido acético glacial na proporção de um volume do primeiro para 5 volumes do segundo. Esta mistura atende satisfatoriamente a maioria dos tipos de madeira normalmente estudados. Em casos onde se deseja tratamento mais suave, diluir a mistura na proporção de 1:2.
- c) maceração propriamente dita: colocar em tubo de ensaio as partículas de madeira e um volume da mistura macerante suficiente

para ter as amostras de madeira mergulhadas na mesma. Levar o conjunto para banho-maria em ebulição dentro de capela com exaustor. O tempo de maceração depende do tipo de madeira. Normalmente varia de 1 a 3 horas. O ponto final de maceração é uma consideração subjetiva do operador, que deve levar em consideração a cor que a madeira apresenta. Quando o material se apresentar branco, lavar bem com água e desintegrar o resíduo. Especial cuidado deve ser tomado pois o método é relativamente drástico e se a reação não for interrompida a tempo, pode haver ataque nas paredes celulares.

4. LITERATURA CITADA

1. AZAMBUJA, D.E., Algumas considerações sobre as técnicas mais empregadas na anatomia das madeiras. Anuário Brasileiro de Economia Florestal, Rio de Janeiro, 14 (14) : 181-202, 1962.
2. EXISTING methods of value for small sample measurement of wood and fiber properties. TAPPI, Atlanta, 46 (6): 150-6A, jun. 1963.
3. BRASIL, M.A.M. & AMARAL, A.C.B., Revisão bibliográfica apresentada no Curso de Pós-Graduação em Anatomia e Identificação de Madeiras da ESALQ-USP, 1971.
4. CHOLET, B. & ROBERT, A., Revie ATIP, 26 (4): 245-51, 1972.

Celulose Sulfato de Madeiras de Diferentes Espécies de Eucalipto

LUIZ E. G. BARRICHELO
JOSÉ OTÁVIO BRITO
Depto. de Silvicultura — ESALQ

Summary

Woodpulp of *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita* e *E. globulus* were tested aiming at the production of sulfate pulp.

They are related to the results of basic density, anatomical and chemical characteristics on the raw materials, yields and strength pulp properties.

Resumo

Madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita* e *E. globulus* foram ensaiadas visando a produção de celulose sulfato.

As matérias primas foram caracterizadas através da densidade básica, características anatômicas e químicas.

As celuloses foram ensaiadas quanto ao rendimento e resistências físico-mecânicas.

1. INTRODUÇÃO

A utilização da madeira de eucalipto para a produção de celulose é uma realidade irreversível em nosso País, respondendo atualmente por cerca de 70% do total de fibras consumidas pelas indústrias do ramo. Deste total, cerca de 90% é proveniente do processo sulfato.

Apesar da grande diversidade de espécies adequadas para a produção de celulose, somente um grupo restrito tem sido utilizado, destacando-se as espécies: *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. urophylla* (*E. alba*), *E. tereticornis*, *E. camaldulensis*, *E. viminalis* e *E. robusta*.

BARRICHELO & BRITO (1976a) justificam o fato através de alguns aspectos tecnológicos e silviculturais. Do ponto de vista tecnológico tal escolha se prende ao fato daquelas espécies terem adquirido, com o passar dos anos, uma certa tradição de uso, se bem que o *E. robusta* e o *E. camaldulensis* são recusados por muitas indústrias, pelo fato de darem menor rendimento e pior qualidade de celulose. Do ponto de vista silvicultural, a escolha está ligada à disponibilidade da matéria prima numa dada região. De outro lado a escolha está na dependência de exigências climáticas e edáficas. São casos típicos, o plantio de *E. viminalis*, *E. dumii* e *E. deanei* em regiões suscetíveis a geadas e *E. robusta* em terrenos hidromórficos, condições que têm se mostrado adversas para o *E. saligna* e *E.*

grandis. A estes fatores somam-se outros como o desenvolvimento da espécie no campo e, o que é de relevante importância, a disponibilidade de sementes.

Das espécies citadas, são consideradas padrões aquelas celuloses produzidas a partir de madeiras de *E. saligna* e *E. grandis*. Justamente para estas espécies é que estão mais evoluídos os estudos silviculturais e tecnológicos, ou seja, já foi, praticamente, alcançada a otimização matéria prima x processo.

No Brasil, os primeiros registros de trabalhos de pesquisas tecnológicas de produção de celulose a partir de madeiras de eucalipto são relatados por OVERBECK (1962), MAZZEI & OVERBECK (1966) que utilizaram o *E. saligna* e PEREIRA (1968) que utilizou *E. saligna*, *E. grandis* e *E. alba* (*E. urophylla*).

Nos últimos quinze anos, surgiram diversos outros trabalhos na literatura brasileira, procurando analisar a potencialidade das diferentes espécies de eucalipto. O objetivo básico tem sido diversificar as alternativas dessa importante matéria prima para atender, fundamentalmente, regiões inadequadas para as tradicionais, devido a geadas, déficits hídricos, solos hidromórficos, doenças, etc.

Dentro desse enfoque, o presente trabalho apresenta os resultados conseguidos na produção de celulose sulfato a partir de madeiras de *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita* e *E. globulus*. Como referências foram empregados o *E. saligna* e *E. grandis*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O material do presente trabalho se constituiu de madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. gummiifera*, *E. pellita* e *E. globulus*, plantados na Região de Salesópolis-SP, pela Companhia Suzano de Papel e Celulose, como parte dos ensaios de introdução e competição de espécies de eucalipto da Austrália e Portugal. A idade do material amostrado era de 10 anos.

2.2. Métodos

2.2.1. Amostragem

Para cada espécie foram amostradas 10 árvores em função da frequência de cada classe diametral:

Das árvores selecionadas foram retirados discos na base (altura de corte), DAP, e a 25, 50, 75 e 100% da altura comercial.

2.2.2. Densidade básica

Para a determinação da densidade básica das madeiras foi empregado o método da balança hidrostática (Norma ABCP M14/70) utilizando-se cunhas dos discos.

A partir dos valores encontrados para os discos foram calculadas as densidades médias ponderadas para as árvores e a seguir, os valores médios para as espécies.

2.2.5. Produção de celulose

2.2.5.1. Processo e condições dos cozimentos

Para a obtenção de celulose foi empregado o processo sulfato.

Os cozimentos, em número de dois, foram conjuntos para todas as oito espécies e executados em digestor de laboratório, de aço inoxidável, aquecimento direto, rotatório e com 20 litros de capacidade.

As condições dos cozimentos são mostradas a seguir:

- Alkali ativo (% Na ₂ O sobre madeira a.s.)	14
- Atividade (%)	100
- Sulfidez (%)	25
- Relação licor-madeira (L/kg)	4/1
- Temperatura máxima (°C)	170
- Tempo: até 170°C (min)	120
- Tempo a 170°C (min)	30

2.2.5.2. Rendimentos, percentagem de rejeitos e número de permanen- ganato

Após cada cozimento, as celuloses foram lavadas e determinados os rendimentos brutos.

Para a depuração e cálculo da percentagem de rejeitos foi utilizado classificador de fibras Brecht & Holl.

Após a depuração foi calculado o rendimento depurado, teor de rejeitos e número de permanganato (Norma ABCP C4/71).

2.2.5.3. Refinação e preparo das folhas

A refinação da celulose não-branqueada e branqueada foi realizada em moinho centrifugal Jokro, com 6% de consistência, e a tempos variáveis de moagem.

A seguir foram preparadas folhas com gramatura ao redor de 63 g/m² em formador e secador Kothen-Rapid.

2.2.5.4. Ensaios de resistências físico-mecânicas

As folhas preparadas foram climatizadas em ambiente com 65 ± 2% de umidade relativa e temperatura de 20 ± 2°C.

A seguir as folhas foram ensaiadas e os resultados calculados pela Norma TAPPI T220, em termos de:

- Tempo de moagem, em minutos
- Grau de moagem, em graus Schopper Riegler (°SR)
- Resistência à tração, expressa como comprimento de auto-ruptura, em metros
- Resistência ao arrebentamento, expressa como índice de arrebentamento
- Resistência ao rasgo, expressa como índice de rasgo
- Resistência à dobragem, expressa como número de dobras duplas
- Peso específico aparente em gramas por centímetro cúbico

2.2.5.5. Interpolação dos resultados

Os resultados obtidos para tempo de moagem e resistências físico-mecânicas foram interpolados para 30 e 45°SR.

3. RESULTADOS

Tabela 1. Densidade básica, dimensões das fibras e relações.

Espécies	db	C	L	DL	E	IE	CF	FP	IR
<i>E. pilularis</i>	0,471	1,06	21,1	9,6	5,7	50	45	54	1,19
<i>E. triantha</i>	0,568	1,02	20,4	9,5	5,5	50	46	54	1,15
<i>E. microcorys</i>	0,591	1,25	20,6	8,7	5,9	61	42	57	1,35
<i>E. gummiifera</i>	0,478	1,14	21,0	10,3	5,4	54	49	51	1,04
<i>E. pellita</i>	0,554	1,17	19,6	8,8	5,4	60	45	55	1,23
<i>E. globulus</i>	0,489	0,93	16,1	8,1	4,0	58	50	50	0,99
<i>E. saligna</i>	0,511	1,18	19,1	9,0	5,0	61	47	52	1,10
<i>E. grandis</i>	0,421	1,16	20,3	11,0	4,6	57	54	45	0,83

db = densidade básica (g/cm³)

C = comprimento da fibra (mm)

L = largura da fibra (µm)

DL = diâmetro do lúmen (µm)

E = espessura da parede (µm)

IE = índice de enfieltamento

CF = coeficiente de flexibilidade

FP = fração parede

IR = índice de Runkel

Tabela 2. Composição química (%).

Espécies	Teor de extrativos em			Holocelulose	Lignina	Pentosanas	Cinzas
	Água quente	Alcool-benzeno	NaOH 1%				
<i>E. pilularis</i>	5,8	2,6	16,5	79,7	25,2	15,0	0,20
<i>E. triantha</i>	7,6	2,0	17,1	80,6	29,4	12,1	0,16
<i>E. microcorys</i>	6,0	3,6	15,8	82,1	24,2	15,9	0,26
<i>E. gummiifera</i>	5,1	1,8	15,2	80,6	24,2	15,6	0,36
<i>E. pellita</i>	4,4	1,1	15,5	82,2	25,2	13,4	0,42
<i>E. globulus</i>	4,4	1,7	16,2	82,4	21,8	20,7	0,48
<i>E. saligna</i>	4,5	2,1	17,2	80,6	24,6	16,2	0,30
<i>E. grandis</i>	3,6	1,6	14,4	83,0	23,3	15,1	0,28

Tabela 3. Rendimentos % rejeitos e números de permanganato (média de 2 repetições)

Espécies	RB	RD	% R	NP
<i>E. pilularis</i>	50,6	50,4	0,2	13,2
<i>E. triantha</i>	47,2	46,1	1,1	20,2
<i>E. microcorys</i>	50,2	49,9	0,3	14,8
<i>E. gummifera</i>	52,0	51,0	1,0	14,3
<i>E. pellita</i>	51,5	51,0	0,5	13,7
<i>E. globulus</i>	51,1	51,0	0,1	10,8
<i>E. saligna</i>	52,3	52,2	0,1	13,5
<i>E. grandis</i>	54,7	54,6	0,1	13,0

RB = rendimento bruto (%)
RD = rendimento depurado (%)
% R = teor de rejeitos (%)
NP = número de permanganato

Tabela 4. Curva de moagem para a celulose do *E. pilularis*.

Tempo de moagem	0	15	30	45	60	75
♀ Schopper-Riegler	6	21	26	42	58	67
Resistências a:						
- Tração	3633	6949	7702	8339	8764	8943
- Arrebatamento	9,9	41,6	45,8	50,8	57,5	57,3
- Rasgo	73	133	126	129	126	127
- Dobragem	10	473	537	2336	5659	3790
Peso específico ap.	0,495	0,607	0,619	0,643	0,677	0,679

Tabela 5. Curva de moagem para a celulose do *E. triantha*.

Tempo de moagem	0	15	30	45	60	75
♀ Schopper-Riegler	7	10	32	44	63	72
Resistências a:						
- Tração	2374	5828	7136	7407	8558	7671
- Arrebatamento	-	24,1	37,2	42,1	53,7	49,8
- Rasgo	33	92	114	116	117	132
- Dobragem	2	43	257	810	2041	1776
Peso específico ap.	0,440	0,539	0,560	0,586	0,607	0,61

Tabela 6. Curva de moagem para a celulose do *E. microcorys*.

Tempo de moagem	0	15	30	37,5	45	60
♀ Schopper-Riegler	7	18	42	64	71	80
Resistências a:						
- Tração	2742	6795	8331	9114	8517	9641
- Arrebatamento	-	30,9	49,7	56,4	57,8	60,1
- Rasgo	43	118	118	102	118	98
- Dobragem	2	107	1560	2366	2729	4331
Peso específico ap.	0,442	0,543	0,593	0,647	0,642	0,680

Tabela 7. Curva de moagem para a celulose do *E. gummifera*.

Tempo de moagem	0	15	30	37,5	45
♀ Schopper-Riegler	6	8	31	53	74
Resistências a:					
- Tração	2589	6602	8696	8711	8349
- Arrebatamento	-	31,5	48,9	54,8	51,6
- Rasgo	55	112	124	119	81
- Dobragem	4	371	2044	2951	4183
Peso específico ap.	0,482	0,577	0,617	0,652	0,708

Tabela 8. Curva de moagem para a celulose do *E. pellita*.

Tempo de moagem	0	15	30	45	60
♀ Schopper-Riegler	8	20	33	54	78
Resistências a:					
- Tração	3224	7492	8189	7725	9707
- Arrebatamento	6,4	39,0	48,1	54,9	65,8
- Rasgo	56	135	132	141	119
- Dobragem	5	305	2075	3402	5088
Peso específico ap.	0,441	0,567	0,592	0,629	0,693

Tabela 9. Curva de moagem para a celulose do *E. globulus*.

Tempo de moagem	0	15	30	45	60	75
♀ Schopper-Riegler	15	29	36	45	57	64
Resistências a:						
- Tração	4509	10342	9667	9948	9774	9051
- Arrebatamento	23,8	71,4	67,5	69,3	59,1	61,0
- Rasgo	97	105	102	106	105	112
- Dobragem	85	4329	4088	3101	3569	4223
Peso específico ap.	0,513	0,638	0,646	0,662	0,673	0,683

Tabela 10. Curva de moagem para a celulose do *E. saligna*.

Tempo de moagem	0	15	30	45	60
♀ Schopper-Riegler	8	22	33	61	70,5
Resistências a:					
- Tração	3872	8907	9721	10446	10641
- Arrebatamento	11,8	48,4	60,8	71,1	72,5
- Rasgo	83	145	143	135	132
- Dobragem	10	583	2276	3507	4012
Peso específico ap.	0,479	0,587	0,610	0,672	0,698

Tabela 11. Curva de moagem para a celulose do *E. grandis*.

Tempo de moagem	0	15	30	45	60	75
♀ Schopper-Riegler	8	18	31	44	56	68
Resistências a:						
- Tração	4099	8749	9761	10159	10344	12154
- Arrebatamento	12,2	48,2	55,9	65,0	68,9	77,0
- Rasgo	68	135	141	144	132	124
- Dobragem	19	869	2336	3065	2791	3901
Peso específico ap.	0,511	0,631	0,655	0,675	0,704	0,720

Tabela 12. Resistências físico-mecânicas. Valores interpolados para 309SR.

Espécies	Tração	Arrebatamento	Rasgo	Dobras duplas	Peso específico ap.
<i>E. pilularis</i>	8001	49,3	126	2572	0,641
<i>E. triantha</i>	7316	42,4	114	1083	0,582
<i>E. microcorys</i>	8052	45,1	104	2110	0,609
<i>E. gummifera</i>	7966	45,0	106	2435	0,637
<i>E. pellita</i>	7983	49,7	126	2692	0,612
<i>E. globulus</i>	8626	56,7	104	3045	0,627
<i>E. saligna</i>	9508	59,9	134	2494	0,632
<i>E. grandis</i>	9933	60,7	131	2520	0,669

Tabela 13. Resistências físico-mecânicas. Valores interpolados para 459SR.

	Tração	Arrebitamento	Rasgo	Dobras duplas	Peso específico ap.
<i>E. pilularis</i>	8376	52,7	130	2841	0,653
<i>E. triantha</i>	7747	45,7	121	1220	0,595
<i>E. microcorys</i>	8597	52,4	110	2380	0,627
<i>E. gummiifera</i>	8416	50,8	110	2677	0,651
<i>E. pellita</i>	8550	55,1	134	3100	0,635
<i>E. globulus</i>	9725	65,2	106	3849	0,664
<i>E. saligna</i>	10185	65,9	139	2852	0,652
<i>E. grandis</i>	10640	66,7	137	2868	0,688

4. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E CONCLUSÕES

Quanto à densidade básica, todas as espécies ensaiadas apresentaram valores dentro da faixa normalmente empregada pela indústria de celulose, ou seja, entre 0,400 e 0,600 g/cm³. Independentemente deste fato, são usadas em larga escala somente as espécies *E. saligna*, *E. grandis* e *E. globulus* (WATSON & COHEN, 1969; FOELKEL, BARRICHELO & MILANEZ, 1975; BARRICHELO & FOELKEL, 1976; BARRICHELO & BRITO, 1976b). Quanto às outras espécies, na literatura são encontradas citações esparsas (WATSON & COHEN, 1969; HILLIS & BROWN, 1978; FOELKEL et alii, 1978; BUSNARDO et alii, 1978). Confirmando observações anteriores, a madeira de *E. grandis* proveniente de árvores originadas de sementes importadas apresenta densidade excepcionalmente baixa (0,421 g/cm³).

Quanto às dimensões das fibras, as mesmas apresentaram comprimentos próximos a 1 mm como normalmente é esperado para o gênero. A espécie *E. microcorys* mostrou possuir as fibras mais longas (1,25 mm) e o *E. globulus* as mais curtas (0,93 mm). As larguras das fibras, diâmetros dos lumens e espessuras das paredes estiveram, respectivamente, entre os valores: 16,1 a 21,1, 8,1 a 10,3 e 4,0 a 5,9 micra.

A composição química das madeiras mostrou valores normais para solubilidade em água quente, álcool-benzeno e NaOH 1%. Os teores de holo celulose foram superiores para as madeiras de *E. grandis*, *E. globulus*, *E. pellita* e *E. microcorys*. Todavia, esse maior teor somente se refletiu em maior rendimento em celulose depurada para o *E. grandis*, provavelmente devido à influência negativa dos outros componentes (extrativos e lignina).

A madeira de *E. globulus* por apresentar um baixo teor de lignina (21,8%) foi facilmente deslignificada durante o cozimento conjunto o que se traduziu na produção de celulose com baixo número de permanganato (10,8). Em contra-partida o *E. triantha*, apresentou um teor de lignina excepcionalmente elevado o que o torna não recomendado como matéria-prima para produção de celulose através de processos químicos. As demais espécies apresentaram os teores de lignina dentro da faixa normalmente encontrada.

As espécies *E. triantha* e *E. pellita* mostraram os menores teores de pentosanas o que pode ser uma desvantagem para celuloses químicas. Os teores de cinzas para as espécies *E. pellita* e *E. globulus* são considerados relativamente altos.

Os rendimentos em celulose não-branqueada se mantiveram em torno de 50%. Especial destaque deve ser dado às espécies *E. grandis* e *E. saligna* que apresentaram rendimentos depurados, respectivamente, 54,6 e 52,2%. O *E. triantha*, confirmando suas características desfavoráveis, anteriormente destacadas, apresentou rendimento depurado bastante baixo (46,1%), principalmente se se considerar o número de permanganato respectivo (20,2).

Em função dos rendimentos obtidos para cada espécie e respectivas densidades básicas pode-se estimar as necessidades de madeira descaçada para a produção de 1 tonelada a.s. de celulose não-branqueada, conforme mostrado na tabela 14.

Tabela 14. Volumes (m³ sol e st) de madeira, necessários para a produção de 1 tonelada a.s. de celulose sulfato não-branqueada.

Espécies	m ³ sol	st (*)
<i>E. pilularis</i>	4,21	5,90
<i>E. triantha</i>	3,82	5,35
<i>E. microcorys</i>	3,39	4,75
<i>E. gummiifera</i>	4,10	5,74
<i>E. pellita</i>	4,09	5,73
<i>E. globulus</i>	4,01	5,61
<i>E. saligna</i>	3,75	5,24
<i>E. grandis</i>	4,35	6,09

(*) Admitindo-se fator de empilhamento igual a 1,4

A tabela anterior mostra que os maiores consumos específicos são apresentados pelo *E. grandis* e *E. pilularis* e os menores pelo *E. saligna* e *E. microcorys*.

Quanto às resistências físico-mecânicas os melhores resultados foram confirmados pelas celuloses das madeiras de *E. grandis* e *E. saligna*.

As espécies *E. globulus*, *E. pilularis* e *E. pellita* produziram celulose de qualidade, a primeira no que diz respeito às resistências à tração e ao arrebitamento e as outras quanto à resistência ao rasgo.

As demais espécies não são recomendáveis para a produção de celulose de qualidade, segundo os ensaios realizados.

ANEXO I

- Usos de madeira das espécies de *Eucalyptus*, potenciais para o Nordeste.

ESPECIES	CELULOSE	SERRARIA	POSTES	DORMENTES	CARVÃO
<i>E. camaloulensis</i>	X	X	X	X	X
<i>E. urophylla</i>	X	X	X	X	X
<i>E. resinifera</i>		X	X	X	X
<i>E. tereticornis</i>	X	X	X	X	X
<i>E. brassiana</i>	X	X	X		X
<i>E. grandis</i>	X	X	X		X
<i>E. cloeziana</i>		X	X	X	X
<i>E. arepanophylla</i>				X	X
<i>E. alba</i>			X		X
<i>E. tessellaris</i>		X		X	X
<i>E. citriodora</i>		X	X	X	X
<i>E. pellita</i>		X	X	X	X
<i>E. maculata</i>	X	X	X		X
<i>E. pilularis</i>	X	X	X		X
<i>E. exserta</i>		X	X	X	X
<i>E. crebra</i>			X	X	X
<i>E. paniculata</i>		X	X	X	X
<i>E. microcorys</i>		X	X	X	X

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Companhia Suzano de Papel e Celulose pela cessão do material utilizado no presente trabalho.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABCP. Normas de ensaio da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel. São Paulo, Brasil.
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O.. A madeira das espécies de eucalipto como matéria prima para a indústria de celulose e papel. PNUD/FAO/IBDF / BRA-45-Prodepef. Brasília, Série Divulgação nº 13. 145 p. 1976a.
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O.. Potencialidade de espécies tropicais de eucalipto para a produção de celulose sulfato branqueada. IPEF, Piracicaba, (13): 9-38, 1976b.
- BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B.. Estudos para produção de celulose sulfato de seis espécies de eucalipto. IPEF, Piracicaba, (12): 77-95. 1976.
- BUSNARDO, C.A. et alii. Estudo comparativo da qualidade de madeira de algumas espécies de eucaliptos tropicais. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 11, São Paulo, 22-25 Nov. 1978. p.: 191-7.
- FOELKEL, C.E.B.; BARRICHELO, L.E.G. & MILANEZ, A.F.. Estudo comparativo das madeiras de *Eucalyptus saligna*, *E. paniculata*, *E. citriodora*, *E. maculata*, *E. tereticornis* para a produção de celulose sulfato. IPEF, Piracicaba, (10): 17-37. 1975.
- FOELKEL, C.E.B. et alii. Eucaliptos tropicais na produção de celulose kraft. In: CONGRESSO ANUAL DA ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, 11, São Paulo, 22-25 Nov. 1978. p.: 5-12.
- HILLIS, W.E. & BROWN, A.G.. Eucalypts for wood production. Commonwealth Scientific and Industrial Research Organization, Australia. 1978. 434 p.
- MAZZEI, F.M. & OVERBECK, W.. Investigação da idade nos característicos físicos e químicos do lenho e das pastas celulósicas de *Eucalyptus saligna*. Instituto de Pesquisas Tecnológicas, São Paulo, PUB 758: 1-29. 1966.
- MOORE, W.E. & JOHNSON, D.B.. Procedures for the chemical analysis of wood and wood products (as used at the U.S. Forest Products Laboratory). Forest Products Laboratory. Forest Service. U.S. Department of Agriculture. Madison, 8 p. 1967.
- OVERBECK, W.. Ensaio de branqueamento com pastas celulósicas de *Eucalyptus saligna* obtidas pelo processo sulfato. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. São Paulo, Rel. Pesquisa 3734. 1962.
- PEREIRA, R.A.G.. Estudo comparativo das propriedades físico-mecânicas da celulose sulfato de madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, *Eucalyptus alba* Reinw e *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden. Tese de doutoramento. ESALQ, Piracicaba. 129 p. 1969.
- TAPPI. Normas de ensaio da Technical Association of the Pulp and Paper Industry. Atlanta, USA.
- WATSON, A.J. & COHEN, W.E.. Pulping of eucalypts. An historical survey. Appita, Melbourne, 22 (4): 27-31. 1969.

Peso de Matéria Seca da Madeira de Cinco Espécies do Gênero *Pinus* aos 20 Anos de Idade

MARIA APARECIDA MOURÃO BRASIL
RICARDO ANTONIO DE ARRUDA VEIGA
Faculdade de Ciências Agrônomicas — UNESP
LUIZ CARLOS COSTA COELHO
RICARDO GAETA MONTAGNA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Summary

Data were collected from trees of 20 years old *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. kesiya*, *P. patula*, *P. elliottii* var. *elliottii* and *P. montezumae* from Moji Guaçu, São Paulo State, Brazil in order to determine the total and merchantable stem dry weight.

The results allowed to estimate for each considered specie an equation were the stem dry weight in kilograms was expressed as a function of dbh and total height in centimeters and meters respectively.

The merchantable stem dry weight was 9.0 ton/hectare/year for *P. caribaea* var. *hondurensis* and 6.7 ton/ha/yr for *P. kesiya* at 20 years old. For *P. patula* was 2,8 ton/ha/yr and *P. elliottii* var. *elliottii* 2,2 ton of dry weight/ha/yr.

Resumo

O objetivo do presente trabalho foi o de estabelecer equações de peso e avaliar o peso de matéria seca de 5 espécies do gênero *Pinus* aos 20 anos de idade na região de Moji Guaçu - SP. As espécies estudadas foram o *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Bar. et Golf., *P. kesiya* Royle ex Gordon, *P. patula* Schiede, *P. elliottii* Engelm. var. *elliottii* e *P. montezumae* Lamb. De cada espécie, após levantamento dendrométrico, foram abatidas para determinação da densidade básica de 10 a 22 árvores distribuídas pelas respectivas classes de DAP. Calculou-se para cada espécie as equações de pesos de matéria seca total e comercial até o limite de despona de 3 cm em função do DAP com casca e da altura total da árvore. São também apresentados os valores de altura média, DAP médio, área basal, volume total e comercial e o peso de matéria seca por hectare para cada espécie aos 20 anos.

1. INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da silvicultura brasileira e a demanda crescente de madeira fazem com que as avaliações do crescimento das florestas sejam cada vez mais sofisticadas. A mudança das técnicas silviculturais, a utilização de novas procedências e de sementes de melhor qualidade, as florestas energéticas a serem exploradas num ciclo mais curto, exigem uma avaliação precisa da quantidade de matéria prima formada para se decidir sobre o investimento realizado. Em decorrência, além das estimativas de volume, as de peso também estão se tornando rotineiras. Trabalhos de VEIGA & BRASIL (1981) com *Eucalyptus propinqua* e VEIGA, BRASIL & FERREIRA (1981) com *E. saligna* e *E. urophylla* mostraram a viabilidade de se estimar com boa precisão o peso de matéria seca em função do DAP com casca e da altura total da árvore para aquelas espécies. Com relação a espécies do gênero *Pinus* BRASIL, VEIGA & COELHO (1980) indicam equações para estimativa do peso de matéria seca da parte comercial sem casca do fuste de árvores de *Pinus elliottii* var. *elliottii* em várias idades e em Itapeva, Itapetininga e Moji Guaçu, diferentes localidades do Estado de São Paulo.

Dando continuidade aos estudos sobre equações de peso os autores se propõem a avaliar o peso da matéria seca obtido de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. kesiya*, *P. patula*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. montezumae* aos 20 anos de idade.

2. MATERIAL E MÉTODOS

As espécies estudadas foram o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. kesiya*, *P. patula*, *P. elliottii* var. *elliottii* e *P. montezumae* aos 20 anos plantadas sob o delineamento experimental de quadrado latino 5 x 5 na região de Moji Guaçu, no Estado de São Paulo.

O Horto de Moji Guaçu, propriedade do Instituto Florestal do Estado de São Paulo onde se localiza o experimento, está a 22°18' de latitude sul e 47°13' de longitude oeste, com altitude de média de 600 m, precipitação média anual de 1307,7 mm e deficiência hídrica anual de 80 a 110 mm. O clima, com base na classificação de Köppen, é do tipo Cwa.

Cada parcela do delineamento tinha 360 m² de área total e 140 m² de área útil, compreendendo esta 35 plantas com espaçamento inicial de 2 x 2 m.

Procedeu-se ao levantamento volumétrico das parcelas com obtenção dos valores de diâmetro médio, altura média, área basal e volume cilíndrico de cada parcela. Foram também estimados os volumes totais com e sem casca e os volumes comerciais até o limite de despona de 5 cm, com e sem casca, utilizando-se as equações de volume de KRONKA et alii (1977).

Após o levantamento volumétrico selecionaram-se, nas classes de diâmetro encontradas, árvores para serem abatidas. Destas, retiraram-se ao nível do solo, ao DAP (1,30 m do solo) aos 2,0 m e sucessivamente de 2,0 em 2,0 m até o limite de despona de 0,03 m, seções transversais para determinação da densidade básica. Foram abatidas 20 árvores para *P. caribaea* var. *hondurensis*, 22 árvores para *P. kesiya*, 14 para *P. patula*, 15 para *P. elliottii* var. *elliottii* e 10 para *P. montezumae*. De cada árvore anotou-se também a altura total e altura da ponta.

A densidade básica das seções transversais foi determinada no laboratório pelo método da balança hidrostática (BRASIL & FERREIRA, 1971). Procedeu-se posteriormente o cálculo dos volumes total e comerciais com e sem casca, até os limites de despona considerados pela fórmula de Snelian. O peso da matéria seca sem casca foi calculado através do produto dos volumes obtidos pela respectiva densidade básica.

Foram determinadas equações de peso para as espécies em estudo, e estimados os volumes e pesos por hectare à idade considerada.

3. RESULTADOS

Os resultados médios obtidos para altura, DAP, área basal, número de árvores por hectare, volume total com casca e volume comercial com e sem casca acham-se na Tabela 1.

Tabela 1. Valores obtidos para o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. kesiya*, *P. patula*, *P. elliottii*-var. *elliottii* e *P. montezumae* aos 20 anos de idade.

Variável	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	<i>P. kesiya</i>	<i>P. patula</i>	<i>P. elliottii</i>	<i>P. montezumae</i>
Altura média (m)	23,70 a*	21,84 b	17,62 c	16,27 c	8,37 d
DAP médio (cm)	23,55 a	20,25 a	17,13 bc	14,88 c	10,22 d
Área basal (m ² /ha)	42,80 a	36,94 a	18,39 b	13,99 b	2,71 c
Número árvores/ha	957,14 a	1099,99 a	728,57 a	857,14 a	300,00 b
Volume total com casca (m ³ /ha)	459,79	354,71	132,27	116,04	12,57**
Volume comercial com casca (m ³ /ha)	458,14	346,60	130,11	113,80	11,15**
Volume comercial sem casca (m ³ /ha)	349,63	284,79	114,09	86,03	7,83**

* Para uma mesma variável valores seguidos por letras iguais não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade.

** Os valores de volume total com casca e volumes comerciais com e sem casca até o limite de despona de 3 cm para o *P. montezumae* foram calculados a partir da equação de volume obtida para as árvores abatidas da espécie.

Como era de se esperar os resultados verificados na Tabela 1 confirmam os obtidos por VEIGA et alii (1982) que indicam o *P. caribaea* var. *hondurensis* dentre as 5 estudadas ao longo de 19 anos de crescimento como a melhor espécie para a região de Moji Guaçu, seguida do *P. kesiya*, que superou o *P. elliottii* e o *P. patula*, sendo o *P. montezumae* desaconselhado para a região.

Com o objetivo de fornecer maiores informações sobre as 5 espécies em estudo foram resumidos na Tabela 2 os valores médios de porcentagem de casca e fator de forma calculados para as árvores abatidas.

Tabela 2. Valores médios de porcentagem de casca, e fatores de forma calculados para volume total com casca (f_{1cc}), volume total sem casca (f_{1sc}), e volumes comerciais com e sem casca até o limite de despona de 3 cm (f_{3cc} e f_{3sc}).

Espécie	Porcentagem de casca		Fator de forma			
	Total	Até 3 cm de despona	f _{1cc}	f _{1sc}	f _{3cc}	f _{3sc}
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	17,35	17,12	0,467	0,386	0,454	0,377
<i>P. kesiya</i>	12,36	12,03	0,454	0,398	0,435	0,382
<i>P. patula</i>	12,59	11,85	0,459	0,401	0,432	0,381
<i>P. elliottii</i>	16,99	16,62	0,509	0,422	0,481	0,400
<i>P. montezumae</i>	31,47	30,52	0,538	0,366	0,466	0,322

As equações de peso de matéria seca total e comercial até o limite de despona de 3 cm, estudadas em função do DAP (D) com casca e da altura total (H) das árvores, estão relacionados nas Tabelas 3 e 4. O peso de matéria seca, obtido em kg, refere-se à madeira sem casca.

Tabela 3. Equações de peso total sem casca de matéria seca (kg) em função do DAP com casca (cm) e da altura total (m) para as 5 espécies em estudo, e seu respectivo coeficiente de determinação R².

Espécie	Equação	R ²
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	-16,535644 + 0,014880 D ² H	0,8864
<i>P. kesiya</i>	-4,847108 + 0,013424 D ² H	0,9428
<i>P. patula</i>	3,188915 + 0,012598 D ² H	0,9716
<i>P. elliottii</i>	5,955747 + 0,014081 D ² H	0,8555
<i>P. montezumae</i>	1,963467 + 0,009436 D ² H	0,9628

Tabela 4. Equações de peso comercial de matéria seca (kg) até o limite de despona de 3 cm em função do DAP com casca (cm) e da altura total da árvore (m) para as 5 espécies, e seu respectivo coeficiente de determinação R².

Espécie	Equação	R ²
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	-17,148292 + 0,014577 D ² H	0,8857
<i>P. kesiya</i>	-5,058288 + 0,012984 D ² H	0,9383
<i>P. patula</i>	2,679778 + 0,012126 D ² H	0,9682
<i>P. elliottii</i>	5,175008 + 0,013574 D ² H	0,8517
<i>P. montezumae</i>	1,393597 + 0,008845 D ² H	0,9607

A equação da variável combinada que exprime o peso da matéria seca sem casca do fuste em função do DAP com casca e da altura total foi selecionada dada a facilidade de seu manuseio e pelos bons resultados constatados em trabalhos anteriores quando em comparação com outras equações. O coeficiente de determinação obtido para as equações de *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. elliottii* foi semelhante ao obtido em trabalhos anteriores para estas espécies respectivamente por MONTAGNA et alii (1980) e BRASIL, VEIGA & COELHO (1980).

Através das equações obtidas pôde-se estimar os rendimentos médios em peso de matéria seca por hectare para as cinco espécies aos 20 anos de idade. Os rendimentos em termos de peso total e peso comercial até o limite de despona de 3 cm acham-se na Tabela 5.

Tabela 5. Pesos por hectare de matéria seca total e comercial até o limite de despona de 3 cm para as cinco espécies aos 20 anos de idade.

Espécie	Peso total (t/ha)	Peso comercial até 3 cm (t/ha)
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	179,72	174,94
<i>P. kesiya</i>	134,17	129,36
<i>P. patula</i>	59,45	56,94
<i>P. elliottii</i>	43,36	44,28
<i>P. montezumae</i>	3,62	3,25

Quando se comparam as espécies em termos de peso de matéria seca verifica-se que o *P. caribaea* var. *hondurensis* foi a espécie de maior produção seguido do *P. kesiya*. A 3ª espécie em produção, o *P. patula* produziu menos da metade das duas primeiras espécies seguido do *P. elliottii*. Ressalte-se que as parcelas haviam sido desbastadas em 1973 não se conhecendo o volume de madeira extraído. Todavia, com exceção do *P. montezumae* as parcelas apresentavam um número de árvores por hectare que não difere significativamente (Tabela 1) permitindo uma comparação entre as mesmas.

Considerando-se as duas melhores espécies em rendimento o *P. caribaea* var. *hondurensis* e o *P. kesiya* verifica-se que os incrementos em volume comercial sem casca são respectivamente de 17,5 e 14,2 m³/ha/ano e o peso com

cial sem casca de 9,0 e 6,7 t/ha/ano. Em termos volumétricos o *P. caribaea* var. *hondurensis* está produzindo 18,85% a mais que o *P. kesiya* e em termos de peso de matéria seca 25,55% a mais. Nestas condições o *P. caribaea* *hondurensis* apresenta os maiores incrementos tanto em volume como em peso de matéria seca.

Num segundo grupo de espécies estão o *P. patula* e o *P. elliottii* com crescimento volumétrico comercial da ordem de 5,7 e 4,3 m³/ha/ano e em peso comercial de 2,8 e 2,2 t/ha/ano. As diferenças percentuais de crescimento do *P. patula* são praticamente as mesmas, de 24,56% para o volume comercial e de 21,43% para o peso.

O *P. montezumae*, desaconselhado para a região, apresentou incrementos muito baixos.

4. CONCLUSÕES

Com base nos resultados pode-se concluir que:

- a) As equações obtidas permitem estimar com boa precisão o peso total e comercial de matéria seca em função do DAP com casca e da altura total da árvore para cada espécie estudada.
- b) Em relação ao rendimento em peso por hectare o *P. caribaea* var. *hondurensis* foi a espécie que se destacou seguido do *P. kesiya*. O crescimento em peso foi de 9,0 e 6,7 t/ha/ano respectivamente para o *P. caribaea* var. *hondurensis* e *P. kesiya* aos 20 anos de idade.

5. BIBLIOGRAFIA

BRASIL, M.A.M. & FERREIRA, M. Variação da densidade básica da madeira de *Eucalyptus alba* Reiw, *E. saligna* Smith e *E. grandis* Hill ex Maiden aos 5 anos de idade em função do local e do espaçamento. *IPEF*, Piracicaba, 129-149, 1971.

BRASIL, M.A.M.; VEIGA, R.A.A.; COELHO, L.C.C. Rendimento em peso de matéria seca de árvores de *Pinus elliottii* Engelm. var. *elliottii*. *Simpósio IUFRO em melhoramento genético e produtividade de espécies florestais de rápido crescimento*. Águas de São Pedro, 1980. 59 p.

KRONKA, F.J.N. et alii. Tabelas de volume para algumas espécies do gênero *Pinus*. *Bol. Téc. IF.*, São Paulo, 12:1-9, 1974.

MONAGNA, R.G. et alii. Peso de matéria seca, densidade básica e dimensões de fibras de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Bar. et Golf. *Simpósio IUFRO em melhoramento genético e produtividade de espécies florestais de rápido crescimento*. Águas de São Pedro, São Paulo, 1980, 57-58 p.

VEIGA, R.A.A. & BRASIL, M.A.M. Peso de matéria seca e volume do *Eucalyptus propinqua* Deane ex Maiden - equações. *Bol. Téc. IF.*, São Paulo, 35(2): 73-84, 1981.

VEIGA, R.A.A.; BRASIL, M.A.M.; FERREIRA, M. Peso da parte comercial do fuste de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus urophylla* - estimativa no primeiro corte. *Bol. Téc. IF.*, São Paulo, 35(2):85-92. 1981.

Análise da Produção Energética e de Carvão Vegetal de Nove Espécies de Eucalipto

JOSÉ OTÁVIO BRITO
LUIZ E. G. BARRICHELO
Depto. de Silvicultura – ESALQ
ANTONIO JOSÉ MIGLIORINI
Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF
FERNANDO SEIXAS
Depto. de Silvicultura – ESALQ
MAURICIO C. MURAMOTO
Acadêmico do Curso de Eng. Florestal – ESALQ

Summary

This paper presents some wood characteristics from trees of nine eucalypts species planted by Cia. Suzano de Papel e Celulose at Salesópolis (SP). The analysis included basic density, calorific value, and chemical composition.

The charcoal production was made in electric furnace at 4500 C and carbonization cycle of 8 h, aiming to determine charcoal yield and its characterization: apparent density, moisture, fixed carbon, volatiles and ash content.

Resumo

O trabalho analisa a madeira de nove espécies de eucalipto im plantadas em Salesópolis (SP) pela Cia. Suzano de Papel e Celulose, a saber: densidade básica, poder calorífico e composição química.

A produção de carvão foi realizada em laboratório em retorta elétrica a temperatura de 4500C em ciclo total de 8 h de carbonização. Determinou-se o rendimento em carvão e caracterização quanto a: densidade aparente, umidade, carbono fixo, voláteis e cinzas.

1. INTRODUÇÃO

O interesse pela utilização de novas espécies de *Eucalyptus* para produção de energia e carvão vegetal vem aumentando significativamente em decorrência da necessidade da busca de melhores rendimentos de produção e melhores propriedades da madeira destinada a esses fins.

Já é considerável o número de trabalhos existentes na literatura especializada dedicada a este campo de pesquisa para o carvão vegetal. OLIVEIRA & ALMEIDA (1980) relacionam uma série de propriedades que podem ser consideradas importantes para o carvão vegetal, quais sejam: rendimento, composição química elementar, densidade, reatividade, resistência mecânica e higroscopicidade. ASSIS & BRAGA (1981) afirmam ser o carvão vegetal o insumo que tem limitado a capacidade dos altos fornos e que alterações na resistência mecânica, densidade e reatividade podem alterar profundamente o nível atual de produtividade dos mesmos. Especificamente os autores citam trabalhos realizados que mostram que uma elevação na densidade do carvão vegetal de 240 para 320 kg/m³ implica em economia da ordem de 5,7 kg de carbono/t de ferro gusa produzido. A in

fluência do maior teor de carbono fixo do carvão vegetal é citada como benéfica sob dois aspectos: menor teor de voláteis e portanto, menor de gradação do carvão durante sua descida no alto forno; maior tempo de resistência da carga metálica, acarretando menor consumo de carvão vegetal. Ainda segundo ASSIS & BRAGA (1981), há estudos demonstrando que a substituição de um carvão de 70% por outro de 86% de carbono fixo implica na redução de 4,3 kg de carbono/t de ferro gusa produzido.

Segundo JUVILLAR (1980), de um modo geral a qualidade do carvão a ser obtido depende dos seguintes fatores: espécie de madeira, tamanho de madeira e método de carbonização. Na prática eles devem ser analisados como um todo mas, experimentalmente, estudos mais detalhados permitem a quantificação isolada de cada um desses fatores interferentes. Assim é que BRITO & BARRICHELO (1977) estudando diferentes espécies de *Eucalyptus* concluíram que o teor de lignina na madeira tem uma sensível influência no rendimento gravimétrico em carvão e também no teor de carbono fixo. Observaram que o rendimento passa de 26 para 30% quando o teor de lignina da madeira passa de 21 para 29%. Com relação ao carbono fixo, observaram que quando o teor de lignina passa de 21 para 31%, o teor de carbono fixo do carvão varia de 74 para 78%. Na mesma linha de pesquisa, BRITO & BARRICHELO (1980) realizaram outro estudo em que encontraram alta correlação entre densidade da madeira e densidade do carvão, concludo que tal fato poderia nortear fundamentalmente a escolha de espécies destinadas à produção de carvão. No caso, a escolha de espécies de eucalipto cujas densidades sejam elevadas seria altamente vantajosa.

2. MATERIAL E MÉTODO

Para o estudo foram escolhidas as espécies mostradas na tabela 1 implantadas na região de Salesópolis (SP), e cortadas aos 10 anos de idade. Cada espécie foi plantada em talhão experimental correspondendo a 100 plantas.

Tabela 1. Espécies de eucalipto ensaiadas.

Espécie	Procedência
<i>E. pilularis</i>	Austrália
<i>E. triantha</i>	Austrália
<i>E. microcorys</i>	Austrália
<i>E. gumifera</i>	Austrália
<i>E. pellita</i>	Austrália
<i>E. globulus</i>	Portugal
<i>E. saligna</i>	Austrália
<i>E. grandis</i>	Austrália
<i>E. saligna - M</i>	Mairinque-SP

As características silviculturais das espécies são mostradas na tabela 2.

Tabela 2. Características silviculturais das espécies.

Espécie	DAP (cm)	H (m)	V _{cil.} (m ³ /ha)
<i>E. pilularis</i>	18,5	24,5	1084,0
<i>E. triantha</i>	18,7	19,3	542,1
<i>E. microcorys</i>	14,8	20,3	585,7
<i>E. gummiifera</i>	9,6	9,2	123,0
<i>E. pellita</i>	14,7	19,5	513,7
<i>E. globulus</i>	10,6	14,5	181,0
<i>E. saligna</i>	17,0	23,2	852,2
<i>E. grandis</i>	18,2	26,2	1105,0
<i>E. saligna - M</i>	17,9	24,5	946,6

DAP = diâmetro médio à altura do peito

H = altura média

V_{cil.} = volume cilíndrico médio

Para efeito de caracterização da madeira foram realizadas as seguintes determinações:

- densidade básica: norma ABCP M14/70
- poder calorífico superior: bomba calorimétrica
- teor de holocelulose: segundo ROORE & JOHNSON (1987)
- teor de lignina: norma ABCP M10/71
- teor de cinzas: norma TAPPI T15 - m58
- teor de extrativos em álcool-benzeno: norma ABCP M4/08

A produção de carvão vegetal foi realizada mediante o uso de uma retorta elétrica até temperatura máxima de 450°C, com um ciclo total de 8 horas de carbonização. Calculou-se o rendimento gravimétrico das carbonizações.

Na caracterização do carvão produzido procedeu-se às seguintes análises:

- densidade aparente do carvão
- teor de umidade
- índice de carbono fixo
- índice de voláteis
- teor de cinzas

Para a realização dos ensaios foram amostradas 10 árvores ao acaso de acordo com DAP médio de cada espécie. De cada árvore constituiu-se uma amostra composta por madeira de discos sem casca tomados a 0, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. As amostras compostas foram juntadas num só lote por espécie constituindo a amostra básica para análise.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da caracterização das madeiras são mostrados nas tabelas 3, 4 e 5.

Tabela 3. Densidade básica e poder calorífico superior médio das madeiras

Espécie	Densidade básica média (g/cm ³)	Poder calorífico superior (kcal/kg)
<i>E. pilularis</i>	0,462	4989
<i>E. triantha</i>	0,565	4949
<i>E. microcorys</i>	0,583	4940
<i>E. gummiifera</i>	0,466	4935
<i>E. pellita</i>	0,553	5023
<i>E. globulus</i>	0,474	4733
<i>E. saligna</i>	0,476	4889
<i>E. grandis</i>	0,391	4790
<i>E. saligna - M</i>	0,469	4779

ABCP - Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel

TAPPI - Technical Association of the Pulp and Paper Industry

Tabela 4. Composição química média das madeiras.

Espécie	Teor			
	Holocelulose (%)	Lignina (%)	Extrativos em álcool benzeno (%)	Cinzas (%)
<i>E. pilularis</i>	79,7	25,2	2,6	0,20
<i>E. triantha</i>	80,6	29,4	2,1	0,16
<i>E. microcorys</i>	82,1	24,2	3,7	0,26
<i>E. gummiifera</i>	80,6	24,2	1,9	0,37
<i>E. pellita</i>	82,2	25,2	1,1	0,43
<i>E. globulus</i>	82,4	21,8	1,7	0,48
<i>E. saligna</i>	80,6	24,6	2,1	0,30
<i>E. grandis</i>	83,0	23,3	1,7	0,29
<i>E. saligna - M</i>	82,0	25,9	1,8	0,28

Tabela 5. Produtividades em peso seco e em energia.

Espécie	Produtividade*	
	Peso seco (t)/ha	kcal x ha
<i>E. pilularis</i>	500,8	2,5 x 10 ⁹
<i>E. triantha</i>	306,3	1,5 x 10 ⁹
<i>E. microcorys</i>	341,5	1,7 x 10 ⁹
<i>E. gummiifera</i>	57,3	0,3 x 10 ⁹
<i>E. pellita</i>	284,1	1,4 x 10 ⁹
<i>E. globulus</i>	85,8	0,4 x 10 ⁹
<i>E. saligna</i>	405,6	1,9 x 10 ⁹
<i>E. grandis</i>	518,2	2,4 x 10 ⁹
<i>E. saligna - M</i>	444,0	2,1 x 10 ⁹

* supondo-se o volume cilíndrico, densidade básica e poder calorífico das tabelas 2 e 3.

Os resultados das tabelas anteriores denota-se claramente diferenças básicas entre espécies no que diz respeito a produtividade. Em termos de produtividade energética, foram computados o volume cilíndrico, a densidade e o poder calorífico das madeiras. Houve uma supremacia considerável das espécies *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. saligna* como as espécies mais produtivas, com destaque para o *E. pilularis*. Numa faixa intermediária pode-se citar o *E. microcorys*, *E. triantha* e o *E. pellita*. As menores produtividades energéticas foram alcançadas pelo *E. gummiifera* e *E. globulus*.

Os resultados do rendimento e propriedades do carvão vegetal são mostrados nas tabelas 6, 7, 8 e 9.

Tabela 6. Rendimento gravimétrico de carvão.

Espécie	Rendimento de carvão* (%)
<i>E. pilularis</i>	35,3
<i>E. triantha</i>	37,8
<i>E. microcorys</i>	35,7
<i>E. gummiifera</i>	33,9
<i>E. pellita</i>	34,2
<i>E. globulus</i>	34,0
<i>E. saligna</i>	33,8
<i>E. grandis</i>	33,3
<i>E. saligna - M</i>	34,0

* Rendimento (%) = $\frac{\text{Peso de carvão seco}}{\text{Peso de mad. seca}} \times 100$

Tabela 7. Densidade aparente do carvão.

Espécie	Densidade aparente* (g/cm ³)
<i>E. pilularis</i>	0,356
<i>E. triantha</i>	0,446
<i>E. microcorys</i>	0,445
<i>E. gummifera</i>	0,296
<i>E. pellita</i>	0,480
<i>E. globulus</i>	0,367
<i>E. saligna</i>	0,370
<i>E. grandis</i>	0,335
<i>E. saligna</i> - M	0,299

* Dens. apar. = $\frac{\text{peso de um cubo de carvão seco}}{\text{volume do cubo de carvão seco}}$ (g/cm³)

Tabela 8. Análise química imediata.

Espécie	Índice		Teor de Cinzas (%)
	Carbono Fixo (%)	Voláteis (%)	
<i>E. pilularis</i>	74,8	24,6	0,52
<i>E. triantha</i>	74,3	23,9	1,80
<i>E. microcorys</i>	71,2	28,5	0,30
<i>E. gummifera</i>	72,6	27,2	0,31
<i>E. pellita</i>	73,3	26,3	0,42
<i>E. globulus</i>	74,0	27,1	0,86
<i>E. saligna</i>	72,2	27,1	0,70
<i>E. grandis</i>	71,2	28,7	0,14
<i>E. saligna</i> - M	72,2	27,0	0,85

Tabela 9. Produtividades em carvão vegetal e em carbono fixo.

Espécie	Produtividade (*)	
	Carvão vegetal (t/ha)	Carbono fixo do carvão vegetal (t/ha)
<i>E. pilularis</i>	176,8	132,2
<i>E. triantha</i>	115,8	86,0
<i>E. microcorys</i>	122,0	86,9
<i>E. gummifera</i>	19,4	14,1
<i>E. pellita</i>	97,2	71,2
<i>E. globulus</i>	29,2	21,6
<i>E. saligna</i>	137,1	99,0
<i>E. grandis</i>	172,6	122,9
<i>E. saligna</i> - M	150,9	108,9

* com base nos valores das tabelas 5, 6 e 8.

Das tabelas 6, 7, 8 e 9 pode-se deduzir que em termos de produtividade de carvão vegetal e carbono fixo por unidade de área plantada, também houve destaque para o *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. saligna* como as mais produtivas. Num bloco intermediário situaram-se o *E. triantha*, *E. microcorys* e *E. pellita*. As menores produtividades ficaram por conta do *E. gummifera* e *E. globulus*.

Com relação às propriedades do carvão vegetal das três espécies mais produtivas, o *E. pilularis* foi o que apresentou maior percentagem de carbono fixo e o *E. saligna* a maior densidade aparente.

Como já era previsto, as espécies com menor produtividade apresentaram os maiores valores de densidade aparente do carvão vegetal.

4. CONCLUSÕES

Sob o aspecto da produtividade energética por unidade de área plantada os melhores resultados foram apresentados em ordem decrescente, pelo *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. saligna*. Dentre estas três espécies o destaque maior foi do *E. pilularis* devido ao seu maior poder calorífico.

Apesar de apresentarem menores produtividades energéticas por unidade de área, devem ser ressaltados os maiores valores de poder calorífico e de densidade básica das madeiras do *E. pellita*, *E. triantha* e *E. microcorys*. Essas espécies podem ser consideradas como as melhores em termos de valor energético de suas madeiras.

Quanto à produtividade de carvão vegetal por unidade de área se destacaram o *E. pilularis*, *E. grandis* e *E. saligna*. Com relação à qualidade do carvão vegetal, das três espécies, as melhores foram o *E. pilularis* e o *E. saligna*.

Mais uma vez as espécies com menores produtividades por unidade de área apresentaram as melhores qualidades de carvão vegetal quais sejam: *E. pellita*, *E. triantha* e *E. microcorys*.

Finalmente pode-se deduzir deste estudo duas necessidades básicas de pesquisa florestal que merecem ser enfocadas com maior ênfase pelas áreas de implantação, manejo e melhoramento florestal:

- que se intensifiquem os estudos sobre melhoria das propriedades das madeiras visando uso energético e produção de carvão vegetal das espécies que apresentem maior produtividade por unidade de área. Atualmente estas espécies ainda não apresentam as melhores qualidades em suas madeiras para tais fins ou sejam valores mais elevados principalmente para poder calorífico, densidade e teor de lignina.
- que se intensifiquem os estudos sobre melhoria das produtividades por unidade de área das espécies que apresentam madeira com excelentes qualidades para fins energéticos e carvão vegetal.

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Cia. Suzano de Papel e Celulose pela cessão do material utilizado no presente trabalho.

5. BIBLIOGRAFIA

- ASSIS, P.S. & BRAGA, R.N.B. Impacto da tecnologia de produção de carvão vegetal nos altos fornos. Experiência da Acesita. *Metallurgia ABM*. São Paulo, 37 (287): 565-70, 1981.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlação entre as características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão vegetal. 1. Densidade e teor de lignina da madeira de eucalipto. *IPEF*, Piracicaba, (14): 9-20, jul. 1977.
- BRITO, J.O. & BARRICHELO, L.E.G. Correlações entre características físicas e químicas da madeira e a produção de carvão. 2. Densidade da madeira x densidade do carvão. *IPEF*, Piracicaba, (20): 121-6, jun. 1980.
- JUVILLAR, J.B. Tecnologias de transformação de madeira em carvão. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. *Uso da madeira para fins energéticos*. Belo Horizonte, 1980. p. 69-82.
- MOORE, W.E. & JOHNSON, D.B. Procedures for the chemical analysis of wood and wood products (as used at the U.S. Forest Products Laboratory). *Forest Products Laboratory, Forest Service, U.S. Department of Agriculture*. Madison, Wisconsin, 8 p. 1967.
- OLIVEIRA, L.T. & ALMEIDA, M.R. Avaliação de carvão vegetal. In: FUNDAÇÃO CENTRO TECNOLÓGICO DE MINAS GERAIS. *Uso da madeira para fins energéticos*. Belo Horizonte, 1980. p. 45-53.

Estudo de Parâmetros Físicos e Químicos de Madeiras de Pinheiros Tropicais

JOSÉ OTÁVIO BRITO
LUIZ E. G. BARRICHELO
HILTON THADEU Z. DO COUTO
Depto. de Silvicultura — ESALQ

Summary

The purpose of this investigation was to obtain informations about the relationship between wood basic specific gravity, chemical composition, solid wood volume and diameter of the trees.

Fifteen trees of 8-9 years-olds of *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *Pinus caribaea* var. *bahamensis* e *Pinus oocarpa* planted in Minas Gerais were analysed.

Resumo

O objetivo do trabalho foi obter informações acerca das relações existentes entre densidade básica da madeira, composição química, volume sólido e diâmetro das árvores.

O material utilizado foi amostrado em árvores desbastadas de povoamentos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. oocarpa* var. *bahamensis* e *P. oocarpa*, com idades entre 8 e 9 anos, implantados na região de Sacramento (MG) e pertencentes à Reflorestadora Sacramento Ltda.

1. INTRODUÇÃO

Os estudos sobre caracterização da madeira são muito importantes do ponto de vista do seu uso final. São através deles que podem ser feitas hipóteses sobre o comportamento do material sob diferentes condições de processamento industrial e qualidade do produto. Da mesma forma, são também importantes os estudos das correlações existentes entre os parâmetros analisados.

Dentre os principais parâmetros tecnológicos destaca-se a densidade de como o mais estudado devido a simplicidade de sua determinação, correlação com outras características da madeira e qualidade do produto final.

Os estudos referentes à densidade da madeira tem-se concentrado na determinação das variações ocorridas entre espécies e idades, além das variações que ocorrem dentro das árvores nos sentidos longitudinal e radial (MILLER, 1959; WAHLGREN & PASSNACHT, 1959; SELLERS, 1962; JOHNSTONE, 1970; PEARSON & GILMORE, 1971; PARR, 1973; GUTH, 1973; HEGER, 1974; FOELKEL, 1976; AMARAL et alii, 1977; FOELKEL et alii, 1977 e BARRICHELO & BRITO, 1979).

Quanto à composição química, BARRICHELO (1979) afirma que a mesma é uma das mais importantes características da madeira, porém muito pouco estudado. Tal fato se explica, segundo aquele autor, pois os estudos químicos de química da madeira relacionados com seu uso industrial foram feitos por pesquisadores do hemisfério norte, para os quais as coníferas

são as principais matérias primas. E, são justamente para as coníferas que são encontradas as menores variações das propriedades químicas.

Relacionada com a densidade básica BYRD (1965) encontrou correlação positiva com o teor de alfa-celulose e negativa com os teores de hemiceluloses e extrativos.

KOCH (1972) relata a existência de correlações entre densidade e teores de extrativos, e PALMER & GIBBS (1973) afirmam que com o aumento da densidade ocorre aumento no teor de alfa-celulose e diminuição no teor de lignina.

A pesquisa aqui relatada procurou colher subsídios sobre a caracterização física e química de duas espécies de pinheiros tropicais. A esta caracterização associou-se o estudo das correlações estatísticas entre os parâmetros analisados.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

O material utilizado no trabalho foi obtido de árvores desbastadas de povoamentos de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, *P. caribaea* var. *bahamensis* e *P. oocarpa*, com idades entre 8 e 9 anos, implantados na região de Sacramento (MG) e pertencentes à Reflorestadora Sacramento Ltda.

2.2. Métodos

2.2.1. Amostragem

A amostragem foi feita em povoamentos que se encontravam sob condições de receber o primeiro desbaste, de acordo com o esquema que compreendeu a derrubada sistemática da 9ª linha de plantio associada ao desbaste seletivo no restante das árvores.

Após o estabelecimento de 5 classes de diâmetro, foram amostradas 3 árvores por classe e por espécie.

De cada árvore foram retirados discos de madeira na base, no DAP e a 50, 75 e 100% da altura comercial.

2.2.2. Ensaios

2.2.2.1. Densidade básica

A densidade básica dos discos de madeira foi determinada pelo método da balança hidrostática, segundo a norma ABCP M14/70.

2.2.2.2. Análises químicas

Sub-amostras de madeira retiradas dos discos foram reduzidas à serragem e ensaiadas quanto a:

- teor de holocelulose, segundo MOORE & JOHNSON (1967)
- teor de lignina, segundo a norma ABCP M10/71

ABCP - Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel

2.2.3. Médias e análises estatísticas

2.2.3.1. Densidade básica média da árvore (madeira com casca)

A densidade básica média da árvore (madeira com casca) foi calculada através da expressão:

$$dA = \frac{PS}{V} \quad \text{onde:}$$

dA = densidade básica média da árvore (g/cm³)

PS = peso seco total da árvore (t)

V = volume verde total da árvore (m³)

O volume e peso totais da árvore foram calculados através dos diferentes diâmetros e densidades básicas dos discos.

2.2.3.2. Composição química média da árvore (madeira com casca)

Os teores médios de holocelulose e lignina foram calculados através da expressão:

$$\bar{Y} = (TY/PS) \cdot 100 \quad \text{onde:}$$

\bar{Y} = teor médio de holocelulose ou lignina na madeira com casca (%)

TY = quantidade total de holocelulose ou lignina na madeira com casca (t)

PS = peso seco total da árvore (t)

2.2.3.3. Análise da variância para densidade básica e composição química médias da madeira

Utilizou-se o Teste F em delineamento inteiramente casualizado, segundo o modelo:

Causa de Variação	GL
Espécie	2
Resíduo	24
Total	26

Para a comparação das médias foi utilizado o teste de Tukey.

2.2.3.4. Correlação entre as variáveis

Foram testadas correlações entre os seguintes parâmetros: volume, peso seco, densidade básica e composição química.

As equações de regressão testadas obedeceram aos seguintes modelos:

$$y = a + b x$$

$$y = a + b x + c x^2$$

$$\log y = a + b \log x$$

$$y = a + b x^2 z$$

$$y = a + b x + c z$$

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Valores médios de densidade básica e composição química das espécies

Estes resultados são mostrados na tabela 1.

3.2. Correlações estatísticas entre os parâmetros analisados

As equações mostrando a existência de correlações entre volume sólido da árvore, peso seco da árvore e DAP são mostradas na tabela 2.

Tabela 2. Equações de regressão para volume sólido e peso seco da árvore.

Espécie	Equação	Teste F	(r ²)
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	VS = (-42,67 + 7,25 D) 0,001	383,47**	0,98
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	VS = (-43,21 + 7,84 D) 0,001	767,05**	0,99
<i>P. oocarpa</i>	VS = (-47,30 + 7,40 D) 0,001	77,06**	0,91
<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	PS = (-172,28 + 38,47 D) 0,1	450,02**	0,98
<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	PS = (-190,17 + 40,12 D) 0,1	631,54**	0,98
<i>P. oocarpa</i>	PS = (-235,88 + 44,68 D) 0,1	81,42**	0,92

PS = peso seco da árvore (kg)

VS = volume sólido da árvore (m³)

D = DAP da árvore (cm)

** = significativo ao nível de 1%

Os resultados encontrados para este grupo de equações corresponderam ao teoricamente esperado, pois o aumento no diâmetro da árvore (DAP) implica necessariamente em um aumento na biomassa vegetal (peso seco da árvore e volume sólido da árvore).

As equações mostrando a existência de correlações entre peso seco do componente químico na árvore e DAP da árvore são mostradas na tabela 3.

Tabela 1. Valores médios de densidade básica e componentes químicos, coeficientes de variação e Teste F das espécies.

Ensaio	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>		<i>P. caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>		<i>P. oocarpa</i>		Teste F
	\bar{x}	C.V. (%)	\bar{x}	C.V. (%)	\bar{x}	C.V. (%)	
Densidade básica (g/cm ³)	0,353	6,5	0,335	3,8	0,396	6,3	19,74**
Teor médio de holocelulose (%)	65,8	5,8	64,7	4,6	62,0	4,0	3,46*
Teor médio de lignina (%)	31,8	6,7	33,6	3,7	31,0	3,3	6,94**

* significativo ao nível de 5%

** significativo ao nível de 1%

Tabela 3. Equações de regressão para peso seco total do componente químico na árvore.

Espécie	Equação	Teste F	(r ²)
<i>P. caribaea</i>	TH = (-109,64 + 25,05 D) 0,1	252,00**	0,97
var. <i>hond.</i>	TL = (- 61,76 + 12,76 D) 0,1	291,47**	0,97
<i>P. caribaea</i>	TH = (-124,98 + 26,23 D) 0,1	451,87**	0,98
var. <i>baham.</i>	TL = (- 64,83 + 13,52 D) 0,1	346,44**	0,98
<i>P. oocarpa</i>	TH = {131,14 - 19,43 D + 1,78 (D) ² } 0,1	136,23**	0,97
	TL = { 92,69 - 14,59 D + 1,08 (D) ² } 0,1	115,08**	0,97

TH = peso seco total de holocelulose na árvore (kg)

TL = peso seco total de lignina na árvore (kg)

D = DAP da árvore (cm)

** = significativo ao nível de 1%

A relação direta observada entre o DAP e o peso seco total dos componentes químicos já era esperada, pois o crescimento no diâmetro corresponde a um aumento na biomassa e, conseqüentemente, a uma maior quantidade de peso seco total dos componentes químicos da madeira.

Estatisticamente essa correlação foi altamente significativa para todos os compostos químicos e todas as espécies.

As equações mostrando a existência ou não de correlações entre a densidade básica média da árvore, densidade básica do disco tomado no DAP e o DAP da árvore propriamente dito são mostradas na tabela 4.

Tabela 4. Equações de regressão para densidade básica média da árvore.

Espécie	Equação	Teste F	(r ²)
<i>P. caribaea</i>	dA = 3,96 - 0,0303 D	4,58 ^{n.s.}	0,3955
var. <i>hond.</i>	dA = 2,71 + 0,1626 D - 0,0067 D ²	4,97 ^{n.s.}	0,3237
<i>P. caribaea</i>	dA = 0,3365 - 8,30 D	0,01 ^{n.s.}	0,0008
var. <i>baham.</i>	dA = 0,3427 - 0,0011 D + 4,05 D ²	0,01 ^{n.s.}	0,0028
<i>P. oocarpa</i>	dA = 4,23 - 0,0201 D	1,08 ^{n.s.}	0,1334
	dA = 4,98 - 0,1506 D + 0,0050 D ²	0,90 ^{n.s.}	0,2301
<i>P. caribaea</i>	dA = {1,48 + 5,63 dDAP} . 0,1	36,30**	0,8383
var. <i>hond.</i>			
<i>P. caribaea</i>	dA = 0,2471 + 0,2527 . dDAP	9,02*	0,5631
var. <i>baham.</i>			
<i>P. oocarpa</i>	dA = {0,8788 + 7,54 dDAP} . 0,1	26,61**	0,7917

D = DAP - diâmetro à altura do peito (cm)

dA = densidade básica média da árvore (g/cm³)

dDAP = densidade básica do disco tomado no DAP (g/cm³)

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

n.s. = não-significativo

A inexistência de correlação significativa entre a densidade básica média da árvore e respectivo DAP mostra que, para as espécies nas idades aqui estudadas, a densidade é uma característica independente do crescimento em diâmetro. Este resultado contrasta com o encontrado para espécies de coníferas de clima temperado, onde a densidade aumentava com o crescimento da classe diametral (KALNINS & LIEPINS, 1938). A idade juvenil do material aqui estudado talvez pudesse ser a explicação pela inexistência da correlação.

A correlação significativa encontrada, em todas as espécies, entre a densidade básica média da árvore e a densidade básica do disco tomado no DAP está de acordo com resultados já alcançados por AMARAL, FERREIRA & COUO (1977).

A inexistência de correlação entre os teores médios de compostos químicos e o DAP da árvore comprovou não haver influência das diferentes classes de diâmetro sobre os mesmos.

Os teores médios dos compostos químicos também não apresentaram correlação estatisticamente significativa com os teores encontrados nos discos tomados no DAP.

Por outro lado, também não foram encontradas correlações significativas entre os teores médios dos compostos químicos e densidade básica do disco tomado no DAP, densidade básica média da árvore e peso seco da árvore. Dessa forma pode-se dizer que um aumento da biomassa vegetal corresponde a um aumento equitativo dos teores em peso seco dos compostos químicos, mantendo-se constantes os teores médios. A idade juvenil do material talvez possa explicar o fato. Estes resultados contrastam com as conclusões de PALMER & GIBBS (1973) para *P. caribaea* var. *hondurensis*.

4. CONCLUSÕES

As seguintes conclusões podem ser tiradas para as espécies estudadas:

a) Pode-se estimar o volume sólido, peso seco das árvores, quantidade de holocelulose e lignina através da medição do DAP e emprego de equação apropriada.

b) Não foi encontrada correlação entre densidade básica média da árvore e o seu DAP e nem teores de holocelulose e lignina e DAP. Tal fato indica a não necessidade de se estratificar as árvores do povoamento em classes de diâmetro para tais ensaios, podendo-se tomar árvores ao acaso.

c) Não houve correlação entre teor médio de holocelulose ou lignina da árvore respectivamente com o teor de holocelulose e lignina do disco do DAP. Depreende-se disso que o disco do DAP não é suficiente para se realizar a análise da composição química média da árvore. Dessa forma, sugere-se adoção da prática de se tomar discos de vários pontos a diferentes alturas da árvore (0, 25%, 50%, 75% e 100% da altura).

6. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Reflorestadora Sacramento Ltda. pela gentileza do fornecimento das madeiras ensaiadas.

5. BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, A.C.; FERREIRA, H. & COUO, H.T.Z.. Métodos de avaliação da densidade básica da madeira de populações de pinheiros tropicais. *IPEF*, Piracicaba, (15): 47-67, 1977.
- BARRICHELO, L.E.G.. Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de *Pinus caribaea* Mor. var. *hondurensis* Barr. e Golf. para a produção de celulose kraft. Piracicaba, Tese de Livre Docência, 167 p. 1979.
- BARRICHELO, L.E.G. & BRITO, J.O.. Variabilidade radial da madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. *IPEF*, Piracicaba (18): 81-102, 1979.
- BYRD, V.L.. Wood characteristics and kraft paper properties of four selected loblolly pines. Part II. Wood chemical constituents and their relationship to fiber morphology. *Forest Products Journal*, Madison, 15 (8): 313-20, 1965.
- FARR, W.A.. Specific gravity of western hemlock and sitka spruce in Southeast Alaska. *Wood Science*, Madison, 6 (1): 9-13, 1973.
- FOELKEL, C.E.B.. Celulose kraft de *Pinus* spp. *O Papel*, São Paulo, (37): 49-67, 1976.
- FOELKEL, C.E.B. et alii. *Pinus elliottii*: fibra longa para produção de

- celulose. *Congresso Anual da Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel*, São Paulo, (10): 127-37. 1977.
- GUTH, E.B.. Variation in wood characters, both within and between individuals of *Pinus elliottii*. *IDIA. Suplemento Forestal* (8): 8-17, 1973/74. Apud: *Forestry Abstracts*, Oxford, 37 (6). 1976.
- HEGER, L.. Relationship between specific gravity and height in the stem of open-and forest-grown balsam fir. *Canadian Journal of Forest Research*, Ottawa, 4 (4): 477-81. 1974.
- JOHNSTONE, W.D.. Some variations in specific gravity and moisture content of 100-year-old lodgepole pine trees. *Inform. Rep. For. Res. Lab.*, n° A-X-29, 1970. Apud: *Forestry Abstracts*, Oxford, 32 (1): 1971.
- KALNINS, A. & LIEPINS, R.. Technical properties of Latvian coniferous timber with relation to condition of growth. *Latvian Research Sta.*, Riga, Rept. 82 p. [in the Influence of Environmental and Genetics on Pulpwood Quality. An Annotated Bibliography. Tappi Monograph Series 24: 368. (1962)]. 1938.
- KOCH, P.. *Utilization of the Southern Pines*. Washington, U.S. Department of Agriculture Forest Service. 1972. 734 p.
- MILLER, S.R.. Variation in inherent wood characteristics in slash pine. *Proc. 8th Stn. Conf. For Tree Impre.*, Raleigh, 1959 (97-106). Apud: *Forestry Abstracts*, Oxford, 21 (3). 1960.
- MOORE, W.E. & JOHNSON, D.B.. Procedures for the chemical analysis of wood and wood products (as used at the U.S. Forest Products Laboratory). *Forest Products Laboratory. Forest Service. U.S. Department of Agriculture*. Madison, 8 p. 1967.
- PALMER, E.R. & GIBBS, J.A.. Pulping characteristics of three trees of *Pinus caribaea* with different densities grown in Jamaica. *Tropical Products Institute*, London (L30): 1-24, mar. 1973.
- PEARSON, R.G. & GILMORE, R.C.. Characterization of the strenght of juvenile wood of loblolly pine. (*Pinus taeda* L.). *Forest Products Journal*, Madison, 21 (1): 23-31, 1971.
- SELLERS JUNIOR, T.. Factors influencing the wood quality of plantation - grown slash pine. *Forest Products Journal*, Madison, 12 (9): 443-6, 1962.
- WAHLGREN, H.E. & FASSNACHT, D.L.. Estimating tree specific gravity from a single increment core. *USDA Forest Service Research Paper, Forest Products Laboratory*, Madison, (2146): 1-25, 1959.

Umidade ao Abate da Madeira e da Casca de *Eucalyptus grandis*

CARLOS ALBERTO BUSNARDO
JORGE VIEIRA GONZAGA
SÉRGIO MENOCELLI
ERNANI PEREIRA BENITES
CLAUDETE DIAS
CELSO EDMUNDO B. FOELKEL
Rio Grande — Cia. de Celulose do Sul — Riocell

Summary

Mbisture was probably the first wood characteristic discovered by the man. Today, it is still one of the most important for several wood utilizations. High density wood contains more solid content per volume in comparison to low density wood. Thus, the relative void volume is bigger for the low density wood. The voids are able to be fullfilled by water. It is well known the relation between wood density and moisture at the maximum moisture content. This research also proved to be true, for *Eucalyptus saligna* a cor relation between moisture content of "living trees" and wood density. It was also noticed that strong correlations occur between moisture contents and wood densities of the whole stem wood or of its constituents (heartwood, sapwood and "bark").

Resumo

A umidade foi talvez a primeira propriedade da madeira descoberta pelo homem e até hoje constitui-se na mais importante para inúmeras utilizações. Madeiras mais densas possuem maior conteúdo de material sólido por volume em relação a madeiras menos densas. Com isso o volume relativo de vazios é maior nessas últimas para ser ocupado por água. É bem conhecida a relação entre densidade da madeira e o seu teor de umidade ao ponto de máxima saturação em água. Essa pesquisa revelou para o *Eucalyptus saligna*, que existe também estreita correlação entre a umidade da "árvore viva" (umidade ao abate) e a sua densidade básica. Verificou-se ainda que existe significativa correlação entre os teores de umidade e as densidades básicas dos diversos constituintes do tronco ("casca", cerne e albúrnio) entre si e com a madeira integral.

INTRODUÇÃO

O conceito de qualidade da madeira relacionado ao seu uso final existe, desde que o homem, tomando conhecimento da sua utilidade, passou a considerá-la como um bem necessário à sua existência. Podemos dizer que homem e madeira sempre estiveram ligados por laços extremamente fortes. Uma das primeiras utilizações a que a madeira foi submetida, há milênios de anos atrás, e que persiste até hoje, é a geração de calor pelo fogo, já que a madeira constitui-se em excelente combustível. Relegada a um segundo plano para essa finalidade durante a "era petróleo", a madeira está novamente surgindo como uma das mais viáveis alternativas como combustível.

Acreditamos que a primeira propriedade que o homem descobriu na madeira foi o seu teor de umidade. A madeira verde era mais mole e mais pesada, enquanto a madeira seca era mais leve, rija e produzia fogo com facilidade. O teor de umidade da madeira é talvez a sua primeira e mais importante propriedade para a maioria das suas utilizações, tais como, madeira serrada, móveis, madeira para construção, chapas, aglomerados, contra-

placados, etc. Uma das indústrias que tem a madeira como principal matéria-prima e que não é muito sensível às variações de umidade da mesma é a de celulose kraft. Entretanto, mesmo para essa indústria, a umidade ganha importância, pois relaciona-se ao custo de transporte de uma madeira mais pesada, quando mais úmida. Além disso, os processos de degradação biológica da madeira são intensos às altas umidades.

Por outro lado, a casca da árvore vem ganhando importância cada vez maior, em nosso país, como um resíduo florestal energético, ou seja, capaz de gerar energia a custos competitivos. A casca, até o momento, vem sendo descartada na maioria das explorações florestais, porém é grande o interesse pelo seu uso. Já existem diversas caldeiras de vapor alimentadas exclusivamente por casca de árvores e a tendência é de um aumento rápido para essa utilização.

Tendo em vista a importância que a umidade da madeira e da casca representam, conforme anteriormente discutido, resolveu-se pesquisar a umidade de "árvores vivas" de *Eucalyptus saligna*, em povoamento localizado no município de Barra do Ribeiro, R.S.. Ressalte-se, que essa madeira é consumida pela Riocell - Rio Grande - Cia. de Celulose do Sul para produção de polpa kraft, sendo que a casca das árvores, até o momento, é descartada, permanecendo no campo como fonte suplementar de nutrientes minerais e matéria-orgânica ao solo.

METODOLOGIA

Escolheu-se para a realização da pesquisa um povoamento considerado dos melhores em termos de desenvolvimento florestal da espécie na região. Em uma área global do povoamento de 85 ha, escolheram-se 75 árvores consideradas superiores quanto à forma, desenvolvimento e aspectos fito-sanitários.

O povoamento foi implantado em março de 1972, com sementes puras de *Eucalyptus saligna* procedentes da Austrália. No momento do abate, em agosto de 1981, as árvores estavam com 8 anos e 5 meses. As brotações das cepas seriam posteriormente propagadas vegetativamente com finalidades de melhoramento florestal.

Para cada árvore amostrada, retirou-se um disco à altura do DAP e nesse disco separaram-se amostras para as determinações de:

- densidade básica da casca, do cerne, do albúrnio e da madeira integral (cerne + albúrnio);
- umidade, base úmida e base seca da casca, do cerne, do albúrnio e da madeira integral.

Baseando-se em equações anteriormente desenvolvidas por FOELKEL *et alii* (1982), foi possível determinar-se ainda a umidade ao máximo teor de umidade de todas as amostras.

As equações utilizadas para tais determinações foram:

a) madeiras de eucalipto

$$\% \text{UMTU}_{\mu} = 93,876745 - 72,664980 D_b$$

onde:

$\% \text{UMTU}_{\mu}$ = umidade da madeira ao ponto de máxima saturação da mesma por água (base úmida);

D_b = densidade básica da madeira.

b) casca de eucalipto

$$\% \text{UMTU}'_{\mu} = 97,884928 - 83,100197 D'_b$$

onde:

$\% \text{UMTU}'_{\mu}$ = umidade da casca ao ponto de máxima saturação por umidade (base úmida);

D'_b = densidade básica da casca.

As determinações de densidade básica para as amostras de madeira e casca seguiram o método da balança hidrostática. As determinações de teor de umidade, base úmida e base seca, foram realizadas em estufa regulada para $105 \pm 3^{\circ}\text{C}$. Para evitar alterações no teor de umidade das amostras, tão logo a árvore era abatida e a amostra retirada, essa era acondicionada em saco plástico impermeável e as determinações realizadas no prazo o mais breve possível.

Após a execução de todas as análises físicas, os resultados foram tabulados e buscou-se analisar o grau de correlação existente entre cada uma dessas propriedades. Utilizou-se de análise de regressão linear e cálculo do coeficiente de correlação simples.

RESULTADOS

Para evitar a apresentação de extensas tabelas, visto o enorme volume de dados (1350 dados individuais), optou-se por apresentar apenas as médias e algumas medidas de dispersão para cada propriedade.

Os resultados estão separados para casca e para casca e madeiras (cerne, alburno e integral). Após, apresentaram-se as correlações de maior importância.

Casca

Os resultados obtidos para as determinações executadas na casca do Eucalyptus saligna constam no Quadro 1.

Casca e madeiras

No Quadro 2 estão apresentados os resultados obtidos para algumas das análises da casca e as características das madeiras de cerne, alburno e madeira integral.

Correlações simples de importância para a casca

Foram consideradas como de valor, apenas as seguintes correlações entre as características da casca:

- a) Densidade básica da casca x umidade ao abate, base úmida

$$D_{b \text{ casca}} = 0,85055 - 0,0079384 \%U_{\mu}$$

$$r = - 0,75$$

- b) Umidade ao abate, base úmida x densidade básica

$$\%U_{\mu} = 91,46807 - 70,04215 D_{b \text{ casca}}$$

$$r = - 0,75$$

- c) Umidade ao abate e umidade no máximo teor de umidade, bases úmidas

$$\%U_{\mu} = 10,57636 + 0,82125 \% \text{UMTU}_{\mu}$$

$$r = + 0,74$$

Em todos os três casos, o nível de significância do r era de 0,05%.

Importante salientar a estreita correlação existente entre as umidades da casca, expressas em suas mais diversas formas ($P < 0,0005$) e, principalmente, a correlação entre umidade da casca ao abate e densidade básica da casca.

Quadro 1: Características físicas da casca

Propriedades	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média	Valor máximo	Valor mínimo	Amplitude
- Densidade básica (Db), g/cm ³	0,280	0,0184	0,0021	0,340	0,241	0,099
- Teor de umidade da casca ao abate						
- base úmida (% U _μ)	71,84	1,7255	0,1992	75,85	66,63	9,22
- base seca (% Us)	256,38	21,5890	2,4929	314,11	199,68	114,43
- Teor de umidade da casca ao máximo teor de umidade						
- base úmida (% UMTU _μ)	74,59	1,5574	0,1798	78,06	69,93	8,13
- base seca (% UMTUs)	295,21	23,9061	2,7605	355,86	257,05	98,81

Quadro 2: Características físicas das madeiras e casca

Propriedades	Média	Desvio padrão	Erro padrão da média	Valor máximo	Valor mínimo	Amplitude
<u>Casca</u>						
- % Umidade no abate, base úmida	71,84	1,7255	0,1992	75,85	66,63	9,22
- % Umidade no máximo teor de umidade, base úmida	74,59	1,5574	0,1798	78,06	69,93	8,13
- Densidade básica, (g/cm ³)	0,280	0,0184	0,0021	0,340	0,241	0,099
<u>Cerne</u>						
- % Umidade no abate, base úmida	55,10	3,1172	0,3599	62,16	47,96	14,20
- % Umidade no máximo teor de umidade, base úmida	61,10	2,5203	0,2910	65,90	54,78	11,12
- Densidade básica, (g/cm ³)	0,452	0,0366	0,0042	0,584	0,385	0,199
<u>Alburno</u>						
- % Umidade no abate, base úmida	52,55	3,3275	0,3842	59,36	44,69	14,67
- % Umidade no máximo teor de umidade, base úmida	55,36	3,2743	0,3781	62,19	48,03	14,16
- Densidade básica, (g/cm ³)	0,530	0,0451	0,0052	0,631	0,436	0,195
<u>Madeira integral</u>						
- % Umidade no abate, base úmida	53,63	3,0879	0,3566	60,13	47,49	12,64
- % Umidade no máximo teor de umidade, base úmida	58,59	2,8648	0,3308	64,08	50,71	13,37
- Densidade básica, (g/cm ³)	0,486	0,0394	0,0046	0,594	0,410	0,184

A umidade da casca correlacionou-se ainda positivamente com a umidade da madeira integral ($r = + 0,47$), indicando que a umidade total da árvore varia da mesma maneira para os seus componentes.

Correlações simples de importância para a madeira de cerne

A umidade, base úmida, da madeira de cerne, no abate, mostrou as seguintes correlações significativas ($P < 0,0005$):

- % umidade do cerne, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,59)
- % umidade do alburno, base úmida, ao abate (+ 0,60)
- % umidade do alburno, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,56)
- % umidade da madeira integral, base úmida, ao abate (+ 0,69)
- % umidade da madeira integral, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,60)
- densidade básica do cerne (- 0,58)
- densidade básica do alburno (- 0,56)
- densidade básica da madeira integral (- 0,60).

Por outro lado, a densidade básica do cerne relacionou-se significativamente ($P < 0,0005$) com:

- % umidade do cerne, base úmida, ao abate (- 0,58)
- % umidade do cerne, base úmida, no máximo teor de umidade (- 0,99)
- % umidade do alburno, base úmida, ao abate (- 0,86)
- % umidade do alburno, base úmida, no máximo teor de umidade (- 0,87)
- % umidade da madeira integral, base úmida, ao abate (- 0,87)
- % umidade da madeira integral, base úmida, no máximo teor de umidade (- 0,96)
- densidade básica do alburno (+ 0,87)
- densidade básica da madeira integral (+ 0,96)

Correlações simples de importância para a madeira de alburno

A umidade, base úmida, da madeira de alburno, ao abate, mostrou os seguintes tipos de correlações significativas ($P < 0,0005$):

- % umidade do alburno, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,94)
- % umidade da casca, base úmida, ao abate (+ 0,40)
- % umidade do cerne, base úmida, ao abate (+ 0,60)
- % umidade do cerne, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,86)
- % umidade da madeira integral, base úmida, ao abate (+ 0,92)
- % umidade da madeira integral, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,92)
- densidade básica do cerne (- 0,86)
- densidade básica do alburno (- 0,94)
- densidade básica da madeira integral (- 0,92)

Por outro lado, a densidade básica do alburno, apresentou correlações significativas ($P < 0,0005$) com os seguintes parâmetros:

- % umidade do cerne, base úmida, ao abate (- 0,56)
- % umidade do cerne, base úmida, ao máximo teor de umidade (- 0,89)

- % umidade do alburno, base úmida, ao abate (- 0,94)
- % umidade do alburno, base úmida, ao máximo teor de umidade (- 1,00)
- % umidade da madeira integral, base úmida, ao abate (- 0,86)
- % umidade da madeira integral, base úmida, no máximo teor de umidade (- 0,96)
- densidade básica do cerne (+ 0,87)
- densidade básica da madeira integral (+ 0,96)

Correlações simples de importância para a madeira integral

A umidade, base úmida, da madeira integral (cerne + alburno), ao abate, mostrou correlações significativas ($P < 0,0005$), com os seguintes parâmetros:

- % umidade da casca, base úmida, ao abate (+ 0,46)
- % umidade do cerne, base úmida, ao abate (+ 0,69)
- % umidade do cerne, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,88)
- % umidade do alburno, base úmida, ao abate (+ 0,92)
- % umidade do alburno, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,88)
- % umidade da madeira integral, base úmida, no máximo teor de umidade (+ 0,90)
- densidade básica do cerne (- 0,87)
- densidade básica do alburno (- 0,88)
- densidade básica da madeira integral (- 0,90)

Por outro lado, a densidade básica da madeira integral mostrou correlações significativas ($P < 0,0005$) com:

- % umidade do cerne, base úmida, ao abate (- 0,59)
- % umidade do cerne, base úmida, no máximo teor de umidade (- 0,97)
- % umidade do alburno, base úmida, ao abate (- 0,92)
- % umidade do alburno, base úmida, no máximo teor de umidade (- 0,96)
- % umidade da madeira integral, base úmida, ao abate (- 0,90)
- % umidade da madeira integral, base úmida, no máximo teor de umidade (- 1,00)
- densidade básica do cerne (+ 0,96)
- densidade básica do alburno (+ 0,96)

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Umidade ao abate ou ao máximo teor de umidade da madeira são duas propriedades que a lógica manda que se correlacionem negativamente com a densidade básica da madeira. É óbvio que, dispondo-se de uma madeira mais densa, para um mesmo volume verde de madeira, mais espaços serão ocupados por sólidos e sobrarão menos vazios para serem preenchidos por água.

A pesquisa realizada com madeira e casca de *Eucalyptus saligna* revelou claramente esse princípio. A casca, menos densa (0,280 g/cm³) que a madeira integral (0,486 g/cm³) possuía maior conteúdo de umidade. Da mesma forma, a madeira de alburno, mais densa que a de cerne, continha menos água que esta.

Pode parecer estranho àqueles que não se dedicam a avaliar qualidade de madeira de eucalipto, o fato do cerne ter-se mostrado menos denso que o alburno. Entretanto, esse fato é comum para as espécies comerciais de eucalipto, exploradas em idades

jovens (5 a 9 anos), visto que o cerne ainda é imaturo, com pouca deposição de extrativos. Nessa idade, o alburno já se constituiu em madeira formada por uma árvore mais adulta, daí sua característica diferente em relação ao cerne.

Frente ao fato da madeira de alburno apresentar-se, em inúmeros casos, mais densa que o cerne, nas idades jovens do eucalipto, é importante que o fenômeno seja conhecido e explorado por aqueles que se utilizam da madeira para fins tecnológicos. É evidente que, se o objetivo for madeira mais densa, deve-se explorar o povoamento quando houver maior proporção relativa de alburno adulto e/ou quando o cerne passar a mostrar evolução em sua densidade básica. Conforme se pode notar pelos dados, a densidade básica da madeira integral é dependente igualmente da densidade do cerne como do alburno ($r = + 0,96$ para ambos os casos). Os resultados indicaram também que as árvores de madeira mais densa possuíam concomitantemente madeiras de cerne e alburno mais densas. Da mesma forma, os resultados indicaram que as árvores com madeiras mais úmidas no momento do abate tinham maior teor de umidade em todos seus constituintes (cerne, alburno e casca). Como consequência, pode-se considerar que as árvores mostram homogeneidade no acréscimo/decréscimo destas duas importantes características (umidade e densidade) para todos seus componentes.

Quando se compararam os modelos de variação de umidade ao abate, umidade no máximo teor de umidade e densidade básica tanto para cerne, alburno e madeira integral, alcançou-se uma importante revelação: a densidade básica da madeira correlaciona-se significativamente e fortemente com a umidade da madeira ao abate ou ao máximo teor de umidade. Que a densidade básica se correlacione com a umidade ao máximo teor de umidade, esse já é um fato provado matemática e teoricamente. Entretanto, a vantagem revelada é que a umidade ao abate, tanto para cerne, alburno ou madeira integral, relaciona-se estreitamente com a umidade no máximo teor de umidade desses tipos de madeiras. Com isso, obtve-se correlação significativa a um nível tão baixo quanto $\alpha = 0,0005$ entre umidade ao abate e densidade básica da madeira.

Algumas equações de importância relacionando essas características estão mostradas a seguir:

a) umidade ao máximo teor de umidade x umidade ao abate para a madeira integral

$$\% \text{UMTU}_{\mu} = 13,68426 + 0,83729 \%U_{\mu}$$

$$r = + 0,90$$

b) densidade básica da madeira integral x umidade ao abate da madeira integral

$$Db = 1,10342 - 0,0115197 \%U_{\mu}$$

$$r = - 0,90$$

c) densidade básica da madeira integral x umidade ao abate da madeira de cerne

$$Db_{mi} = 0,75241 - 0,0048068 \%U_{\mu c}$$

$$r = - 0,60$$

d) densidade básica da madeira integral x umidade ao abate da madeira de alburno

$$Db_{mi} = 1,05863 - 0,010904 \%U_{\mu a}$$

$$r = - 0,92$$

e) densidade básica da madeira integral x densidade básica do cerne

$$Db_{mi} = 0,017872 + 1,03589 Db_c$$

$$r = 0,96$$

f) densidade básica da madeira integral x densidade básica do alburno

$$Db_{mi} = 0,041599 + 0,83777 Db_a$$

$$r = 0,96$$

CONCLUSÕES

Com base nas informações colhidas ao longo dessa pesquisa pode-se concluir que:

- Árvores jovens de *Eucalyptus saligna* podem apresentar a densidade básica da madeira do cerne inferior à do alburno. Essa propriedade é importante ser conhecida para melhor uso dessa madeira, principalmente para serraria.
- A densidade básica da madeira pode ser estimada pela determinação do teor de umidade da madeira da árvore viva ("umidade ao abate"), frente à altíssima significância obtida quando se correlacionou essas características. É mesmo possível se estimar a densidade básica da madeira integral, determinando-se apenas o teor de umidade da amostra da madeira de alburno. Resta descobrir se o fenômeno é válido para outras espécies/idades de eucalipto ou para outras estações do ano.

As vantagens da aplicação desta técnica no campo são inúmeras. Com um simples teste de determinação de umidade "in locu", torna-se possível estimar a densidade básica de uma árvore. Lembrar que as modernas técnicas de determinação de umidade utilizando-se de medidores simples baseados em resistência elétrica (HARRISON, 1969; KYTE, 1972) ou em micro-ondas (BILBROUGH, 1972) estão-se tornando cada vez mais precisas e populares.

BIBLIOGRAFIA

BILBROUGH, J. Moisture content determination - Indirect microwave methods. Timberlab Papers nº 24 - 1970, Princes Risborough Laboratory, p. 9 - 19, 1972.

FOELKEL, C.E.B.; MILANEZ, A.F. & BUSNARDO, C.A.. Método do máximo teor de umidade aplicado à determinação da densidade básica da madeira do eucalipto. 4º Congresso Florestal Brasileiro. Entregue para publicação, 1982.

HARRISON, J.W. Methods of determining the moisture content of wood. Forestry Commission of New South Wales, Technical Publication nº 13, 17 p., 1969.

KYTE, C.T.. Resistance type moisture meters. Timberlab Papers nº 24 - 1970, Princes Risborough Laboratory, p.5 - 7, 1972.

Aspectos da Resinagem e Escala Comercial, em Povoamentos de *Pinus caribaea* MORELET VAR. *hondurensis*, no Horto Florestal Buriti, Monte Carmelo — Minas Gerais

LUIZ ROBERTO CAPITANI
GERALDO ÉRICO SPELTZ
LICURGO RAFAEL FARINI
WILSON OLIVEIRA CAMPOS
Reflorestadora Sacramento "RESA" Ltda.

I - INTRODUÇÃO

A Reflorestadora Sacramento Resa Ltda e Buriti Resa Madeireira e Reflorestadora Ltda detentoras de um patrimônio com 90.000 ha plantadas de *Pinus tropicalis*, entre os quais se destacam o *Pinus occarpa* e o *Pinus caribaea* v. *hondurensis*, procuraram a partir de 1978 iniciar pesquisas de resinagem em suas áreas visando a indispensável orientação técnica e econômica sobre esta operação buscando com isto mais uma fonte alternativa para uma integração florestal mais ampla.

Os primeiros resultados encontrados na região de Sacramento MG mostrou que o *Pinus caribaea* v. *bahamensis*, foi superior na produção de resina comparando-se com mais três espécies pesquisadas (3).

Já para outra região florestal no município de Estrela do Sul-MG o *Pinus caribaea* v. *hondurensis*, revelou em um ensaio de campo ser o mais produtivo em resina (262 gr/erv/coleta), aos 92 meses de idade para um diâmetro médio de 22 cm; quando em confronto com o *Pinus kesiyi* e *Pinus occarpa*, aos 84 e 95 meses de idade respectivamente.

Em posse dos resultados satisfatórios encontrados para o *Pinus caribaea* v. *hondurensis* a empresa resolveu instalar na região de Estrela do Sul MG um projeto piloto de resinagem em cinquenta mil árvores na espécie acima.

Procuraremos neste trabalho relatar algumas informações técnicas parciais sobre os primeiros resultados obtidos no projeto uma vez que achamos que seria de interesse para toda comunidade florestal e para a nação e também por tratar-se, acreditamos da primeira experiência num módulo comercial para o *Pinus tropical* no cerrado.

II - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo dados recentes, o Brasil produz a cada ano apenas 3 mil toneladas de resina importando no mesmo período 40 mil toneladas. Da resina se extrai por destilação em média 75% de Breu e 15% de Terebentina restando cerca de 10% de impurezas e resíduos. O Breu é usado e empregado para fabricação de cola de papel, tintas de pintura, impressão e adesivos, vernizes, emulsificador para fabricação de borrecha sintética, goma de mascar, sabão etc. Já a Terebentina é empregada na fabricação de solventes de tintas aromatizantes e matéria prima de indústrias químicas e Farmacêutica (Alfa e Beta Pineno), para o óleo de pinho, solventes, ingredientes para graxa, aromas e perfumes sintéticos.

Segundo dados da Harima do Parana Ind. Químicas Ltda (1978)

o Brasil tem excelentes condições para processar a resina em grande escala, industrializar e produzir com custo menor que outros países. Possui ainda todos os requisitos essenciais, para competir pela qualidade e quantidade no mercado internacional de resina fornecendo todo o mercado nacional e exportar o saldo. Segundo esta empresa se o Brasil aproveitar 50% dos recursos de *Pinus* poderia fornecer totalmente o mercado nacional e ainda cerca de 140.000 Tons. de Breu para exportar em 1986.

Segundo Gurgel (1975), dois modelos ou dois sistemas de resinagem identificam-se ou seja: Resinagem à Vida e à Morte. Resinagem à Vida, conforme modelo Europeu consiste em efetuar a exploração da resina sob faixas consecutivas ou painéis relativamente estreitos (3 cm de largura), que definem a cada período prescrito independentemente da previsão do corte ou abate das árvores, no geral porém ligada à idade e proporções individuais dendrométricas. Já a Resinagem à Morte, segundo sistema Americano vigente no Brasil recebe tal denominação não porque necessariamente leve ou conduza a planta à morte mas tão somente porque é desenvolvida sob um período cronológico pré determinado findo o qual a planta é cortada abatida ou eliminada. Normalmente, nesta diagramação a face de resinagem é larga igual ao próprio diâmetro - DAP, podendo ser sob face simples ou dupla.

Gurgel Et Allii (1978), estudaram a resinagem em povoamentos estagnados e não estagnados (desbaste recente) de *Pinus elliotii* v. *elliottii*, visando detectar a influência do crescimento em função do lesionamento causado pela estria e pelo número de faces de resinagem em um período de dois anos com 36 estrias sendo as faces de resinagem igual a 100% do DAP concluíram:

1 - Que não houve diferença estatística significativa entre as médias de altura e nem entre os incrementos e no diâmetro para os tratamentos: testemunha, 1 face de resinagem e 2 faces nos dois anos e nos dois povoamentos.

2 - Para o povoamento estagnado, em ambos os períodos a produção de resina nos tratamentos de 1 e 2 faces, ocorreu diferença significativa ao nível de 1% ou seja o tratamento com 2 faces sobrepujou em 70% o tratamento com 1 face. O mesmo ocorreu no povoamento não estagnado no primeiro período, sendo que no segundo período a diferença foi detectada pelo Teste de Tukey à nível de 5%, e este produção superou em somente 49%.

Segundo Kronka (1976), relata que há evidentemente relação entre o tamanho das copas e a altura total das árvores, vindo de encontro com a afirmação de BERZAGHI, "árvores vigorosas cujas copas ocupam 50% ou mais da altura total, não só produzem os mais altos volumes mas mantêm este alto nível de produção por vários anos". O autor afirma que deve-se praticar a resinagem em árvores cujo DAP corresponda a 8 ou 9 polegadas não devendo-se esquecer que a maior produção se verifica quando as faces trabalhadas apresentam largura igual ao diâmetro da árvore. Afirma que a resinagem provoca perda de crescimento anual de 25%. Em árvores com 35,5 cm pode-se trabalhar com duas faces deixando entre elas duas faixas de 10 cm de largura não implicando com isto a dobrar a produção e sim em 70%.

Em um trabalho sobre "Resinagem Florestal do *Pinus Insigne* Chileno" elaborado pela divisão operacional do Instituto Florestal do Chile

este órgão relata que existem diversas opiniões adversas no sentido de que a resinagem afeta o crescimento das árvores, mancha a madeira e aumenta o perigo de incêndios florestais. O Serviço Florestal dos EUA na Georgia indica que estatisticamente durante 30 anos não houve diferença no índice de frequência dos incêndios com a atividade da resinagem.

Em relação à perda de crescimento da árvore, foi comprovado que a resina não é o sangue da árvore e portanto não conduz nutrientes dentro dela, e que sua produção é um mecanismo de defesa dentro da árvore. Portanto se executando uma ferida dentro dos limites de tolerância o dano produzido é pequeno e seu efeito na vitalidade é mínimo. Os autores relatam que todas as técnicas de resinagem que são usadas atualmente não cortam ou ocupam mais que 1/3 da circunferência da árvore. A área esta que tem demonstrado não produzir efeito no crescimento. Quanto a mancha da madeira devido ao ácido sulfúrico este é um ataque somente superficial nas primeiras camadas de fibras, não afetando a árvore e em caso de serrar esta madeira, esta acaba saindo costaneiras.

Segundo Capitani Et Allii (1980), analisando a potencialidade da resinagem em quatro espécies de Pinus tropicais, na região de Sacramento MG, concluíram que a produção de resina foi maior para a espécie, Pinus caribaea v. bahamensis. A análise química mostrou que Pinus caribaea v. hondurensis, apresentou melhor rendimento em breu e qualidade WG e o maior teor de alfa pêneno quando da análise da terebentina. Quanto a terebentina o Pinus elliotii v. densa apresentou o melhor rendimento e também mostrou altos teores de alfa e beta pineno. Esta espécie apresentou também qualidade do breu extra-classes (X).

Assumpção (1973), determinou a qualidade da goma resina de Pinus patula, Pinus caribaea, Pinus occarpa, Pinus insularis e Pinus elliotii, em Agudos SP através da análise química de breu e terebentina e concluiu que a goma resina de Pinus elliotii e Pinus caribaea são aquelas que produzem derivados com qualidade razoável para uma exploração comercial. Os dados obtidos por esta autora foram iguais aos que Sandermann obteve em Hamburgo com cinco espécies de Pinus.

Segundo Migliorini Et Allii (1980), analisando a qualidade da resina de Pinus implantados no estado de Minas Gerais, concluíram que os maiores teores de breu obtidos foram em ordem decrescente para o Pinus patula, Pinus caribaea v. hondurensis, Pinus caribaea v. caribaea, Pinus caribaea v. bahamensis, Pinus kesiya e Pinus elliotii. Os teores em terebentina aumentaram na mesma ordem. A quantidade do breu foi superior para o Pinus caribaea v. bahamensis e Pinus caribaea v. hondurensis.

II - EDCOLLAS DAS ARVORES E METODOLOGIA

Para o projeto piloto escolheu-se quatro talhões no 1º projeto de Reflorestamento do H.F. Buriti plantados com a espécie Pinus caribaea v. hondurensis no espaçamento 2,8 x 2,5 m. Esta área de 03 ha. foi plantada em 01/73 e quando o projeto de resinagem foi instalado 09/81 as árvores já haviam sido desramadas.

Portanto quando se iniciou as estrias para resinagem o talhão estava com 105 meses de idade e não havia sido feito o primeiro desbaste.

Com o intuito de diminuir os custos e os investimentos iniciais com o material tradicional de resinagem (calha vertical e horizontal para 2 cabeças, recipientes de coleta plástico ou chapa galvanizada, etc.) optou-se em se utilizar sacos plásticos, para a coleta de resina nas dimensões de 26 x 23 x 0,10 cm; e visando substituir as calhas pregadas com pregos de duas cabeças utilizou-se uma calha na dimensão de 16 cm de comprimento em forma de meia lua utilizando-se o fugo de chapa galvanizada que foram cortadas por uma matriz.

Esta calha foi aplicada à árvore através de um batador de calha também em forma de meia lua.

A escolha das árvores resinadas foi realizada de duas formas e saíram:

a) - Árvores situadas na(s) 9 linha(s) do(s) talhão(s) onde todas as árvores com exceção das mais finas (DAP < 12 cm), foram resina-

das colocando-se duas calhas na forma de V, com auxílio de um batador de calha reto.

b) - Árvores situadas entre a 1ª e 8ª linhas, onde foram utilizadas dois critérios de escolha ou seja, árvores com diâmetro médio (DAP) em torno de 24 cm e maior que esta, foram colocadas duas calhas na forma de V com auxílio de um batador de calha e nas outras árvores foram colocadas somente uma calha.

Ou seja as árvores que estão situadas na 9 linha deverão em p.f. serem cortadas através de desbaste sistemático visando a retirada da madeira do talhão. Nestas árvores procurou-se então fazer uma largura de estria maior visando-se obter uma maior produção de resina.

O mesmo procedeu-se com as árvores mais grossas do restante do povoamento situados entre as linhas de corte sistemático. Deve-se ressaltar que apesar de se utilizar duas calhas na forma de V, a largura das estrias não atingiu a 1/3 da circunferência das árvores. O mesmo se procede para as árvores somente com uma calha.

Quanto as árvores situadas entre as linhas de desbaste sistemático, foram escolhidos de forma que elas possam continuar a produzir resina por mais 3 a 4 anos uma vez que não deverão cair no primeiro desbaste seletivo, reduzindo-se assim o custo de novas instalações.

Para uma visualização melhor das características das árvores escolhidas montou-se o quadro abaixo:

QUADRO I: Características do povoamento nas árvores situadas fora da 9ª linha.

Árvores Resinadas	45%
Árvores não resinadas	55%
% Árvores resinadas com uma (01) calha	90%
% Árvores resinadas com duas (02) calhas	10%
Largura das estrias (cm)	17,22
Comprimento das estrias (cm)	41,20 * 11 corte ou 4 coleta
Diâmetro máximo (cm)	26,73
(DAP) Médio (cm)	19,22
Mínimo (cm)	15,50

* As árvores com duas calhas apresentavam diâmetro médio de (DAP) de 24,15 cm e largura do corte da estria de 19,63 cm.

IV - RENDIMENTOS NA OPERAÇÃO

Os rendimentos até então alcançados estão se situando nas seguintes faixas:

OPERAÇÃO	RENDIMENTO
Limpeza painel até + 1,0 m	350 Arv/D/H
Confecção dos recipientes	320 Sar/D/H
Instalação das calhas	1.500 Arv/D/H
Instalação saco plástico	1.300 Arv/D/H
Corte estria	1.800 Arv/D/H
Aplicação ácido	1.800 Arv/D/H
Coleta da resina	600 Arv/D/H

* Os rendimentos apresentados são possíveis de serem alterados uma vez que trata-se de uma nova atividade em uma região onde os operários nunca trabalham com esta operação.

Para o módulo de 50.000 árvores o número médio de pessoas trabalhando nas diversas operações até o presente momento situou-se em torno de dez devendo diminuir até o final do primeiro ciclo.

V - PRODUÇÃO DE RESINA

Para o presente módulo ou seja árvores com quase 9 anos de idade sem desbaste e com diâmetro médio resinado de 19 cm e largura da face de exploração com 17 cm as produções para um período de coleta de 40 dias e corte das estrias a cada 20 dias foram:

COLETA	PRODUÇÃO
(Nº)	(gr./Arv./Coleta)
1ª	149,5
2ª	159,5
3ª	182,5
4ª	190,5
MÉDIA	170,5

Ou seja obteve-se para as primeiras quatro coletas 4,26 gr/Arvore/ dia, utilizando-se pasta acida comprada da Harima do Paraná Industria Quimica Ltda. Nota-se que está havendo um aumento de produção a medida que vai se caminhando na operação de resinagem fato este já comprovado com o início da 5ª coleta.

Ressaltamos, que foram feitas neste modulo 164 arvores em linha continua, com resinagem em duas faces a título de experiência e as produções obtidas foram:

COLETA	PRODUÇÃO
(Nº)	(gr./Arv./Coleta)
1ª	186
2ª	256
3ª	274
4ª	293
MÉDIA	252,2

Podemos notar então que a produção foi aumentada em 48% quando se passou de uma face de exploração para duas faces mostrando com isto que poderá se fazer no futuro esta operação nas arvores que forem sair para desbaste principalmente nas linhas de corte sistematico.

VI - QUALIDADE QUIMICA DA RESINA

A resina obtida no presente modulo foi analisada no Instituto de Pesquisas Tecnologicas - IPT - SP e mostrou os seguintes resultados e características:

QUADRO II

Composição relativa resina	% em massa
Colofonia	86
Terebentina	10
Água e Impurezas	4

QUADRO III - Características Físico Químicas da Colofonia

Cinza	0,02%
Ferro (Fe)	2,8 ppm
Ponto de amolecimento	78 ° C
Ponto de Fusão	69 ° C
Nº de saponificação	171
Cor - Escala Gardene	5
Classificação da Colofonia pela cor	W.W - Branca Agua

QUADRO IV - Análise da Terebentina (%)	
Alfa Pineno + Careno	73,4%
Beta Pineno	5,1%
Longifoleno	1,6%
Alivalizol	2,3%
Beta Felandreno	14,0%
Mirceno	1,8%
Não identificados	1,8%

VII - BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- 1) - ASSUNÇÃO R.M.V. (1973 - Qualidade de algumas resinas de Pinus sp - I.P.T. - SP
- 2) - BRITO J.C. BANICHELO L.E.G. E TREVISAN, J.F. - Condições Climáticas e suas influências sobre a produção de resina em pinheiros tropicais I.P.E.F. Piracicaba (16) 37.45 junho 1978.
- 3) - CAPITANI L.R, SPETZ G.E. , BRITO J.O. , BANICHELO L.E.G (1980) - A potencialidade de resinagem de quatro espécies de Pinus tropicais na região de Sacramento MG circular tecnica I.P.E.F. nº 130 agosto 1980 Piracicaba.
- 4) - DIVISION OPERACIONES DEL INSTITUTO FLORESTAL (1981). Resinacion Florestal Del Pino Insigne Chileno-Suplemento Chile Florestal- Outubro de 1981.
- 5) - GURGEL, O.A. (1975) - Regulamentação da resinagem e ordenamento florestal - Brasil Florestal - 6(24) - 1975.
- 6) - GURGEL, O.A. (1976) - Curso de atualização Florestal Instituto Florestal nº 8 vol. - 3 edição - julho 1976.
- 7) - GURGEL, O.A. ET ALLII (1978) - Fatores que influem na resinagem de Pinus - circular tecnica I.P.E.F. nº 37 Piracicaba.
- 8) - HARIMA (1978) - Potencialidade e perspectivas do mercado de resina de Pinus - circular tecnica I.P.E.F. nº 41.
- 9) - MINORUH, (1981) - Perspectivas da resinagem no Brasil Reportagem.
- 10) - POLESI, A. - Resinagem é hoje um bom negocio - Reportagem.

Produção e Uso de Pasta Ácida nos Trabalhos de Resinagem na Fazenda Monte Alegre

DILUR ARAÚJO CARNEIRO
Klabin do Paraná Agro-Florestal S.A.

Summary

The author claim to show good results using acid paste instead sulfuric acid to stimulate resin exudation in P.elliottii var. - elliottii, and gives acid paste formula.

Resumo

O presente trabalho consiste em encontrar um substituto para o uso do ácido sulfúrico em trabalhos de exploração de resina.

Trabalhos práticos de campo demonstraram a eficiência do uso da pasta ácida, cuja produção e uso na Fazenda Monte Alegre são descritos.

INTRODUÇÃO

Para os trabalhos de exploração de resina há necessidade do uso de ácido sulfúrico, impedindo que os canais resiníferos se fechem estimulando assim a exsudação da resina.

Todavia o manuseio, armazenagem, preparo e uso do ácido sulfúrico no campo traz uma série muito grande de riscos de acidentes.

Procurando sanar esse inconveniente, sem contudo prejudicar o rendimento da produção de resina, pela árvore, a KPAF efetuou uma série de estudos visando encontrar uma alternativa do emprego de ácido sulfúrico, diminuindo o risco de acidentes e mantendo ou melhorando o índice de produção.

Esse trabalho tem por objetivo dar informações sobre a alternativa encontrada, ou seja a produção e o uso de pasta ácida nos trabalhos de resinagem na Fazenda Monte Alegre.

MATERIAL E MÉTODO

Após serem estudados uma série de componentes para a constituição da pasta ácida, encontrou-se a seguinte fórmula, considerada ideal

10 litros H_2SO_4 40%

2,750 kg de pó de casca de amendoim

A opção pela casca de amendoim, além de ser ideal para o preparo da pasta, é de fácil aquisição e baixo custo.

O ácido sulfúrico já é adquirido na concentração de 40%, dispensando assim a operação da mistura de ácido sulfúrico 66° B \acute{e} com água, que é uma operação com elevado risco de acidentes.

Para se obter o pó da casca de amendoim são efetuadas as seguintes operações:

A) A casca de amendoim passa por um triturador de milho, D'Andrea tipo 2, com facas.

A casca de amendoim inicialmente é triturada pelas facas e passa por uma peneira de 3/8".

O produto dessa trituração é repassado no triturador, sendo que a peneira de 3/8" é substituída por uma tela de malha bem fina. Nessa operação a casca triturada deve ser colocada lentamente no alimentador do triturador para não ser rejeitada pela tela.

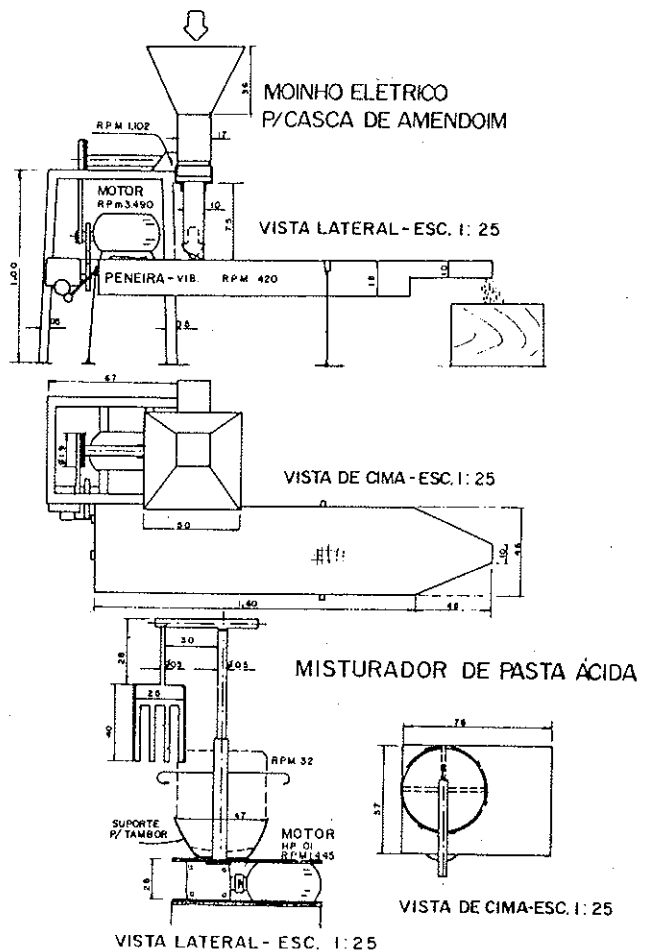
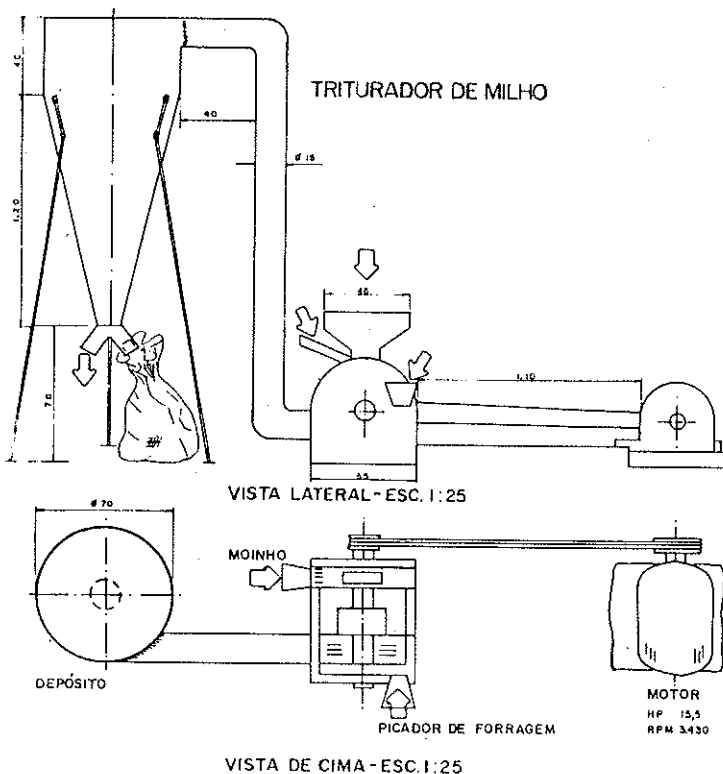
B) A casca completamente triturada passa em seguida por um moinho eletrônico, de fabricação própria, com pedras e com um conjunto de peneiras vibratórias, com tela de malha bem fina, que separa a casca triturada, que é descartada, do pó de casca de amendoim que vai ser usado no preparo da pasta.

PREPARO DA PASTA ÁCIDA

Estando com os componentes preparados, ou seja pó de casca de amendoim e o ácido sulfúrico 40%, procede-se ao preparo da pasta ácida propriamente dita, colocando-se 10 litros de ácido sulfúrico em um misturador mecânico e adicionando gradativamente 2,750 kg. de pó de casca de amendoim, misturando-o até se obter a consistência desejada para a constituição da pasta ácida.

A pasta ácida é em seguida acondicionada em bombonas de plástico resistentes, com capacidade de 40 a 70 kg. deixando-as em locais bastante arejados.

Para serem avaliados os resultados práticos do emprego da pasta ácida e a norma a ser adotada para uso da aplicação nos trabalhos de resinagem, efetuou-se uma análise experimental em um bloco, no talhão 053 B da C.F. BOA ESPERANÇA, com 5 tratamentos e 5 repetições (tabela 1).



OBS: MEDIDAS EM CM

FORMULAÇÕES DE ÁCIDO SULFÚRICO E PASTA ÁCIDA UTILIZADA NO EXPERIMENTO.

Tratamento	Média do nº Árv./parcela	Nº dias Intervalo aplicação	Valor médio do tratamento kg. resina/safra	Produção média por árvore - kg/árv./safra
Ácido sulfúrico 50%	31	14	55,32	1,784
Pasta ácida a 20%	29	21	40,67	1,402
Pasta ácida a 30%	31	21	49,22	1,587
Pasta ácida a 40%	30	21	53,08	1,769
Pasta ácida a 50%	29	21	48,93	1,687

A aplicação do ácido sulfúrico foi efetuada em intervalos de 14 em 14 dias, enquanto que a pasta ácida em intervalos de 21 em 21 dias, nesse experimento.

Todavia, em trabalhos práticos de campo, comprovou-se que o uso da pasta ácida 40%, aplicada em intervalos de 14 em 14 dias, aumentou sensivelmente a produção, nos trabalhos de resinagem conduzidos na G.F. MANDAÇAIA, com rendimentos médios de 2,570 kg/resina/árvore/safra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em face dos resultados obtidos (tabela 1) verifica-se que o uso do ácido sulfúrico a 50% embora naquela fase experimental tenha sido a melhor modalidade, não é significativo em relação a pasta ácida a 40%, que se

apresenta como a 2ª melhor opção, com valor muito próximo, aplicado em intervalos de 21 em 21 dias e com economia de ácido.

Todavia aplicando-a em trabalhos práticos de campo a pasta ácida 40% em intervalos de 14 em 14 dias (sempre logo após o feito da estria) na G.F. MANDAÇAIA, o resultado foi surpreendente, aumentando ainda mais a produção.

Esses resultados permitem definir que o uso da pasta ácida a 40% em intervalos de 14 em 14 dias, diminuiu sensivelmente os riscos de acidentes, é mais econômica, e influíu favoravelmente na produtividade.

Por tal motivo adotou-se na Fazenda Monte Alegre o uso da pasta ácida a 40%, de fácil manuseio, facilidade no transporte, maior economia e menor percentagem de ácido sulfúrico.

Ressalte-se ainda que o uso dessa pasta torna mais eficiente o controle das árvores que foram tratadas com ácido sulfúrico devido a coloração escura deixada pela mesma ao ser aplicada.

VI - CONCLUSÕES

Com base nos resultados e discussão pode-se concluir - que:

- A) O emprego da pasta ácida é mais segura, diminuindo o risco de acidentes do operador;

- B) Economiza mão de obra, dada a facilidade da aplicação;
- C) Diminui o consumo de ácido sulfúrico;
- D) É mais econômica;
- E) Aumenta a produção de resina;
- F) Facilidade do controle da aplicação.

AGRADECIMENTOS

Deixamos patenteados nossos agradecimentos à Direção - da Klabin do Paraná Agro-Florestal S/A., entendendo a necessidade da divulgação da produção de pasta ácida.

Ao Sr. Artur Oscar Bodstein, Gerente Florestal, pelas facilidades proporcionadas para tornar realidade o presente trabalho.

Ao Chefe do Departamento Agro-Florestal, Eng^o. Raul Mário Speltz, pela orientação técnica e o entusiasmo para a concretização desse trabalho.

A todos os demais funcionários da Gerência Florestal,

responsáveis pela execução desta ou daquela tarefa, que teve como objetivo a possibilidade da realização do presente trabalho.

LITERATURA CONSULTADA

Métodos de Moderna Resinagem - Ralph W. Clements.

Algunos Conceptos sobre la Fisiología de la resinacion - Dr. Gabriel Baldovinos de la Peña.

Importância del Estudio sobre la Composición Química de la resina de Pino - Dr. Nicolas T. Mirov.

Trabalhos de Arquivo da Seção Pesquisas - Klabin do Paraná Agro-Florestal S/A. Instruções de Segurança para o manuseio do Ácido Sulfúrico (H_2SO_4).

Resinacion Forestal del Pino Insigne Chileno - Chile Florestal - Suplemento (10/81).

Sulfuric Acid - Data sheet 325 - 1977 - National Safety Council - USA.

Usando pasta ácida - Uma nova técnica de produção de resina - T.A. Harrington

Influência do Alburno na Deterioração de Quatro Espécies de Eucalipto — Resultados após Um Ano

MESSIAS SOARES CAVALCANTE

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

RICARDO GAETA MONTAGNA

Instituto Florestal do Estado de São Paulo

SIDNEY MILANO

Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S.A.

ANTONIO CARLOS SCATENA SANATTO

Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Summary

Eucalyptus tereticornis, *E. citriodora*, *E. saligna* and *E. paniculata* fence posts with and without sapwood were exposed in three test plots in São Paulo State, Brazil. After one year there was fungal and termite attack in the sapwood of all *Eucalyptus* species but the heartwood wasn't affected. The main fungus isolated from the fence posts were *Picnoporus sanguineus*, *Trametes septium*, *Trametes rigida*, *Steccherinum* sp, *Dacriopanax* sp and *Dachnomyces* sp. The main termites were *Armitermes* sp, *Heterotermes* sp, *Termes* sp, *Neocapritermes* sp and *Nasutitermes* sp.

Resumo

Moirões de *Eucalyptus tereticornis*, *E. citriodora*, *E. saligna* e *E. paniculata* com e sem alburno foram soterrados verticalmente no solo até um terço dos seus comprimentos em três localidades do Estado de São Paulo. Após um ano observou-se que houve intensa infestação de fungos e cupins no alburno de todas as espécies de Eucalipto, mas o cerne, tanto da série com alburno como da série sem, não foi afetado. Os principais fungos coletados dos moirões com alburno foram *Picnoporus sanguineus*, *Trametes septium*, *Trametes rigida*, *Steccherinum* sp, *Dacriopanax* sp e *Dachnomyces* sp. Os principais cupins foram *Armitermes* sp, *Heterotermes* sp, *Termes* sp, *Neocapritermes* sp e *Nasutitermes* sp.

1. INTRODUÇÃO

Fato amplamente conhecido é que o cerne das madeiras apresenta maior durabilidade do que o alburno. Mesmo quando se trata de madeiras-de-lei é recomendada a remoção do alburno para que elas apresentem maior durabilidade. Quando a madeira é utilizada em contato com o solo o alburno, por ser mais susceptível à deterioração, permite a instalação de organismos xilófagos. Estes atacam o alburno e posteriormente invadem o cerne, deteriorando-o.

Nos últimos anos madeiras das diferentes espécies de eucalipto vêm sendo amplamente empregadas em contato com o solo. É desta forma oportuno um estudo para avaliar o efeito da presença do alburno na deterioração desta essência florestal. Foi com este objetivo que o Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo S/A e o Instituto Florestal da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo iniciaram um projeto cujos detalhes e resultados após um ano são ora apresentados.

2. MATERIAL E MÉTODO

2.1. Resumo do método

Moirões de eucalipto com e sem alburno foram soterrados verticalmente até um terço dos seus comprimentos em três localidades do Estado de São Paulo. Inspeções, a primeira após um ano e as outras bi-anuais, serão efetuadas para registro do estado de sanidade dos moirões.

2.2. Espécies de eucalipto

Estão sendo estudadas as seguintes espécies:

- *Eucalyptus tereticornis*
- *Eucalyptus citriodora*
- *Eucalyptus saligna*
- *Eucalyptus paniculata*

2.3. Dimensões dos moirões de eucalipto

Comprimento = 1,5 m

Diâmetro = 0,2 m a 0,3 m

2.4. Quantidade de moirões por espécie

10 repetições x 3 campos de apodrecimento x 2 tipos (com e sem alburno) = 60

2.5. Preparo de moirões

De cada espécie de eucalipto foram obtidos 60 moirões, 30 dos quais sofreram remoção mecânica do alburno.

2.6. Codificação dos moirões

Em cada moirão foi afixada uma chapinha de cobre contendo uma letra (T, C, S ou P) referente à espécie de eucalipto, a letra A, quando o moirão tinha o alburno, um número referente ao número da árvore e, finalmente, outro número referente à posição do moirão na árvore (numeração seqüencial da base para o topo). Exemplo:

C A 8 3 = *E. citriodora*, com alburno, árvore 8, posição 3 na árvore.

S 17 2 = *E. saligna*, sem alburno, árvore 17, posição 2 na árvore

2.7. Locais dos campos de apodrecimento

Os moirões foram instalados em três campos de apodrecimento citados abaixo, em áreas pertencentes ao Instituto Florestal, com as seguintes características edafoclimáticas, adaptadas de VENTURA et alii (1965/6):

Município	Dependência	Altitude (m)	tipo de solo	Tipos climáticos segundo Koppen
Campos do Jordão	Parque Estadual de Campos do Jordão	1630	LJ	Cfb
Praia Grande	Reserva Rio Branco - Cubatão	200	PH + R	Af
Luiz Antônio	Estação Experimental de Luiz Antônio	550	Lva	Cwa

2.8. Instalação de moirões

Em cada campo de apodrecimento foram instalados 20 moirões (10 alburno + cerne e 10 com apenas cerne), com umidade inferior a 30%. Cada moirão foi soterrado verticalmente até a profundidade de 0,5 m. A área de cada campo de apodrecimento foi dividida em 10 seções e de cada espécie um moirão com alburno + cerne e um só de cerne foi colocada em cada seção. A distância entre uma seção e outra foi de 1,5 m e, entre cada moirão dentro de uma seção foi de 0,75 m (Foto 1).

2.9. Inspeções

A primeira inspeção foi após um ano. A partir de então, a cada dois anos será efetuada nova inspeção.

O topo de cada moirão é levemente forçado pelo inspetor. Se não houver quebra, ele é removido do solo (Foto 2) e inspecionado quanto ao grau de sanidade, no que diz respeito a apodrecimento e ataque por insetos.

2.10. Critério de Avaliação

São atribuídas notas a cada estado de sanidade conforme a baixo:

Notas	Moirão com cerne + alburno	Moirão com apenas cerne
10	Nenhum ataque no cerne. Alburno parcial ou totalmente destruído	Nenhum ataque
9	Cerne com início de ataque. Alburno parcial ou totalmente destruído	Cerne com início de ataque
7	Cerne com ataque médio. Alburno parcial ou totalmente destruído	Cerne com ataque médio
4	Cerne com ataque profundo. Alburno parcial ou totalmente destruído	Cerne com ataque profundo
0	Quebra da peça	Quebra da peça

A vida média de cada espécie de eucalipto (alburno + cerne ou apenas cerne) será o tempo necessário para que 60 % dos moirões recebam nota 0.

3. RESULTADOS

Intenso desenvolvimento de fungos foi observado em moirões com alburno (Foto 3). Em vários moirões o alburno achava-se infestado tanto por fungos como por cupins (Foto 4). A infestação por fungos (Foto 5) e por cupins (Foto 6) era também intensa na parte soterrada dos moirões.

Não houve ataque no cerne de nenhum moirão, com ou sem alburno. Os cupins que se encontravam atacando o alburno dos moirões são listados na Tabela 1. Alguns cupins foram também encontrados na superfície de alguns moirões só de cerne, mas não foi observado ataque. Como amostra a Tabela 1, na Estação Experimental de Luiz Antônio foi onde havia maior variedade de tipos de cupins, atacando 61 % dos moirões. No Parque Estadual de Campos do Jordão havia um gênero de cupim atacando 39 % dos moirões e na Reserva Rio Branco - Cubatão, também um gênero atacando 9 % dos moirões.

Os fungos encontrados nos moirões expostos na Reserva Rio Branco - Cubatão acham-se listados na Tabela 2. Moirões de *E. citriodora* apresentaram maior variedade de corpos de frutificação de fungos.

4. CONCLUSÕES

Os resultados da inspeção realizada após um ano de exposição dos moirões nos três campos de apodrecimento ainda não permitem avaliar o efeito da presença de alburno na deterioração do cerne das espécies de eucalipto estudadas. Este objetivo de verá ser atingido com os resultados a serem obtidos nas próximas inspeções. Contudo, já foi possível concluir que:

4.1. O alburno dos moirões de *E. tereticornis*, *E. saligna*, *E. citriodora* e *E. paniculata*, apresentam intensa infestação por fungos e cupins quando expostos ao solo por um ano, mas o cerne não chega a ser afetado significativamente.

4.2. Quando há prévia remoção do alburno, os moirões não apresentam infestação significativa por fungos ou cupins quando expostos no solo por um ano.

4.3. A quantidade de tipos de cupins e sua intensidade de ataque varia de local para local. O maior número de gêneros de cupins e a maior quantidade de moirões infestados foram observados na Estação Experimental de Luiz Antônio. A menor quantidade de moirões infestados por cupins ocorreu na Reserva Rio Branco-Cubatão.

Tabela 1. GÊNEROS DE CUPINS INFESTANDO OS MOIRÕES DE EUCALIPTO

GÊNERO	Porcentagem de moirões infestados (total de 80 moirões por local)	DEPENDÊNCIAS
<i>Armitermes</i> sp <i>Heterotermes</i> sp <i>Termes</i> sp	61	Estação Experimental de Luiz Antônio
<i>Neocapritermes</i> sp	39	Parque Estadual de Campos do Jordão
<i>Nasutitermes</i> sp	9	Reserva Rio Branco - Cubatão



Foto 1 - Aspecto do campo de apodrecimento na Reserva de Rio Branco - Cubatão



Foto 2 - Método usado para remover o moirão

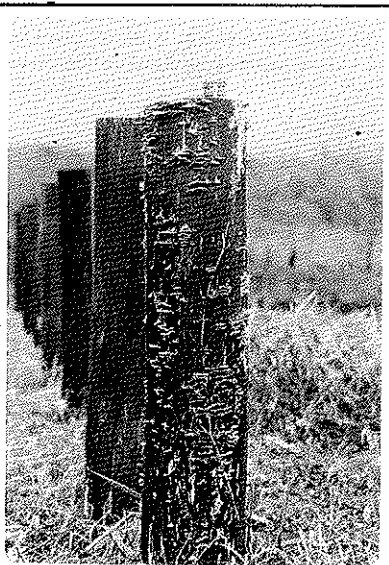


Foto 3 - *Eucalyptus tereticornis* com intensa proliferação de corpos de frutificação de fungos no alburno. Reserva de Rio Branco

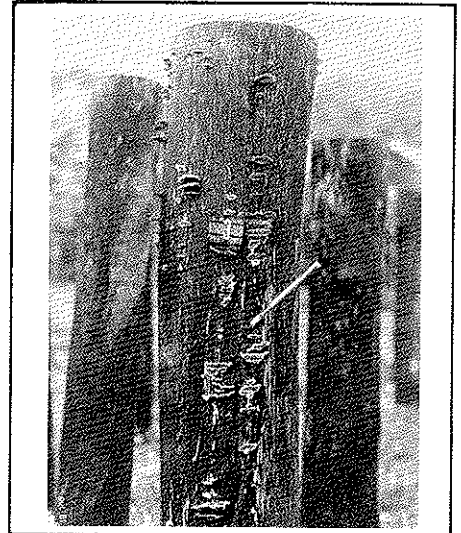


Foto 4 - *E. citriodora* infestado por fungos e cupins. Túnel de cupim-de-solo indicado por estilete - Reserva de Rio Branco - Cubatão



Foto 5 - Parte soterrada de *E. citriodora* com alburno infestado por fungos. Parque Estadual de Campos do Jordão

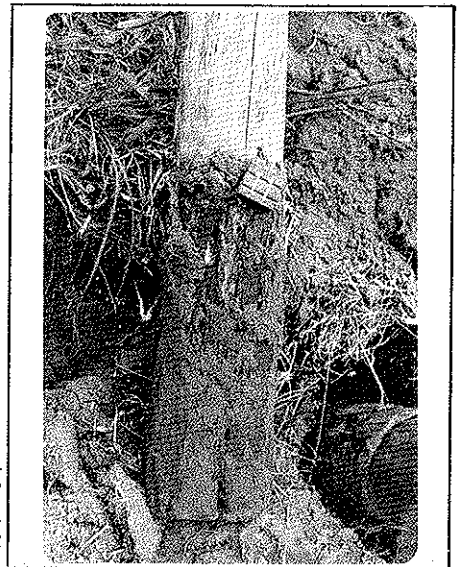


Foto 6 - Parte soterrada de *E. tereticornis* com alburno atacado por cupins. Parque Estadual de Campos do Jordão

Tabela 2. FUNGOS INFESTANDO OS MOIRÕES NA RESERVA DE RIO BRANCO - CUBATÃO

MOIRÕES INFESTADOS	FUNGOS
<i>E. citriodora</i>	<i>Picnoporus sanguineus</i> , <i>Trametes sepium</i> , <i>Steccherinum</i> sp, <i>Dactiopinax</i> sp e <i>Stereum</i> sp
<i>E. teneticornis</i>	<i>Trametes rigida</i> <i>Dacrymyces</i> sp

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos Biólogos Gonzalo Antônio Carbal-leira Lopez e Maria Dolores Garcia Cañedo dos Santos, ambos do I.P.T., pela ajuda na inspeção e pela identificação dos cupins, respectivamente.

6. REFERÊNCIAS

VENTURA, A. et alii (1965/66). Características edafo-climáticas das dependências do Serviços Florestal do Estado de São Paulo. *Silvicultura em São Paulo*, 4/5 (4):57-147.

Caracterização da Madeira e da Polpa Kraft do *Pinus caribaea* MOR. VAR. *hondurensis* BARR. E GOLF. com Rabo-de-Raposa

JORGE LUIZ COLODETTE
JOSÉ LÍVIO GOMIDE
RUBENS CHAVES DE OLIVEIRA
Dpto. de Engenharia Florestal – UFV

Summary

Normal and foxtail woods of *Pinus caribaea* var. *hondurensis* were analyzed for kraft pulp production. The tracheids from foxtail wood presented lower cell wall thickness, larger diameter and higher flexibility than those from normal wood. Chemically, the two woods were quite similar with the exception of hemicelluloses content which was a little higher for the foxtail wood. The basic density of those woods were similar. The foxtail wood was more susceptible to delignification and resulted in pulps with higher strength properties.

Resumo

Foram estudadas, em laboratório, as características tecnológicas da madeira e da polpa kraft do *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, analisando-se árvores normais e árvores com rabo-de-raposa. As características dimensionais mostraram que os traqueídeos da madeira rabo-de-raposa são mais flexíveis que os da madeira normal, por apresentarem menor espessura de parede e maior diâmetro do lúmen. Quimicamente, a madeira normal e a de rabo-de-raposa foram muito semelhantes, com exceção do teor de hemi celulosas que foi pouco maior para a madeira rabo-de-raposa. As densidades básicas dos dois tipos de madeira foram semelhantes. A polpa proveniente da madeira rabo-de-raposa apresentou maior facilidade de deslignificação e melhores propriedades de resistência, com destaque para o índice de rasgo.

1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda para celulose de fibra longa nos mercados nacional e internacional tem estimulado cada vez mais o reflorestamento com espécies do gênero *Pinus*.

Dentro do gênero *Pinus*, destacam-se as espécies tropicais, sendo o *Pinus caribaea* uma das mais importantes, em virtude de se desenvolver bem desde o nível do mar até 1000 m de altitude (5). Das três variedades de *Pinus caribaea*, a variedade *hondurensis* é a que tem apresentado melhor desenvolvimento no Brasil. Existem plantios dessa variedade no Estado de São Paulo que apresentam incremento volumétrico médio de 28 m³ de madeira sem casca, por hectare/ano (6). É uma das variedades mais cultivadas no País. Potencialmente, pode ser plantada desde o Norte do Paraná até a Amazônia (5).

Essa variedade apresenta, em alguns locais, taxa de crescimento maior que em sua região de origem e o tipo de madeira produzida difere marcadamente, com reflexos em suas características intrínsecas e características de utilização (2). Em alguns locais verifica-se, também, grande incidência de árvores com um desenvolvimento anormal, causado pela deficiência em lançar gemas laterais que, na árvore normal, após crescimento, formariam galhos. Este fenômeno é comumente denominado rabo-de-raposa ("foxtail") (7). Essa anomalia pode exceder a 35% das árvores em alguns povoamentos (8).

Há uma tendência crescente para utilização do material do primeiro desbaste das plantações de *Pinus* nas indústrias de celulose. Esse material, em plantações de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, contém, geralmente, alta proporção de árvores com rabo-de-raposa, uma vez que estas são preferencialmente eliminadas por serem susceptíveis à quebra, pela ação do vento.

Embora a qualidade da madeira rabo-de-raposa seja muito discutida, pouco se sabe sobre suas características, especialmente para produção de celulose. Estudos mais detalhados sobre sua potencialidade para produção de celulose precisam ser realizados, visando dar suporte para um aproveitamento mais racional e econômico do material do primeiro desbaste que virtualmente é perdido.

O objetivo deste trabalho foi, portanto, caracterizar a madeira e a celulose kraft do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com rabo-de-raposa.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foi utilizado o *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, com treze anos de idade, obtido de plantação experimental localizada em Viçosa, Minas Gerais. Foram coletadas, ao acaso, no mesmo povoamento, duas árvores normais e duas com rabo-de-raposa. As árvores normais foram abatidas e seccionadas em discos de 2,5 cm de espessura aos níveis de 0,30 m da base, DAP, 25, 50, 75 e 100% da altura comercial. Foi estabelecido como altura comercial a altura da árvore até o diâmetro mínimo de 7 cm. Os discos foram descascados e reduzidos, manualmente, a cavacos de 2 a 3 mm de espessura, 2 a 3 cm de largura e 2 a 3 cm de comprimento. Os cavacos foram secados ao ar e armazenados em sacos de polietileno para conservação e uniformização do teor de umidade. Nas árvores com rabo-de-raposa o procedimento foi o mesmo, porém os discos não foram retirados em alturas pré-terminadas e, sim, na região onde ocorria a madeira anormal. A madeira rabo-de-raposa representava cerca de 35% do volume das árvores amostradas.

Foram determinadas densidades básicas, características anatômicas dos traqueídeos e análises químicas das madeiras normal e rabo-de-raposa. As polpas provenientes de cada tipo de madeira foram analisadas com base nos rendimentos, teores de rejeitos, números kappa e propriedades físico-mecânicas. A densidade básica foi determinada em quatro amostras, con

forme norma IAPPI (9). As características anatômicas dos traqueídeos foram determinadas com auxílio do microscópio (largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede celular) ou utilizando a técnica da microprojecção (comprimento). Foram medidas, após maceração da madeira com solução nítrico-acética, 150 fibras para cada dimensão e para cada tipo de madeira.

As análises químicas foram realizadas segundo normas da ABOP (1), à exceção da determinação da holocelulose que foi realizada utilizando solução de clorito de sódio e ácido acético, tamponada para pH 4,7 e da determinação de pentosanas que foi realizada pelo método brometo-bromato, segundo BROWNING (4). A extração seletiva das hemiceluloses foi realizada por meio do método proposto por BEELIK *et alii* (3), baseado na diferença de solubilidade entre os três principais tipos de hemiceluloses de conífera (xilanas, galactoglucomananas e glucomananas). As xilanas foram extraídas tratando-se a holocelulose com solução aquosa de KOH 18,5%. O material não extraído com KOH 18,5% foi tratado com solução aquosa de NaOH 1% para solubilização das galactoglucomananas. As glucomananas foram obtidas por meio de extração do material não solubilizado nas duas extrações anteriores com uma solução aquosa de NaOH a 15%. A holocelulose utilizada nas extrações foi preparada tratando-se palitos de madeira por 120 horas (4 tratamentos de 25 horas e um de 20 horas), com clorito de sódio e ácido acético.

O processo de polpação utilizado foi o kraft. Os cozimentos foram realizados em digestor rotativo de aço inoxidável com capacidade de 20 litros, aquecido eletricamente, dotado de quatro compartimentos individuais, com capacidade de dois litros, permitindo a realização de quatro cozimentos simultâneos. Cada cozimento foi realizado com duas repetições. As seguintes condições de cozimento foram mantidas constantes: a) temperatura = 170°C; b) tempo até temperatura máxima = 90 minutos; c) tempo à temperatura máxima = 90 minutos; d) relação licor madeira = 4:1; e) sulfidez = 25%; f) cavacos = 900 g a.s. Foram utilizados álcalis ativos de 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21 e 22%, como Na₂O, para a análise da facilidade de deslignificação dos dois tipos de madeira. Foram determinados os rendimentos, os teores de rejeitos e os números kappa. Para os testes físico-mecânicos, foi estabelecido um número kappa de 40 para os dois tipos de madeira. A confecção de folhas para testes físico-mecânicos foi realizada em formador Köthen Rapid. O refinamento das polpas para o desenvolvimento de resistência, foi realizado em moíno centrifugal Jockro. Para os testes das polpas foram seguidas as normas da ABOP (1). Os resultados obtidos foram interpretados com auxílio de análises de regressão. A melhor equação para cada parâmetro foi escolhida com base nos seguintes critérios: significância dos coeficientes individuais da regressão ($\alpha = 0,05$), redução do quadrado médio do erro, valor do coeficiente de determinação (R^2) e análise dos resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Dimensões dos traqueídeos e suas inter-relações

As dimensões dos traqueídeos das madeiras normal e rabo-de-raposa e suas inter-relações estão apresentadas no Quadro 1. Verifica-se que os traqueídeos provenientes da madeira rabo-de-raposa apresentaram comprimento médio cerca de 6,5% inferior aos da madeira normal (4,06 e 4,34 mm, respectivamente). Os traqueídeos da madeira rabo-de-raposa apresentaram menor largura e maior diâmetro do lúmen. A espessura da parede celular dos traqueídeos da madeira rabo-de-raposa foi, em média, cerca de 19% inferior aos da madeira normal. A menor espessura da parede pode ser atribuída à menor proporção de lenho de fim de estação que, provavelmente, ocorre na madeira rabo-de-raposa. Os valores do índice de Runkel e da fração parede indicaram que os traqueídeos da madeira normal são mais rígidos

que os da madeira rabo-de-raposa que, também, evidencia-se pelo maior coeficiente de flexibilidade apresentado pelos traqueídeos da madeira rabo-de-raposa. Com base nas características dimensionais dos traqueídeos das madeiras normal e rabo-de-raposa, pode-se dizer que, em linhas gerais, ambas as madeiras são satisfatórias para a obtenção de celulose.

3.2. Densidade e composição química

No Quadro 2 são mostrados os resultados médios das análises químicas e das densidades básicas das madeiras normal e rabo-de-raposa do *Pinus caribaea* var. *hondurensis*.

Os valores médios das densidades básicas das madeiras normal e rabo-de-raposa foram semelhantes (0,45 e 0,46 g/cm³, respectivamente). Estes resultados coincidem com os de WOODS *et alii* (10) quanto à semelhança entre as densidades dos dois tipos de madeira, porém discordam em relação ao valor da densidade. Os resultados encontrados por BARRICHELO (2), para madeira normal de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, confirmam os resultados deste estudo. Considerando-se a idade das árvores, as densidades determinadas estão dentro dos limites normalmente encontrados para as espécies do gênero *Pinus* que desenvolvem no Brasil.

Os resultados das análises químicas das madeiras foram semelhantes tendo, entretanto, a madeira rabo-de-raposa apresentado um teor de pentosanas cerca de 13% superior ao da madeira normal.

O teor total, base madeira, das hemiceluloses (xilanas, galactoglucomananas e glucomananas) da madeira rabo-de-raposa foi 0,86% superior ao da madeira normal (21,35 e 20,49%, respectivamente).

A percentagem de xilanas foi semelhante para as madeiras normal e rabo-de-raposa. Comparando-se os teores de pentosanas com os de xilanas, para os dois tipos de madeira, verifica-se que são muito próximos, principalmente na madeira normal. Esse resultado demonstra que o método utilizado na extração seletiva das hemiceluloses apresenta resultados semelhantes aos obtidos pelo método tradicional de determinação de pentosanas.

A madeira rabo-de-raposa apresentou um teor mais elevado de glucomananas, as hemiceluloses mais abundantes na madeira de conífera. Essa maior fração de glucomananas deverá ter sido responsável pelo maior teor total de hemiceluloses na madeira rabo-de-raposa. O teor de galactoglucomananas foi praticamente igual nos dois tipos de madeira.

3.3. Deslignificação das madeiras

Os modelos matemáticos que melhor descreveram a relação entre número kappa e álcali ativo para as madeiras normal e rabo-de-raposa são mostrados no Quadro 3. Dentro dos limites de álcalis ativos estudados (15 a 22%, como Na₂O) a madeira rabo-de-raposa apresentou maior facilidade de deslignificação que a madeira normal, como observado na Figura 1. Para obtenção de um número kappa 25, por exemplo, a necessidade de álcali ativo foi aproximadamente 2% inferior para a madeira rabo-de-raposa. Para valores muito baixos ou muito altos de número kappa, entretanto, a diferença na necessidade de álcali para os dois tipos de madeira foi menor mas, mesmo assim, a madeira rabo-de-raposa necessitou de menos álcali. A maior facilidade de deslignificação da madeira rabo-de-raposa pode estar relacionada com a menor espessura da parede celular dos traqueídeos, o que facilita a penetração do licor de cozimento, tornando, portanto, mais fácil o ataque à lignina. Outra hipótese seria o fato de haver diferenças estruturais entre as ligninas dos dois tipos de madeira. Em relação ao teor de lignina, não foi possível explicar esses resultados, uma vez que os teores de lignina das madeiras foram praticamente iguais.

QUADRO 1 - Dimensões dos traqueídeos das madeiras normal e rabo-de-raposa do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e suas inter-relações

Dimensões	Madeira normal	Madeira rabo-de-raposa
Comprimento, mm		
. máximo	6,22	6,89
. médio	4,34	4,05
. mínimo	1,85	1,63
. desvio padrão	0,962	1,098
. coeficiente de variação, %	22,17%	27,04%
Largura, μ m		
. máxima	85,57	67,87
. média	49,57	46,71
. mínima	27,54	21,64
. desvio padrão	11,34	10,25
. coeficiente de variação, %	22,88	21,94
Espessura da parede, μ m		
. máxima	24,89	19,67
. média	10,40	8,46
. mínima	4,43	1,47
. desvio padrão	3,82	3,29
. coeficiente de variação, %	36,73	38,95
Diâmetro do lúmen, μ m		
. máximo	66,89	50,16
. médio	28,78	29,79
. mínimo	1,97	2,95
. desvio padrão	14,50	12,28
. coeficiente de variação, %	50,38	41,22
Índice de infeltramento	87,60	86,90
Índice de Burkel	0,72	0,57
Fração parede	42,00	36,20
Coefficiente de flexibilidade	58,00	63,80

QUADRO 2 - Densidade básica e composição química das madeiras normal e rabo-de-raposa do *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

Análise	Madeira normal	Madeira rabo-de-raposa
Densidade básica, g/cm ³	0,45	0,46
Solubilidade em:		
. água fria, %*	1,81	1,82
. água quente, %	3,21	3,27
. NaOH 1%, %	11,50	11,46
. álcool/benzeno, %	3,80	3,43
Teor de:		
. holocelulose, %	68,80	69,80
. pentosanas, %	6,61	7,63
. xilanas, %	6,67	6,72
. galactoglucomanas, %	1,99	1,93
. glucomanas, %	11,83	12,70
. lignina, %	27,94	27,60
. cinzas, %	0,17	0,16

* Todas as porcentagens são expressas base madeira absolutamente seca.

QUADRO 3 - Modelos matemáticos mais adequados de cada parâmetro estudado para as madeiras normal e rabo-de-raposa

Equação	R ²	Sx.y*
Madeira normal:		
Car** = 3142,5 + 104,2 TM** - 0,6 TM ²	82,6	762,30
Al** = 1,09 + 0,054 TM - 0,0007 TM ² + 0,0000026 TM ³	61,9	0,36
Ar** = 12,8 + 1,004 TM - 0,011 TM ² + 0,000039 TM ³	74,4	6,80
Ra** = 242,7 - 5,35 TM + 0,053 TM ² - 0,00026 TM ³	78,3	33,83
Ds** = 0,405 + 0,0081 TM - 0,00011 TM ² + 0,00000049 TM ³	98,1	0,012
SR** = 14,83 - 0,525 TM + 0,0144 TM ² - 0,00000039 TM ³	99,0	2,68
K** = -38,98 + 1329,2 (1/AA)**	99,4	0,77
Rt** = 27,74 + 293,1 (1/AA) ⁴	97,4	0,35
Rd** = 43,2 - 0,0000092 AA ⁴	69,5	0,49
R** = -204,9 + 1123,0 (1/AA) - 114,8 log (1/AA)	97,9	0,26
Madeira rabo-de-raposa:		
Car = 3642,7 + 135,6 TM - 1,47 TM ² + 0,0051 TM ³	69,5	833,3
Al = 1,41 + 0,0512 TM - 0,00063 TM ² + 0,0000025 TM ³	72,2	0,34
Ar = 18,4 + 1,44 TM - 0,0197 TM ² + 0,000084 TM ³	92,3	3,80
Ra = 311,7 + 6,03 TM + 0,0766 TM ² - 0,00034	78,2	37,9
Ds = 0,413 + 0,0072 TM - 0,000075 TM ² + 0,00000030 TM ³	88,0	0,042
SR = 11,94 - 0,197 TM + 0,0000066 TM ²	96,7	3,78
K = 684,1 + 4207,5 (1/AA) - 381,5 log (1/AA)	99,7	0,51
Rt = 28,93 + 271,3 (1/AA) ⁴	94,6	0,48
Rd = 44,07 - 0,000012 AA ⁴	69,0	0,52
R = -764,4 + 3308,9 (1/AA) - 468,7 log (1/AA) - 0,000054 AA ⁴	99,1	0,14

* Erro padrão residual

** Car = comprimento de auto-ruptura (m); TM = tempo de moagem (min); Al = alongamento (%); Ar = índice de arrebatamento; Ra = índice de rasgo; Ds = densidade (g/cm³); SR = grau de moagem (%SR); K = número kappa; AA = álcali ativo (%); Rt = rendimento total (%); Rd = rendimento depurado (%); R = teor de rejeitos (%).

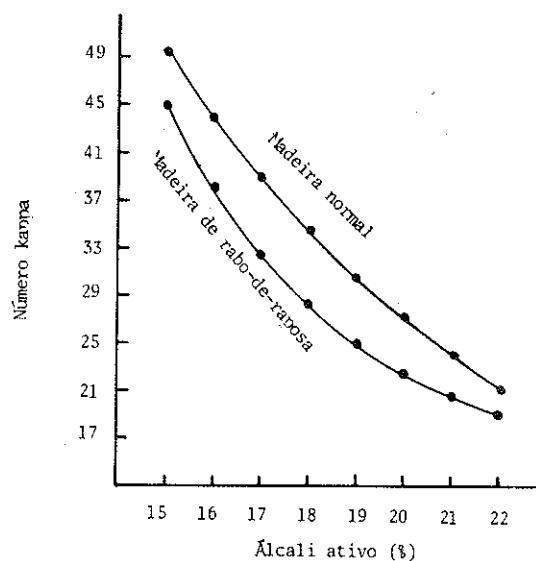


FIGURA 1 - Relação entre número kappa e álcali ativo para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

Essa maior facilidade de deslignificação da madeira rabo-de-raposa é um fator positivo, uma vez que corresponde a uma economia de álcali ativo na polpação e em menor quantidade de álcali a ser recuperado.

3.4. Rendimentos

Nas Figuras 2, 3 e 4 estão apresentados, graficamente, os dados obtidos por meio das equações de regressão dos rendimentos total e depurado e do teor de rejeitos, em função do álcali ativo. Em termos de rendimento total, na faixa de álcali ativo estudada, não houve diferença considerável entre os dois tipos de madeira sendo que, para valores mais baixos de álcali ativo, a madeira normal apresentou uma pequena superioridade no rendimento, enquanto que em valores mais altos ocorreu o contrário (Figura 2). A madeira rabo-de-raposa apresentou rendimento depurado bastante superior ao da madeira normal, como pode ser verificado na Figura 3. O maior rendimento depurado apresentado pela madeira rabo-de-raposa poderá ter sido causado pela maior facilidade de deslignificação desta madeira, o que resultou, para um mesmo álcali ativo, menor quantidade de rejeitos (Figura 4). Para o mais baixo valor de álcali ativo estudado (15%), houve uma superioridade de aproximadamente 1,6%, base madeira, no rendimento depurado, para a madeira rabo-de-raposa.

3.5. Características físico-mecânicas das polpas

Os resultados médios de comprimento de auto-ruptura, alongamento, índice de arrebentamento, índice de rasgo, densidade e grau de moagem, em função do tempo de moagem para as polpas das madeiras normal e rabo-de-raposa estão apresentados graficamente nas Figuras 5, 6, 7, 8, 9 e 10, respectivamente. Os modelos matemáticos que melhor descreveram as relações das propriedades físico-mecânicas das polpas, em função do tempo de moagem, são mostrados no Quadro 3.

Na Figura 5, observa-se que a polpa da madeira rabo-de-raposa apresentou maiores valores de comprimento de auto-ruptura em toda a faixa de tempo de moagem estudada. Resultado cerca de 5% superior, para a polpa da madeira rabo-de-raposa, foi observado no tempo de moagem de 60 minutos. As propriedades de alongamento e índice de arrebentamento foram igualmente superiores para a polpa da madeira rabo-de-raposa, como observado nas Figuras 6 e 7. No tempo de moagem de 60 minutos, verifica-se variações em torno de 14% no alongamento e de 19% no índice de arrebentamento, para a polpa da madeira rabo-de-raposa. A superioridade apresentada pela polpa da madeira rabo-de-raposa, em relação às propriedades de comprimento de auto-ruptura, alongamento e índice de arrebentamento, pode estar relacionada com a maior flexibilidade das fibras (Quadro 1) e com o maior teor de hemicelulose (Quadro 2) desse tipo de madeira, o que facilita a operação de refino, resultando em valores mais elevados dessas propriedades. Essa superioridade poderá, também, estar relacionada com a maior facilidade de deslignificação da madeira rabo-de-raposa, a qual necessitou cerca de 1,1% menos álcali ativo, base madeira, para a obtenção do mesmo número kappa (40 ± 1). Essa menor necessidade de álcali ativo causou, provavelmente, menores danos às fibras, durante o cozimento, resultando em polpa de melhores propriedades de resistência. A polpa da madeira rabo-de-raposa apresentou, também maior resistência ao rasgo (Figura 8), sendo superior cerca de 38% no tempo de moagem de 60 minutos. Essa maior resistência ao rasgo está relacionada, provavelmente, com a maior facilidade de deslignificação apresentada pela madeira rabo-de-raposa. Do ponto de vista de refinamento, verifica-se que a madeira rabo-de-raposa foi mais fácil de refinar (Figura 10). Para obtenção do grau de moagem 60 SA, a celulose da madeira normal necessitou cerca de 90 mi-

nutos, enquanto a madeira rabo-de-raposa necessitou de apenas 66 minutos. A maior facilidade de refinação deve estar relacionada com a maior flexibilidade das fibras e com o maior teor de hemicelulose apresentado pela madeira rabo-de-raposa. As densidades das folhas provenientes da celulose da madeira rabo-de-raposa foram mais elevadas em toda faixa de tempo de moagem estudada (Figura 9), o que pode ser explicado pela maior facilidade de refinamento da celulose desse tipo de madeira.

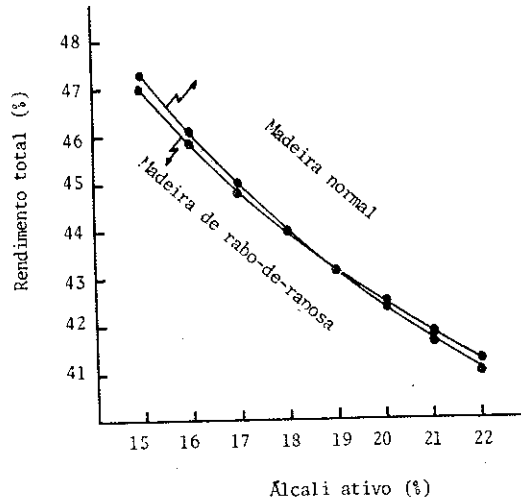


FIGURA 2 - Relação entre rendimento total e álcali ativo, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

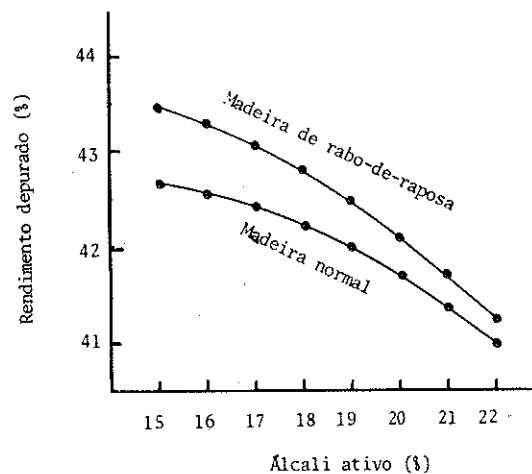


FIGURA 3 - Relação entre rendimento depurado e álcali ativo, para madeira normal e de rabo-de-raposa.

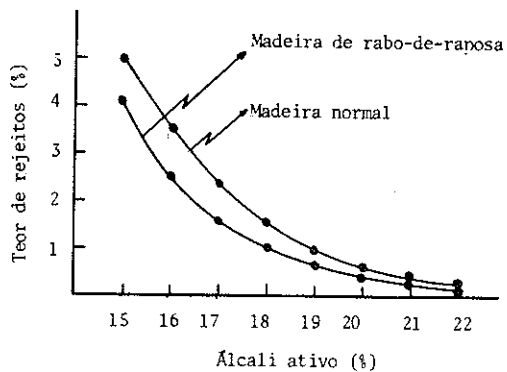


FIGURA 4 - Relação entre teor de rejeitos e álcali ativo, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

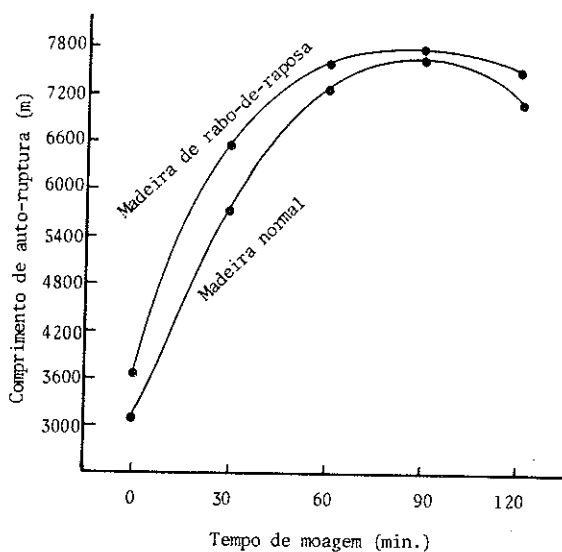


FIGURA 5 - Relação entre comprimento de auto-ruptura e tempo de moagem, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

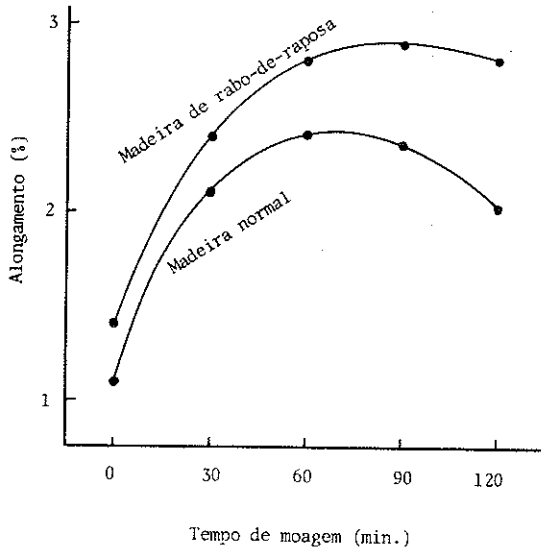


FIGURA 6 - Relação entre alongamento e tempo de moagem, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

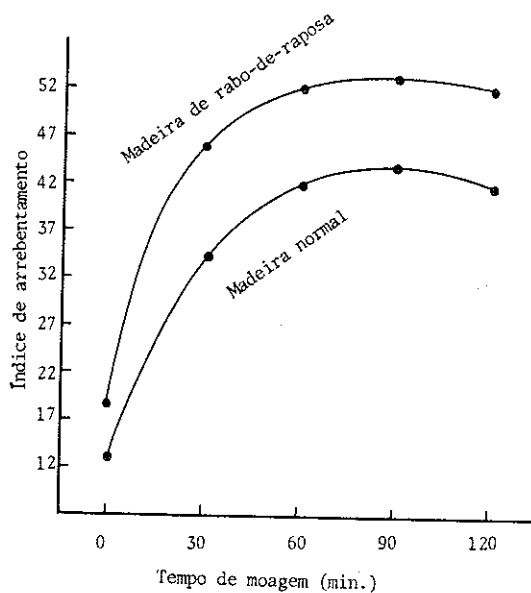


FIGURA 7 - Relação entre índice de arrebentamento e tempo de moagem, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

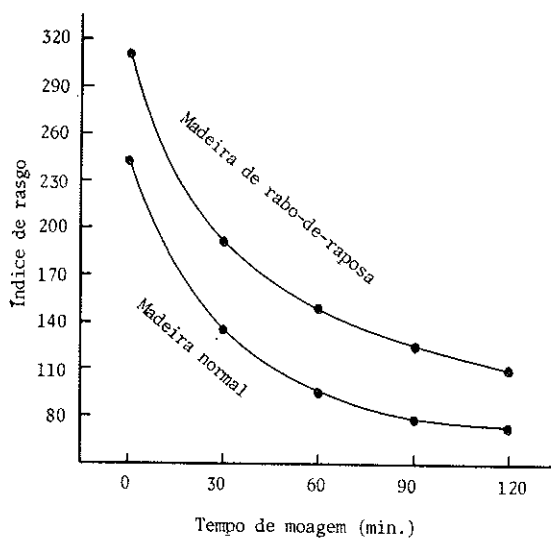


FIGURA 8 - Relação entre índice de rasgo e tempo de moagem, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

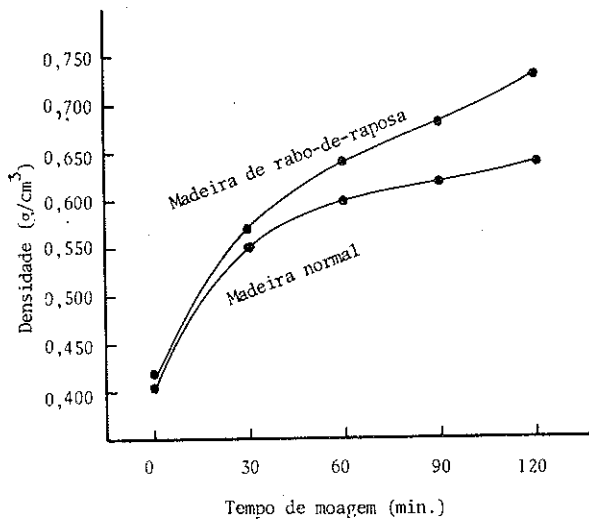


FIGURA 9 - Relação entre densidade e tempo de moagem, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

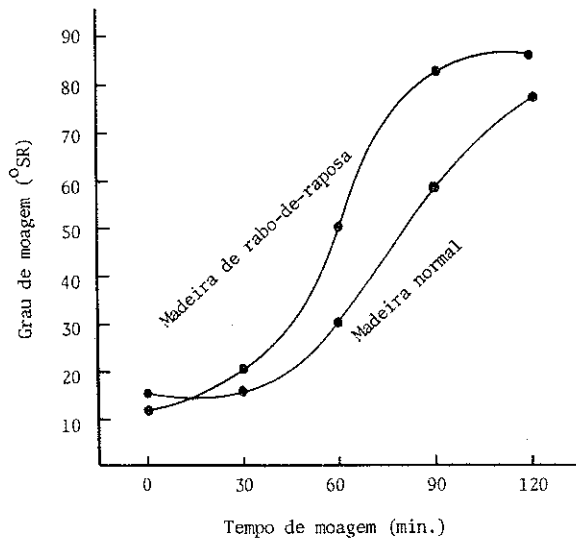


FIGURA 10 - Relação entre grau de moagem e tempo de moagem, para as madeiras normal e de rabo-de-raposa.

LITERATURA CITADA

- ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL, São Paulo. Normas Técnicas ABCP. (s.d.).
- BARRIOHELO, L.É.G. Estudo das características físicas, anatômicas e químicas da madeira de Pinus caribaea Mor. var. hondurensis Barr. e Golf. para a produção de celulose kraft. Piracicaba, ESALQ-USP, 1979. 167 p. (Tese de Doutorado).
- BEELIK, A., CONDA, R.J., HAMILTON, J.K. & PARTLOW, V.E. Selective extraction of hemicelluloses from softwoods. Tappi, 50(2):78-81.
- BROWNING, B.L. Methods of chemistry. New York, Interscience Publishers, 1967. 882 p.
- GOLFARI, L. Zoneamento ecológico do Estado de Minas Gerais para reflorestamento. Belo Horizonte. PRODEPEF, 1975. 65 p. (Série Técnica, 3).
- GOLFARI, L. Coníferas aptas para repoblaciones forestales en el estado de São Paulo. Silvicultura em São Paulo, 6:7-62. 1967.
- KOZLOWSKI, T.T. & GREATHOSE, T.E. Shoot growth and form pines in the tropics. Unasylva, 24(4):1-10. 1970
- LANGE, P.W. The occurrence and development of abnormal long leaders in Pinus radiata D. Don. in the Cape Midlands. Forestry in South Africa 7:1-10. 1966.
- TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY, Atlanta. TAPPI Standard Methods. (s.d.).
- WOODS, F.W., VINCENT, L.W., MOSCHLER, W.W., & CORE, H.A. Height, diameter, and specific gravity of "foxtail" trees of Pinus caribaea Mor. Forestry Products Journal, 29(5):43-44, 1979.

Descrição do Lenho de 40 Espécies Arbóreas Ocorrentes na Floresta Nacional de Tapajós

LOURDES COBRA FEDALTO
IRENE DA COSTA A. MENDES
Depto. de Economia — IBDF

1. INTRODUÇÃO

No planejamento geral de pesquisa desenvolvido no Laboratório de Produtos Florestais, o Setor de Morfologia e Anatomia da Madeira vem realizando estudo da madeira de espécies de Angiospermae ocorrentes na Amazônia, muitas de las ainda pouco conhecidas ou de utilização restrita à região.

Dentro desta linha de ação, está concluído para publicação na revista ACTA AMAZONICA, um trabalho sobre o lenho de 40 espécies nativas na Floresta Nacional do Tapajós.

2. MATERIAL

As amostras de madeira utilizadas para o estudo são provenientes de árvores, das quais foram retiradas amostras botânicas, para identificação realizada no Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), em Manaus e no Herbário do Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária do Trópico Úmido (CPATU/EMBRAPA), em Belém. As seguintes espécies foram trabalhadas:

Brosimum rubescens Taub. (AMAPÁ AMARGOSO)
Brosimum parinarioides Ducke subsp. parinarioides C.C. Berg. (AMAPÁ DOCE)
Brosimum potabile Ducke (AMAPÁ DOCE)
Carapa guianensis Aubl. (ANDIROBA)
Anacardium spruceanum Benth. ex Engl. (CAJU-AÇU)
Joannesia heveoides Ducke (CASTANHA DE ARARA)
Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl. (CASTANHEIRA)
Copaifera duckei Dwyer (COPAÍBA)
Copaifera reticulata Ducke (COPAÍBA)
Diclinanona calycina (Diels) R. E. Fries (ENVIRA PRETA)
Onychopetalum amazonicum R. E. Fries (ENVIRA PRETA)
Parkia pendula Benth. ex. Walp. (FAVA BOLOTA)
Piptadenia communis Benth. (FAVEIRA FOLHA FINA)

Piptadenia suaveolens Miq. (FAVEIRA FOLHA FINA)
Enterolobium maximum Ducke (FAVEIRA TAMBORIL)
Cordia bicolor A. DC. ex DC (FREIJÓ)
Cordia goeldiana Huber (FREIJÓ)
Cordia sagotii I. M. Johnston (FREIJÓ)
Mezilaurus lindaviana Schw. & Mez (ITAUBA)
Mezilaurus itauba (Meissn.) Taubert ex Mez (ITAUBA AMARELA)
Nectandra rubra (Mez.) C. K. Allen (LOURO VERMELHO)
Simarouba amara Aubl. (MARUPÁ)
Alexa grandiflora Ducke (MELANCIEIRA)
Maquira sclerophylla (Ducke) C. C. Berg. (MUIRATINGA)
(sin.: Olmedioperebea sclerophylla Ducke)
Brosimum acutifolium Huber (MURURÉ)
subsp. interjectum C. C. Berg.
Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don. (PARA-PARÁ)
Parkia multijuga Benth. (PARICÁ GRANDE DA TERRA FIRME)
Laetia procera (P. & E.) Eichl. (PAU-JACARÉ)
Ceiba pentandra Gaertn. (SUMAÚMA)
Sterculia pilosa Ducke (TACACAZEIRO)
Sterculia speciosa K. Schum. (TACACAZEIRO)
Tachigalia myrmecophyla Ducke (TACHI PRETO FOLHA GRANDE)
Spondias lutea Linn. (TAPEREBÁ)
Tapirira guianensis Aubl. (TATAPIRIRICA)
Couratari guianensis Aubl. (TAUARI)
Couratari oblongifolia Ducke & Knuth (TAUARI)
Couratari stellata A. C. Smith (TAUARI)
Virola michellii Heckel (UCUUBA DA TERRA FIRME)
(sin.: V. melinonii (Ben.) A. C. Smith)
Iryanthera grandis Ducke (UCUUBARANA)
Bixa arborea Huber (URUCU DA MATA)

3. MÉTODO

No desenvolvimento do trabalho seguiu-se, basicamente, as orientações da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas (COPANT), para o preparo das amostras, estudo e descrição dos caracteres gerais, organoléuticos, macroscópicos, microscópicos e, também, para obtenção das fotos. Na maioria dos casos, foram examinadas amostras de 10 árvores por espécie.

4. RESULTADOS

No trabalho, os resultados de cada uma das 40 espécies, são apresentados em ficha descritiva acompanhada por ficha biométrica, onde estão registrados dados referentes às estruturas anatômicas analisadas (valor médio, máximo e mínimo, desvio padrão e erro padrão).

A descrição de cada espécie é ilustrada com foto macrografia (10x) da seção transversal; com fotomicrografias (50x) da seção transversal, da seção tangencial e de fibras dissociadas, e, ainda, com foto de detalhe das fibras (250x), visando destacar a espessura das paredes.

São dadas, também, informações adicionais, para avaliação das fibras, para produção de polpa e papel.

Um Estudo sobre o Tratamento Preventivo de Torettes de *Pinus elliottii* contra Fungos Manchadores

PLINIO DE SOUZA FERNANDES
ELISEU DE SOUZA BAENA
LUIZ SUSIN
Eucatex S.A. Indústria e Comércio

Summary

It was studied the production of sawn timber of *Pinus elliottii* by preservative treatment of top logs against stain fungus. In rainfall season the results suggested that the only way to obtain sawn timber without stains is to kilndrying just after the sawmilling. The major causes of fungus stains is the pre-air-drying sawn timber.

Resumo

Foi estudada a eficiência do tratamento fungicida dos topos de torettes de *Pinus elliottii*, com vistas a obtenção de madeira isenta de manchas azuis, para produção de lambris. Para épocas de alta pluviosidade os dados obtidos sugerem que a única forma de se obter o material desejado é através da secagem da madeira em estufa, imediatamente após o desdobro dos torettes, eliminando-se a pré-secagem ao ar livre. Nestas condições não é justificável o tratamento de topos com solução fungicida a 4%, nem o banho em solução fungicida a 2%, após o desdobro.

Introdução

Já é significativa a utilização da madeira de *Pinus* spp para os mais variados usos. Entretanto, sua vulnerabilidade ao ataque de fungos manchadores, impede uma maior utilização, em situações cuja finalidade é expor a beleza natural da madeira, como móveis e lambris.

A partir do conhecimento das características de desenvolvimento dos fungos causadores das manchas azuis, é possível a adoção de métodos que dificultem ou impeçam seu desenvolvimento. Os métodos preventivos que se utilizam de produtos fungicidas são os mais difundidos.

No presente estudou-se o desempenho de um produto fungicida, aplicado em torettes de *Pinus elliottii* destinados à produção de lambris, com variações de tempo de estocagem e pré-secagem do material processado.

Revisão da Literatura

No desdobro de madeiras de *Pinus* spp os fungos causadores de manchas azuis constituem a preocupação principal dentre as medidas de controle aos danos causados por microorganismos (SCHEFFER, 1979). Embora não prejudiquem a resistência da madeira, as manchas azuis depreciam sua aparência, tornando-a inadequada para determinados usos e conseqüente perda de valor.

Um dos métodos de controle do ataque de fungos é, de acordo com CAVALCANTE (1977), manter a madeira com umidade abaixo de 20%, pois abaixo desse valor os agentes manchadores têm seu desenvolvimento inibido.

Outra forma de aumentar a resistência da madeira ao ataque de fungos é através de uma adequada aplicação de substâncias químicas, denominadas de preservativos de madeira (LEPAGE, 1974).

Os preservativos comerciais pertencem a dois grupos distintos: oleosos e hidrossolúveis. Estes comportam dois sub-grupos, dos quais aqueles para proteção temporária são utilizados como preventivos contra mofo, manchas e insetos coleópteros.

Os preservativos para proteção temporária são aplicados nas madeiras recém-cortados e seus desdobramentos pelas serrarias, até que a madeira alcance teor de umidade inferior a 20%, de acordo com PANDOLFO (1980). O citado autor afirma que no Brasil esses fungicidas são utilizados na forma de soluções contendo pentaclorofenato de sódio ou pentaclorofenato de sódio + bórax. Afirma ainda que essas soluções são realmente efetivas, se utilizadas de acordo com a técnica indicada, isto é, dentro das concentrações e controles requeridos.

Material e Métodos

Material

Utilizou-se torettes com 2,10m de comprimento, provenientes de desbastes seletivos de povoamentos de *Pinus elliottii* com 14 anos de idade, localizados na Fazenda Santa Maria, Município de Buri - SP, de propriedade da Eucatex S/A Indústria e Comércio. O fungicida empregado foi uma solução de pentaclorofenato de sódio e tetraborato de sódio a 4%. O desdobro foi feito em serra de fita de carro Schiffer, localizada em Buri.

Métodos

Delineou-se um esquema de trabalho, iniciado em 21-10-1981 que compreendeu o pincelamento dos topos, inserção de ramos e partes ofendidas, com solução fungicida 4%, de 110 torettes. Estes constituíram 4 grupos, que comportaram os respectivos tratamentos:

GRUPO I - Torettes pincelados 5 dias após a derrubada das árvores.

- A - Torettes desdobrados após 7 dias do pincelamento.
- B - Torettes desdobrados após 30 dias do pincelamento.

Após o desdobro os torettes desses tratamentos foram submetidos às práticas normais, ou seja banho em solução fungicida, a 2%, pré-secagem ao ar livre durante 3-4 meses e secagem em estufa.

GRUPO II - Torettes pincelados no mesmo dia da derrubada.

- C - Torettes desdobrados após 7 dias do pincelamento.
- D - Torettes desdobrados após 30 dias do pincelamento.

Da mesma forma que nos tratamentos A e B, esses tratamentos sofreram as práticas normais após o desdobro, ou seja, banho em solução fungicida a 2%, pré-secagem ao ar livre durante 3-4 meses e secagem em estufa.

GRUPO III - Torettes pincelados 2 dias após a derrubada.

- E - Torettes desdobrados no mesmo dia do pincelamento. Após o desdobro foram conduzidos para secagem em estufa, sem sofrerem o banho em solução fungicida (sem pré-secagem).
- F - Desdobro efetuado no mesmo dia do pincelamento. A seguir sofreram as práticas normais (conforme Grupo II).
- G - Desdobro efetuado no mesmo dia do pincelamento. A seguir sofreram o banho em solução fungicida 2% e em seguida o material desdobro foi conduzido para secagem em estufa (sem pré-secagem).
- H - Desdobro efetuado 7 dias após o pincelamento, seguido das práticas normais.
- I - Desdobro efetuado 15 dias após o pincelamento, seguido das práticas normais.
- J - Desdobro efetuado 30 dias após o pincelamento, seguido das práticas normais.

GRUPO IV - Torettes com 0 dias após o abate. Constituiu a testemunha "T". Não foram submetidos a pincelamento e sofreram as práticas normais.

Em 16/03/82, foram separadas, ao acaso, 5 pranchas de cada tratamento (cada prancha representava um torete inicial). As pranchas separadas foram identificadas, canteadas e reserradas. Cada prancha produziu 3 tábuas de 10 cm de largura por 15mm de espessura, que são as dimensões necessárias à produção de lambris. No final, cada tratamento estava representado por 15 tábuas.

R e s u l t a d o s

A análise visual conjunta das 15 tábuas representativas de cada tratamento permitiu a emissão de uma nota de desempenho. Essas notas, subjetivas, de 1 a 5, representavam:

- Nota 1 - tábuas severamente manchadas, ou azuladas pelo ataque de fungos manchadores;
 Nota 2 - tábuas muito manchadas;
 Nota 3 - tábuas razoavelmente manchadas;
 Nota 4 - tábuas levemente manchadas;
 Nota 5 - tábuas totalmente isentas de manchas.

As notas obtidas para os diversos tratamentos foram:

Tratamentos	Notas
A	3,0
B	1,0
C	2,0
D	3,0
E	5,0
F	3,0
G	5,0
H	3,0
I	2,0
J	2,0
T	4,0

D i s c u s s ã o

Embora a intensidade de ocorrência das manchas azuis tenha variado de severamente manchadas a totalmente isenta de manchas, para efeito de produção de lambris, apenas as tábuas desse último grupo (Nota 5) são de interesse.

A influência das diversas variáveis envolvidas pode ser avaliada através dos resultados médios obtidos de grupos de tratamentos assemelhados, como segue:

- a - Tempo decorrido do abate das árvores até o pincelamento dos toretes.
- a1 - Para 5 dias: tratamentos A e B = $\frac{3+1}{2} = 2,00$
- a2 - Para 0 dias: tratamentos C e D = $\frac{2+3}{2} = 2,50$
- a3 - Para 2 dias: tratamentos F, H, I e J = $\frac{3+3+2+2}{4} = 2,50$
- b - Tempo decorrido até o desdobro (período de estocagem dos toretes):
- b1 - zero (0) dias: tratamentos E, F, G e T = $\frac{5+3+5+4}{4} = 4,25$
- b2 - sete (7) dias: tratamentos A, C e H = $\frac{3+2+2}{3} = 2,66$
- b3 - trinta (30) dias: tratamentos B, D e J = $\frac{1+3+2}{3} = 2,00$
- c - Prê-secagem ao ar livre (Período decorrido do desdobro até a secagem em estufa).
- c1 - zero (0) dias: tratamentos E e G = $\frac{5+5}{2} = 5,0$
- c2 - cento e quarenta (140) dias: tratamentos A, B, C, D, F, H, I, J e T = $\frac{3+1+2+3+3+3+2+2+4}{9} = 2,55$

Dos resultados acima nota-se que não houve influência mar-

cante do tempo decorrido do abate até o pincelamento de topos, no desenvolvimento das manchas azuis, para os intervalos estudados. Provavelmente o efeito dessa variável seja manifestado na interação com o período de pré-secagem ao ar livre.

Os períodos de estocagem dos toretes, antes do desdobro, indicaram claramente, como era esperado, que o efeito preventivo do pincelamento é grandemente prejudicado, com o tempo decorrido. Entretanto com sete (7) dias de estocagem os resultados mostraram a ineficácia do pincelamento preventivo. Há de se salientar que o presente estudo desenvolveu-se em época de chuvas frequentes e intensas. Provavelmente a ineficácia dos tratamentos preventivos de topos deva-se à lavagem do produto fungicida, indicando que em épocas chuvosas essa prática não acrescenta benefício significativo algum, mesmo para uma semana de estocagem (7 dias).

Com relação à pré-secagem ao ar livre, prática rotineira que objetiva a diminuição do tempo de secagem realizada nas estufas, ficou evidenciado ser prejudicial à qualidade do produto final desejado, mesmo levando-se em conta que após o desdobro, e imediatamente, as pranchas foram submetidas ao banho em solução fungicida a 2%. O tratamento F, que sofreu pincelamento de topo, foi desdobrado no mesmo dia, submetido ao banho fungicida e conduzido para pré-secagem, obteve nota de desempenho 3 e desclassificada para produção de lambris, evidenciando assim, a ineficácia do tratamento fungicida preventivo nas condições do ensaio.

Os tratamentos E e G, cuja madeira desdobrada foi conduzida para secagem em estufa imediatamente após o desdobro, sem a pré-secagem ao ar livre, apresentou-se, como a única foram de obtenção de madeira totalmente isenta de manchas azuis.

C o n c l u s õ e s

Com base nos resultados obtidos e nas condições de desenvolvimento do trabalho, pode-se concluir que:

- a - O pincelamento de topo de toretes de *Pinus elliottii* com solução fungicida a 4% é ineficiente quando se pretende obter madeira para produção de lambris, no esquema de trabalho utilizado pela Eucatex S/A Indústria e Comércio.
- b - A fase de pré-secagem ao ar livre do material serrado permite o aparecimento das manchas azuis, mesmo que a madeira tenha sido submetida ao banho fungicida em solução 2%.
- c - Consegue-se madeira de *Pinus* totalmente isenta de manchas azuis quando o material é conduzido para secagem em estufa, imediatamente após o desdobro, mesmo sem banho preservativo.

L i t e r a t u r a C i t a d a

- 1 - CAVALCANTE, M.S. - Preservação de Madeiras I.P.T. Notas preparadas para palestra proferida na sede do Instituto Florestal do Estado de São Paulo. Dez. 77.
- 2 - LEPAGE, E.S. - Preservação de madeiras. PRESERVAÇÃO DE MADEIRAS. Boletim Técnico V.2 (1). Convênio IBDF - IPT - ABPM. Pg. 37-83 - Out. 1974.
- 3 - PANDOLFO, Jr. A. - Introdução à Preservação de Madeiras. Palestra proferida aos Engenheiros e Arquitetos da Assoc. Eng. e Arquitetos de Campinas. 1980.
- 4 - SCHEFFER, T.C. - Decay resistance of Angelique. Forest products journal, Madison, 29 (6) : 33-4. Jun. 1979.

Contração Volumétrica da Madeira Roliça de *Eucalyptus saligna* SMITH em Estoque

PLINIO DE SOUZA FERNANDES
JOSÉ DA COSTA SARAIVA FILHO
MANOEL CARLOS FERREIRA
Eucatex S.A. Indústria e Comércio

Summary

This paper shows partial results in volumetric shrinkage of barked *Eucalyptus saligna* roundwood at different intervals of storage. There were a volumetric shrinkage in piled cubic meters of about 5% after 150 days of felling and then may to modify by climate conditions.

Resumo

O presente trabalho mostra resultados parciais sobre o estudo da contração volumétrica de madeira roliça, com casca de *Eucalyptus saligna* a diferentes intervalos de estocagem. Ocorre uma retração volumétrica, medida em esteres, da ordem de 5%, após 150 dias do abate, a qual pode variar em função das condições ambientais.

Introdução

As contrações volumétricas que ocorrem na madeira, como resultado da perda de umidade abaixo do ponto de saturação das fibras (aproximadamente 30%), é assunto bastante estudado e conhecido. Entretanto a madeira roliça estocada em pátios industriais apresenta uma variação volumétrica decorrente dos processos de secagem e liberação das tensões de crescimento, que se interagem produzindo resultados muito pouco conhecidos em nossas condições.

Num estudo de taxa de secagem e retração volumétrica em *Eucalyptus grandis*, SCHÖNAU (1974-75), na África do Sul, concluiu que há uma tendência para os torretes de menores diâmetros se retraírem mais do que aqueles de maiores classes diamétricas. O citado autor também concluiu que a retração da madeira mais jovem e mais leve, de um modo geral foi o dobro do que aquela ocorrida, madeira mais densa. Os valores médios encontrados para a retração volumétrica foi de 2,5%, considerando-se o volume sólido.

Num estudo similar, com as espécies *Eucalyptus macarthurii*, *E. fastigata*, *E. elata* e *E. nitens* SCHÖNAU e van THEMAAT (1976-1977), concluíram que a retração volumétrica dessas espécies foi de 5% (valor médio). Nesse trabalho as espécies de densidades mais elevadas apresentaram valores de retração maiores que aquelas de menores densidades.

No presente são apresentados alguns dados preliminares que permitem orientar empresários para um melhor conhecimento das variações volumétricas que ocorrem entre a madeira recebida e a madeira processada pela indústria, medida em estereos, em decorrência do período de estocagem.

Metodologia

A madeira verde, com casca, de *Eucalyptus saligna*, cortada aos sete (7) anos de idade, foi recebida no pátio da Indústria da Eucatex S/A Indústria e Comércio, município de Salto-SP. A madeira cortada em torretes de 2,20 m de comprimento, apresentava diâmetros médios variáveis de 5,0 a 22,5 cm e um valor médio de 10,5 cm. O material foi empilhado em nove (9) lotes distintos e próximos, para controle dos volumes medidos em estereos.

As medições das alturas das pilhas foram realizadas a intervalos de 30 dias, durante 11 meses. Houve controle da umidade da madeira em três (3) níveis distintos das pilhas, através de um trabalho paralelo desenvolvido por FERREIRA et alii (1982).

Resultados e Discussão

O Quadro I apresenta os valores médios dos volumes das nove (9) pilhas de madeira, nos vários intervalos de tempo decorridos com os respectivos percentuais de retração e valores de umidade, base seca, para alguns intervalos de tempo e três (3) níveis das pilhas.

QUADRO I - Volume médio em estereos e respectivas variações percentuais para as correspondentes umidades em 3 níveis das pilhas.

Data das medições	Volume médio em estereos	Umidade da madeira %	Variação percentual do volume	Tempo decorrido em dias
21-06-80	16,05	124 124 124	-	0
21-07-80	15,88	58 82 90	1,05	30
20-08-80	16,69	35 54 63	2,24	60
19-09-80	15,50	25 36 46	3,42	90
19-10-80	15,34	-	4,42	120
18-11-80	15,22	-	5,17	150
18-12-80	15,42	-	3,92	180
18-01-81	15,47	-	3,61	210
18-02-81	15,23	-	5,11	240
20-03-81	15,23	-	5,11	270
20-04-81	15,17	-	5,48	300
20-05-81	15,17	13 18 17	5,48	330

* A partir de 19-10-80 os dados de umidade podem ser avaliados através de FERREIRA (1982), que aqui não constaram por não serem coincidentes os intervalos de avaliação.

Na análise do Quadro I verifica-se que decorridos 30 dias já se verifica uma retração de 1,05%. Como as unidades correspondentes nos três níveis de altura estão bem acima de 30%, a única explicação plausível para essa retração pode residir na acomodação das peças decorrentes da movimentação provocada pela rachadura das extremidades na liberação das tensões internas de crescimento. No 2º mês, com uma retração de 2,24% e umidades também acima de 30% nos três níveis, pode ser explicada pelo início da retração volumétrica das peças de menor diâmetro que sem dúvida, estavam com uma umidade abaixo de 30%, de acordo com as conclusões de SCHÖNAU (1974-75).

A tendência de retração crescente é contínua até atingir o valor de 5,17%. Nesse ponto, embora não sejam disponíveis os dados de umidade da madeira, sem dúvida está abaixo de 30% nos três níveis das pilhas, conforme FERREIRA (1982). A partir daí observa-se uma elevação do volume médio e conseqüente redução do valor de variação volumétrica, explicado pelo aumento do teor de umidade da madeira, decorrente do período chuvoso, de acordo com os dados de FERREIRA (1982). As medições subsequentes mostram uma variação volumétrica também explicada por variações de umidade, até atingir uma redução de 5,48%, após 330 dias de estocagem, e umidades próximas a de equilíbrio, nos três níveis de altura das pilhas.

Resumo de Conclusões

Dados preliminares sobre a variação volumétrica da madeira

de Eucalyptus saligna estocada com casca, indicam que:

- Ocorre uma redução volumétrica a partir do 1º mês de estocagem. Essa redução é crescente em função da redução do teor de umidade, nos diferentes níveis da pilha.
- O valor de retração máxima está ao redor de 5%, quando a madeira deve ter atingido a umidade de equilíbrio com o meio ambiente.
- Ocorre uma variação volumétrica decorrente das variações de umidade da madeira, provocadas por variações de umidade ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

FERREIRA, M.C. et alii - Variação da Umidade da Madeira de Eucalipto Estocada em Pátios Industriais. Trabalho apresentado no 4º Congresso Florestal Brasileiro. Belo Horizonte, Maio-1982.

SCHÖNAU, A.P.G - Air drying rate of debarked Eucalyptus grandis. Wattle Research Institute Report For. 1974-1975. Pg.68-72.

SCHÖNAU, A.P.G & Van THEMAAT, R.V. - Preliminary Results of Investigations into the Air Drying of Debarked Logs of four Eucalyptus species in the Natal Midlands. Wattle Research Institute Report For. 1977-1978. Pag. 121-124.

Variação Estacional do Teor de Oleoresina em Folhagem de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliotii* e *Pinus taeda*

REGINA ROSA FERNANDES

Depto. de Botânica – UFPR

RONALDO VIANA SOARES

Curso de Engenharia Florestal – UFPR

Summary

The objective of this research was to study the seasonal changes of oleoresin content in the green foliage of *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliotii* and *Pinus taeda*, and to determine the periods when the crowns of the trees are potentially more combustible.

Foliage samples were collected in the Rio Negro Forest Experiment Station of the Federal University of Paraná. Oleoresin extraction was done in the Organic Technology Laboratory, of the same University.

Oleoresin was extracted through the combination of two methodologies: i) by cold ethylic alcohol and ii) by decoction. After the oleoresin extraction, additional tests were performed in order to check the presence of tanins, proteins and reducer and non-reducer sugars.

Pinus elliotii presented a higher oleoresin content compared to the other two species, although, statistically, it only differed from *Araucaria angustifolia* during the summer season. Oleoresin content, expressed in terms of oven dry weight, ranged from 3.68 to 19.85% in *Pinus elliotii*, from 2.04 to 15.03% in *Pinus taeda*, and from 2.51 to 13.40% in *Araucaria angustifolia*.

The highest oleoresin content was observed during the summer (January and February) and winter (July) seasons. Considering only the oleoresin content, the crowns of the trees of these species were potentially more combustible during the winter and summer seasons.

Resumo

Este trabalho teve como objetivo estudar a variação do teor de oleoresina na folhagem verde de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliotii* e *Pinus taeda* através das quatro estações do ano determinando, por conseguinte, a(s) época(s) em que a folhagem dessas espécies, considerando apenas este fator, estaria potencialmente mais combustível.

As amostras de folhagem foram colhidas na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro, da Universidade Federal do Paraná e processadas no Laboratório de Tecnologia Orgânica, da mesma Universidade.

A oleoresina foi extraída das folhas dos pinheiros através da combinação de duas metodologias, extração com álcool etílico a frio e extração por decoção. No final da extração foram feitos testes adicionais para averiguação da presença de taninos, proteínas e açúcares redutores e não redutores que, se presentes, deveriam ser eliminados.

Os resultados mostraram que, dentre as três espécies, *Pinus elliotii* apresenta maior teor de oleoresina na folhagem, apesar de que, estatisticamente, ele só diferiu da *Araucaria angustifolia* no verão. Em valores absolutos, os teores de oleoresina, em porcentagem do peso da folhagem, variaram de 3,68 a 19,85% em *Pinus elliotii*, de 2,04 a 15,03% em *Pinus taeda* e de 2,51 a 13,40% em *Araucaria angustifolia*.

O teor de oleoresina apresentou os maiores valores durante o verão (janeiro e fevereiro) e o inverno (julho). Os mais altos teores verificados para todas as espécies coincidiram com o decréscimo do teor de umidade do solo verificado durante o verão ou com o decréscimo do teor de umidade da folhagem durante o inverno.

Considerando-se apenas o fator oleoresina, as épocas de maior combustibilidade potencial das copas seriam o inverno e o verão.

1. INTRODUÇÃO

As copas dos pinheiros, embora classificadas como combustível verde, são comumente consumidas pelos incêndios florestais, que as queimam rapidamente, em parte devido à presença de oleoresina na folhagem.

O teor de oleoresina na folhagem pode variar durante certas estações do ano ou sob condições climáticas especiais. Uma concentração mais alta na folhagem verde dos pinheiros pode acelerar a liberação de umidade durante o aquecimento (JOHNSON⁶), o que favoreceria o desenvolvimento de incêndios de copa.

Até o momento, nenhuma pesquisa foi feita no país para determinar o teor de oleoresina na folhagem de essências florestais ou para estabelecer a variação dos teores nas diferentes estações do ano. As únicas informações disponíveis são sobre o *Pinus elliotii* e o *Pinus taeda* nas suas regiões de origem. Sobre a *Araucaria angustifolia* não existe nenhuma informação.

Os objetivos principais deste trabalho foram: i) estimar as variações do teor de oleoresina, na folhagem das três espécies citadas, ao longo das quatro estações do ano; ii) procurar identificar as causas dessas variações; iii) determinar a época em que a folhagem dessas espécies são potencialmente mais suscetíveis aos incêndios de copa.

2. REVISÃO DA LITERATURA

As oleoresinas são misturas heterogêneas de ácidos resínicos, ácidos graxos, ésteres desses ácidos, esteróis, álcoois, ceras e resinas (KRAMER & KOZLOWSKI⁸). São substâncias inflamáveis, dotadas de certa consistência, de coloração amarela (MUNIZ et al¹¹), produzidas tanto pelas folhosas como, em muito maior quantidade, pelas coníferas (WISE & JAHN¹⁶).

A oleoresina, através da destilação, fornece dois produtos principais, o óleo essencial de terebentina, que é volátil e o breu, sólido e não volátil (MUNIZ et al¹¹). Segundo dados do Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo, a oleoresina de *Pinus elliotii* apresenta 78% de breu, 18% de terebentina e 4% de outros produtos (QUÍMICA E DERIVADOS¹³).

PHILPOT & MUTCH¹² encontraram, nas folhas de coníferas, entre 5 a 14% do peso seco de oleoresina e HOUGH⁴, pesquisando as acículas de *Pinus clausa*, encontrou quantidades em torno de 10 a 13,5% do peso seco.

PHILPOT & MUTCH¹² observaram comportamento diferente na variação estacional do teor de oleoresina em duas espécies de coníferas. *Pseudotsuga menziesii* apresentou teor mais alto no final do verão, época de maior risco de incêndio na região, enquanto *Pinus ponderosa* apresentou teores altos e uniformes durante todo o período de amostragem.

KARNIK et al⁷, trabalhando com acículas de *Pinus roxburgii*, na Índia, observaram um pico no conteúdo de oleoresina no início do inverno, seguido de um decréscimo na primavera e novo aumento no final do verão.

Segundo TRUJILLO¹⁴ o teor de oleoresina exerce uma influência acentuada no comportamento dos incêndios florestais. MISSBACH¹⁰, por sua vez, trabalhando com acículas de três coníferas, observou que o ponto de ignição correlacionou-se negativamente com o teor de umidade e positivamente com o teor de oleoresina da folhagem. Isto porque a temperatura de gaseificação das oleoresinas é muito inferior ao ponto de ebulição da água (HUBERT⁵).

3. MATERIAL E MÉTODOS

As amostras foram coletadas na Estação de Pesquisas Florestais de Rio Negro, do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, situada a aproximadamente 26° de latitude sul e 49°40' de longitude oeste e 800 m de altitude. Segundo MAACK³, o clima local é do tipo Cfb, com precipitação média anual de 1300,5 mm e temperatura média anual de 16,4°C. O solo é arenoso-argiloso, com pH entre 4,5 e 5.

As amostras de folhagem foram coletadas em talhões com 11 anos de idade. As árvores dos povoamentos de *Pinus elliotii* e *Pinus taeda* tinham 12 a 14 m de altura e 20 a 45 cm de DAP, enquanto as de *Araucaria angustifolia* apresentavam altura entre 9 a 10 m e DAP variando de 15 a 25 cm.

As folhas foram coletadas duas vezes em cada estação do ano, no período de outubro de 1978 a agosto de 1979, entre os dias 20 e 25 dos meses de outubro e novembro (primavera), janeiro e fevereiro (verão), abril e maio (outono) e julho e agosto (inverno), sempre das mesmas árvores selecionadas.

Dentro de cada talhão foram selecionadas e marcadas cinco árvores, que apresentavam melhor forma de fuste e boa distribuição da folhagem nas copas, distribuídas em círculo, para se fazer a amostragem. As amostras eram coletadas no terço médio das copas, nos quatro quadrantes das árvores. Após a coleta as folhas eram imediatamente colocadas em sacos de polietileno, vedados e levados ao Laboratório de Tecnologia Orgânica do Curso de Engenharia Química da UFPR para processamento.

Foram coletadas ainda amostras para determinação da umidade das folhas, amostras de solo a profundidades de 20, 60 e 100 cm, também para determinação de umidade, e registrados os dados meteorológicos durante a realização do experimento, a fim de, através de análises de correlação, procurar identificar as causas da variação dos teores de oleoresina.

3.1. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE OLEORESINA

A extração da oleoresina foi feita através da combinação de duas técnicas: álcool etílico 85° a frio (CALVET³) e decoção (BÜHRER², VILLAVECCHIA¹⁵). Procurou-se, com a combinação dessas duas técnicas, extrair o máximo possível de oleoresina das folhas.

O método de extração com álcool etílico a frio foi desenvolvido por CALVET³ para a extração de clorofila e oleoresina das folhas verdes. Inicialmente as amostras (10 g), previamente secas em estufa por 24 horas a temperatura nunca superior a 70°C para evitar oxidação da oleoresina, foram neutralizadas com uma solução diluída de carbonato sódico e espremidas. A massa de folhas foi então tratada com álcool etílico 55° e novamente espremidas. O objetivo desse tratamento inicial foi separar as substâncias orgânicas tais como proteínas, taninos, açúcares redutores e não redutores, permanecendo na massa de folhas apenas a oleoresina e a clorofila.

Finalmente, as folhas foram colocadas em álcool 85° a frio, tampadas com papel alumínio e deixadas em repouso por 24 horas, dissolvendo-se a clorofila juntamente com certa quantidade de oleoresina.

Testes de laboratório indicaram porém que esse método favorecia mais a obtenção da clorofila, não sendo a oleoresina totalmente extraída. Assim sendo, decidiu-se complementar essa metodologia com a extração por decoção.

O processo de decoção é usado quando o material a ser extraído não se dissolve facilmente e não haja inconveniência em seu aquecimento prolongado com o solvente utilizado (BÜHRER²).

Portanto, após permanecer por 24 horas em álcool 85°, as amostras foram fervidas (78,4°C) por meia hora, decantando-se o álcool juntamente com a oleoresina e a clorofila. Esta operação foi repetida por 2 a 3 vezes, renovando-se o solvente, até que não houvesse mais coloração na solução (BÜHRER², VILLAVECCHIA¹⁵).

A solução obtida foi tratada com carvão ativado e filtrada (CALVET³). A clorofila ficou adsorvida no carvão ativado, obtendo-se no filtrado uma solução alcoólica contendo a oleoresina. Essa solução foi evaporada lentamente em banho-maria, obtendo-se ao final um líquido viscoso, de coloração marrom claro e odor característico — a oleoresina.

Após a pesagem da oleoresina obtida, a mesma era colocada em álcool etílico absoluto por aproximadamente 15 horas e fervida durante meia hora. Observou-se então um resíduo de coloração marrom esbranquiçado, insolúvel em álcool e facilmente solúvel em água destilada. Isto evidenciou a necessidade de submeter as amostras a testes complementares para a dosagem de tanino, proteínas e açúcares redutores e não redutores que não tivessem sido eliminados na fase inicial do processo.

3.2. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE TANINO

Para a determinação quantitativa do tanino foi utilizado o método de Fleck, ou gravimétrico. Este método se baseia na propriedade que tem o acetato de cobre de precipitar a tanino sob forma de acetato-tanato de cobre, o qual após calcinado transforma-se em óxido de cobre, que corresponde a uma determinada quantidade de tanino. Estequiometricamente, uma parte de óxido de cobre corresponde a 1,3 partes de tanino (BÜHRER¹).

3.3. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES REDUTORES

Açúcares redutores são os glicídios que reduzem diretamente o licor de Fehling. O método usado para quantificar o teor de açúcares redutores foi o ponderal ou gravimétrico, que se baseia na redução do cobre da solução de Fehling por esses compostos, produzindo o precipitado de óxido de cobre, que foi filtrado, lavado e pesado (BÜHRER¹). A quantidade de óxido de cobre foi convertida em cobre metálico e através de tabela de correspondência (VILLAVECCHIA¹⁵), obteve-se o peso de açúcares redutores.

3.4. DETERMINAÇÃO DO TEOR DE AÇÚCARES NÃO REDUTORES

Foi utilizado o mesmo método dos açúcares redutores, tornando-se necessário entretanto fazer a sua inversão, isto é, a hidrólise em meio ácido (HCl), a fim de transformá-lo em açúcar redutor (BÜHRER¹).

3.5. DETERMINAÇÃO DAS PROTEÍNAS

Foi feito apenas um teste qualitativo, no qual uma porção do resíduo foi colocada em um cadinho de porcelana para calcinar em bico de Bunsen, sendo a presença de proteínas evidenciada por odor característico desprendido. O teste demonstrou haver quantidades mínimas de proteínas, consideradas desprezíveis.

3.6. DELINEAMENTO ESTATÍSTICO

Para testar a hipótese nula da não existência de diferença entre os teores de oleoresina das três espécies nas diferentes estações do ano foi utilizado um delineamento completamente ao acaso, sendo as estações do ano os tratamentos e as árvores amostradas as repetições. Foi feita a média das duas coletas para representar cada estação do ano e a média dos quadrantes para cada árvore.

Foi feita também uma análise de variância para comparar as médias dos teores de oleoresina das três espécies, em cada estação, onde as espécies foram os tratamentos e as coletas as repetições.

Os dados de porcentagem de oleoresina foram transformados em $\sqrt{x+1/2}$

As diferenças entre as médias dos diversos tratamentos foram comparadas através do teste SNK, ao nível de 95% de probabilidade.

A fim de se investigar as prováveis causas da variação nos teores de oleoresina ao longo do ano, foram feitos testes de correlação simples entre as seguintes variáveis: X₁ (teor de oleoresina das folhas); X₂ (teor de umidade das folhas); X₃ (umidade do solo a 20 cm de profundidade); X₄ (umidade do solo a 60 cm de profundidade); X₅ (umidade do solo a 100 cm de profundidade); X₆ (umidade relativa do ar); X₇ (temperatura do ar); X₈ (número de dias sem chuva). Esses testes foram desenvolvidos em duas etapas: primeiramente foram usados os valores obtidos nos dias das coletas; em seguida foram feitas as mesmas análises com os valores médios de cada estação do ano.

4. RESULTADOS

As porcentagens finais de oleoresina encontradas nas três espécies, em cada árvore e nas oito amostragens realizadas através do ano, encontram-se no Quadro 1.

4.1. VARIÇÃO DO TEOR DE OLEORESINA DURANTE AS ESTAÇÕES DO ANO

A análise de variância (Quadro 2) detetou diferença significativa entre os tratamentos, nas três espécies estudadas, demonstrando haver variação no teor de oleoresina entre as estações do ano.

O teste SNK, para comparação de médias, indicou que em todas as espécies estudadas o teor de oleoresina no verão foi significativamente superior aos teores das demais estações do ano. O teste não acusou diferença significativa entre as médias do inverno, outono e primavera.

QUADRO 1. Teores de oleoresina na folhagem de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda*, nas quatro estações do ano.

DATA DA COLETA	ESPÉCIE	Teor de oleoresina em porcentagem do peso seco da folhagem				
		ÁRVORE 1	ÁRVORE 2	ÁRVORE 3	ÁRVORE 4	ÁRVORE 5
25.10.78	<i>A. angustifolia</i>	8,50	9,51	7,99	8,09	7,46
	<i>P. elliottii</i>	8,45	4,30	6,54	8,21	6,00
	<i>P. taeda</i>	9,25	6,17	10,89	8,58	6,50
23.11.78	<i>A. angustifolia</i>	8,51	7,08	9,40	7,44	8,46
	<i>P. elliottii</i>	11,46	8,78	9,71	10,74	8,52
	<i>P. taeda</i>	5,54	11,04	7,78	12,34	7,34
25.01.79	<i>A. angustifolia</i>	11,30	11,23	8,64	10,68	7,65
	<i>P. elliottii</i>	19,81	15,06	16,43	14,78	11,43
	<i>P. taeda</i>	11,73	10,14	10,78	10,21	11,75
22.02.79	<i>A. angustifolia</i>	10,58	11,22	9,71	11,73	9,21
	<i>P. elliottii</i>	10,94	13,82	17,06	14,32	13,39
	<i>P. taeda</i>	11,67	14,67	12,49	13,24	13,62
20.04.79	<i>A. angustifolia</i>	11,93	5,76	7,26	13,17	11,56
	<i>P. elliottii</i>	10,78	7,43	9,61	8,86	11,04
	<i>P. taeda</i>	7,04	5,24	9,84	10,49	9,02
25.05.79	<i>A. angustifolia</i>	3,71	8,94	6,26	6,01	4,44
	<i>P. elliottii</i>	12,96	9,27	9,96	13,41	8,97
	<i>P. taeda</i>	8,47	8,73	11,76	12,46	9,90
21.07.79	<i>A. angustifolia</i>	12,14	13,40	10,31	9,43	6,17
	<i>P. elliottii</i>	10,84	15,13	16,47	16,75	19,85
	<i>P. taeda</i>	10,70	14,21	13,76	14,24	15,03
22.08.79	<i>A. angustifolia</i>	2,51	2,71	4,38	5,41	2,72
	<i>P. elliottii</i>	3,68	5,29	4,11	6,43	4,17
	<i>P. taeda</i>	4,57	2,04	3,42	3,08	3,02

QUADRO 2. Análise de variância das porcentagens de oleoresina nas folhagens de *Araucaria angustifolia*, *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* durante as estações do ano.

PONTE DE VARIAÇÃO	G. L.	QUADRADOS MÉDIOS		
		<i>A. angustifolia</i>	<i>P. elliottii</i>	<i>P. taeda</i>
Tratamentos	3	0,26*	0,86*	0,33*
Erro	16	0,03	0,06	0,04

4.2. COMPARAÇÃO DOS TEORES DE OLEORESINA DAS TRÊS ESPÉCIES

A análise de variância não detetou diferença significativa entre os teores de oleoresina da folhagem das três espécies estudadas, quando comparadas globalmente durante todo o ano. Entretanto, analisando-se separadamente por estação, observou-se diferença significativa entre os teores durante o verão.

O teste SNK demonstrou haver, nessa estação, diferença apenas entre as médias de *Araucaria angustifolia* e *Pinus elliottii*.

A Figura 1 mostra a variação do teor de oleoresina na folhagem das três espécies no decorrer do ano, observando-se a superioridade matemática — mas não estatística — do *Pinus elliottii*.

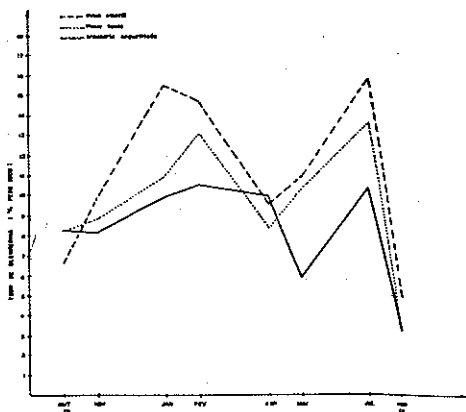


Figura 1. Variação do teor de oleoresina na folhagem das três espécies estudadas ao longo das estações do ano.

4.3. ANÁLISES DAS CORRELAÇÕES

No primeiro teste, com valores dos dias das coletas, o teor de oleoresina apresentou, para as três espécies, maiores coeficientes (negativos) de correlação com a umidade do solo. *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* se correlacionaram melhor com a umidade do solo a 60 cm, com coeficientes de -0,63 e -0,40 respectivamente, enquanto a *Araucaria angustifolia* apresentou o maior valor (-0,57) com a umidade a 100 cm de profundidade. Com o teor de umidade das acículas, os coeficientes foram -0,52 para *Pinus elliottii*, -0,30 para *Pinus taeda* e -0,03 para *Araucaria angustifolia*. Não houve correlação importante entre os teores de oleoresina e as demais variáveis.

No segundo teste, com as médias das estações, as correlações encontradas entre os teores de oleoresina e a umidade do solo foram mais importantes e consistentes. *Pinus elliottii* continuou apresentando o maior coeficiente com a profundidade a 60 cm (-0,98), enquanto *Pinus taeda* e *Araucaria angustifolia* apresentaram maiores valores com a profundidade de 20 cm (-0,93 em ambos os casos). A correlação entre oleoresina e umidade da folhagem apresentou coeficientes de -0,32 em *Pinus elliottii*, -0,20 em *Pinus taeda* e 0,97 em *Araucaria angustifolia*. O teor de oleoresina nas três espécies, se correlacionou ainda de maneira importante com a umidade relativa do ar (correlação negativa) e com a temperatura do ar (correlação positiva). Não houve, em nenhum dos testes, correlação importante entre o teor de oleoresina e o número de dias sem chuva.

5. DISCUSSÃO E CONCLUSÕES

Observando-se a Fig. 1, nota-se que apesar da média do teor de oleoresina do verão ter sido estatisticamente superior às demais estações, um pico bastante acentuado ocorreu, para as três espécies, no mês de julho. A média do inverno entretanto foi prejudicada pelo decréscimo de oleoresina verificado em agosto, por ocasião do início da brotação.

Os picos observados no conteúdo de oleoresina coincidiram com o decréscimo do teor de umidade do solo ocorrido durante o verão, quando houve uma estiagem de 21 dias antes da amostragem de janeiro, e com o decréscimo do teor de umidade das folhas, ocorrido em julho. KRAMER & KOZLOWSKI⁸ e PHILPOT & MUTCH¹² encontraram resultados semelhantes e afirmam que o aumento do teor de oleoresina ocorre quando há um decréscimo de umidade nas folhas ou um período de seca.

Segundo HOUGH⁴, PHILPOT & MUTCH¹², os períodos em que as acículas com têm baixos teores de umidade e altos teores de oleoresina são os mais favoráveis à ocorrência de incêndios de copa, devido à alta combustibilidade da folhagem.

HOUGH ressalta ainda que as oleoresinas, por evaporarem facilmente devido ao teor de voláteis, são bastante suscetíveis à combustão, sendo que as folhas com altas quantidades desses extrativos queimam fácil e intensamente. Por outro lado, a eficiência da combustão é reduzida, necessitando-se maior quantidade de energia para alcançar a temperatura de ignição, quando o conteúdo de umidade das folhas aumenta.

Os resultados mostraram que durante o verão, apesar do teor de oleoresina ter sido alto, a umidade das folhas manteve-se relativamente alta, não apresentando decréscimos bruscos como os observados em julho. Esses decréscimos foram mais acentuados em *Pinus elliottii* e *Pinus taeda* que em *Araucaria angustifolia*. Isto demonstra que apesar das altas concentrações de oleoresina nas duas épocas, a folhagem das árvores esteve potencialmente mais combustível em julho e que, considerando-se apenas esses dois fatores, os i-

nus eram potencialmente mais suscetíveis aos incêndios de copa que a araucária.

A análise dos resultados demonstra ainda que o teor de oleoresina é relativamente alto nas três espécies estudadas, não existindo diferenças estatísticas entre elas no decorrer do ano, com exceção do *Pinus elliottii* e *Araucaria angustifolia* no verão. Observa-se contudo (Fig. 1) uma superioridade numérica do *Pinus elliottii* sobre as demais espécies, o que é normal, já que essa espécie, juntamente com *Pinus palustris* e *Pinus pinaster* são consideradas as três melhores produtoras de oleoresina (MUNIZ et al¹¹). No entanto, devido a não existência de diferença significativa, caso haja viabilidade de extração industrial de oleoresina da folhagem, não se pode descartar nenhuma das três espécies estudadas.

As correlações negativas observadas entre o teor de oleoresina e o teor de umidade da folhagem nas espécies de *Pinus* vêm confirmar a hipótese de que, pelo menos para essas espécies, o aumento da secreção da oleoresina está em função do decréscimo de umidade. A araucária não apresentou resultados consistentes nessa análise de correlação, variando de um coeficiente negativo muito baixo quando se usaram os dados do dia de amostragem a um coeficiente positivo muito alto quando se usou a média da estação.

Todas as três espécies apresentaram boas correlações entre o teor de oleoresina e a umidade do solo, principalmente no teste em que se usaram as médias das estações. Essas correlações foram sempre negativas, demonstrando que um decréscimo na umidade do solo aumenta o teor de oleoresina. As variações observadas nos valores dos coeficientes para as diferentes profundidades do solo, provavelmente ocorreram devido às diferenças existentes nos sistemas radiculares das espécies. Os valores mais altos correspondem às profundidades nas quais as raízes de cada espécie são mais eficientes na absorção da água.

As correlações entre o teor de oleoresina e as variáveis umidade relativa do ar e temperatura ambiental somente foram importantes e consistentes no teste realizado com as médias das estações. A oleoresina apresentou uma correlação negativa com a umidade relativa e positiva com a temperatura do ar. Isto indica que o decréscimo da umidade relativa e a elevação da temperatura podem contribuir para o aumento do teor de oleoresina, aumentando consequentemente a inflamabilidade das copas.

5.1. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados pelo experimento levam às seguintes conclusões:

- O teor de oleoresina, nas três espécies estudadas, apresentou maiores valores nos meses de janeiro, fevereiro e julho; considerando-se as médias por estação do ano, o teor observado no verão foi estatisticamente superior ao obtido nas demais estações.
- Não houve diferença significativa entre os teores de oleoresina na folhagem das três espécies estudadas, no decorrer do ano, com exceção do *Pinus elliottii* que foi estatisticamente superior à *Araucaria angustifolia* durante o verão.
- Os picos observados nos teores de oleoresina das três espécies coincidiram com o decréscimo do teor de umidade do solo (janeiro e fevereiro) ou com o decréscimo do teor de umidade da folhagem (julho).
- Potencialmente, as copas apresentaram maior inflamabilidade em meados do inverno (julho), quando o teor de oleoresina foi alto e o de umidade da folhagem mais baixo, seguido do verão, quando o teor de oleoresina foi alto porém o de umidade também se manteve elevado.
- Dentre os fatores ambientais o teor de oleoresina se correlacionou melhor com a umidade do solo, a umidade relativa do ar e a temperatura ambiental, variando de maneira proporcional com o último e inversamente proporcional com os primeiros.

LITERATURA CITADA

- BUHRER, N.E. Análises orgânicas e bromatológicas. Curitiba, D.A.Q.I., 1951. 132 p.
- . Práticas de química orgânica. 2ª ed. Curitiba, Guaíra, 1947. 232 p.
- CALVET, E. Química geral aplicada à indústria com práticas de laboratório. Barcelona, SALVAT, 1953. V-6, pp 714-716.
- HOUGH, W.A. Fuel and weather influence wildfires in sand pine forests. US Forest Service Research Paper SE-106, 1973. 11 p.
- HUBERT, E.E. Brief study on conifer needle oils. Journal of Forestry 30: 340-1, 1932.
- JOHNSON, V.J. Seasonal fluctuation in moisture content of pine foliage. US Forest Service Research Note NC-11, 1966. 4 p.
- KARNIK, M.G., BHATIA, K. & LAL, J. Seasonal variation in pine needle oil from *Pinus roxburghii*. Indian For. 92(8): 521-2, 1966.
- KRAMER, P.J. & KOZLOWSKI, T.T. Fisiologia das árvores. Lisboa, Fund. Calouste Gulbenkian, 1972. 745 p.
- MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Curitiba, CODEPAR, 1968. 350 p.
- MISSBACH, K. Suitability of important forest tree species for fire-breaks and firebelts. Arch. Forstw. 16(11):1173-86, 1967.
- MUNIZ, P.J.C.; SPIITZNER, R.K. & BÜHRER, N.E. Ensaios sobre a extração de resinas no Paraná. Simp. Bras. de Reflor. e Pres. de Rec. Nat., Santa Catarina, 1966. 6 p.

Variação na Umidade da Madeira de Eucalipto, Estocada em Pátios Industriais

MANOEL CARLOS FERREIRA
JOSÉ DA COSTA SARAIVA FILHO
PLINIO DE SOUZA FERNANDES
Eucatex S.A. Indústria e Comércio

Summary

Preliminary results are given of investigations into the variation in moisture content of air-drying barked *Eucalyptus saligna* roundwood in tree lengths, at three different heights in stock. The results showed that the moisture content is higher at the lowest position in the stock. The rate of air-drying is very rapid during the first week after felling.

Introdução

Na fabricação de chapas de fibras, a umidade da madeira é uma das características importantes. A matéria-prima com teor de umidade uniforme, é desejável sob diversos aspectos industriais envolvidos.

Sabe-se que a madeira entra em processo de secagem natural, imediatamente após o abate. Essa secagem é de intensidade variável, dependendo das condições ambientais reinantes, até atingir uma umidade de equilíbrio tão baixa, que passa a não ser desejável no processo industrial. Assim o conhecimento do padrão de secagem da madeira roliça, estocada em pátios de indústria, é importante para o adequado dimensionamento dos estoques.

Revisão Bibliográfica

Se o processo de secagem da madeira desdobrada e a importância relativa dos fatores envolvidos, já é assunto estudado com profundidade e com farto material de consulta disponível, o mesmo não acontece com madeira roliça, de diâmetros variáveis, quando estocada em pátios de indústrias de transformação.

Estudando a taxa de secagem ao ar, de *Eucalyptus grandis*, des cascado, com classes de DAP variando de 7,5 a 20 cm, com idades de 8 a 10,5 anos e cortes efetuados em diferentes estações do ano, SCHÖNAU (1974-1975) na África do Sul, obteve os seguintes resultados:

- Há uma grande variação na taxa de secagem, de acordo com a classe de diâmetro, localidade e condições de tempo. Toretas de menores diâmetros secam mais rapidamente do que aquelas de diâmetros maiores.
- A taxa de secagem é maior quando o abate é realizado na estação seca do ano.
- A taxa de secagem é muito rápida durante a 1ª semana após o abate, consideravelmente reduzida da 2ª para a 4ª semana e muito lenta após a 4ª semana, quando passa a ser grandemente dependente das condições reinantes.

SCHÖNAU and VERLOREN, (1976-1977) estudaram taxas de secagem de madeira roliça descascada de *E. elata*, *E. fastigata*, *E. macarthurii* e *E. nitens*, tidas como espécies de densidade bem mais elevada que a do *E. grandis*. Os autores concluíram que, para propósitos práticos, a taxa de secagem dessas espécies é a mesma e que a variação observada, ocorre como resultado das condições ambientais. Os autores também concluíram que sob condições médias, o conteúdo de umidade dos toretas é dependente principalmente, do teor de umidade imediatamente após o abate.

Nesse mesmo trabalho, os autores concluem que se o teor de umidade inicial dos toretas é alto, 8 semanas de secagem ao ar poderão não ser suficientes, para secagem até um nível aceitável, para propósitos industriais.

Através de uma tabela em que aparecem as taxas de secagem

relacionadas às classes de diâmetro analisadas, os autores concluem que a taxa média de secagem do lote, é similar à taxa de secagem da classe de toretas com 12,5 cm, na extremidade mais fina. Convém salientar, que os autores afirmam ser esta acertiva, válida também, para o *E. grandis*.

Material e Métodos

Material

Utilizou-se toretas de madeira de *Eucalyptus saligna* Smith, com casca e comprimento de 2,20 m, proveniente de uma área em exploração localizada no Município de Paulínia, estado de São Paulo, com 7 anos de idade.

Para o controle da umidade e visando facilitar o manuseio, utilizou-se peças com 50 cm de comprimento e diâmetro de 10 cm, que era a média dos diâmetros dos toretas do lote estudado. As amostras tiveram uma de suas extremidades vedadas com parafina, para que a secagem não fosse acelerada pelo seu menor comprimento.

Métodos

Os toretas com 2,20 m de comprimento foram transportados para a Eucatex S/A - Indústria e Comércio, em Salto - S.P., logo após o abate das árvores, de um único talhão. Na indústria, foram estocados no pátio, formando 3 pilhas paralelas, com 1,5 m de altura e distantes 1,5 m entre si, permitindo dessa forma a ventilação entre as mesmas.

Paralelamente cortou-se alguns toretas com 0,50 m de comprimento, os quais foram acondicionados em sacos plásticos para evitar a perda de umidade, durante o transporte desse material ao laboratório e a pesagem.

Após a pesagem essas amostras foram identificadas através de placa numerada na extremidade mais fina e para evitar a perda de umidade, a extremidade oposta foi vedada por emulsão de parafina.

Em seguida essas amostras foram distribuídas nas pilhas, em diferentes alturas, a saber:

- sobre as pilhas, expostas ao sol, chuvas e ventos
- na altura média das pilhas
- na base das pilhas, a aproximadamente 0,30 m do solo.

Durante a 1ª semana a pesagem foi feita diariamente, aumentando-se para intervalos semanais até a 4ª semana e a partir de então, para intervalos mensais.

A época de condução do experimento foi de 13/06/80 a 25/06/81 e ao final do trabalho, determinou-se o peso seco das amostras, com cujos dados, foi possível calcular as umidades do material nas diferentes fases de secagem.

Resultados e Discussão

O Quadro I mostra o conteúdo de umidade (base seca) da madeira estocada, nos 3 níveis de altura da pilha, nas diversas medições realizadas e ilustradas na figura I.

De acordo com o Quadro I, observa-se as variações de umidade entre os 3 níveis de altura, as quais tendem a ser mais evidentes a partir da 2ª semana após o abate. Como era de se esperar, a madeira que se encontra na parte superior das pilhas apresenta - pelo maior contacto com os fatores de secagem ambientais - ao final do estudo, menor teor de umidade, quando comparada com a madeira nos demais níveis. Embora não haja uma variação muito grande entre o nível médio e o inferior, a maior umidade é verificada nas camadas mais baixas das pilhas. Assim, a taxa de secagem é variável, de acordo com a posição da madeira ao longo das alturas das pilhas.

No presente trabalho, as maiores taxas de secagem foram verificadas durante a 1ª semana após o abate, consideravelmente reduzida da 2ª para a 5ª semana e muito lenta após a 5ª semana. Conforme mostra a Figura I, a tendência à estabilização é obser-

QUADRO I - Teor médio de umidade da madeira estocada, nas diversas medições realizada, em 3 níveis de altura da pilha, com os respectivos Desvios Padrões (σ) e Erros Padrões da Média ($\sigma(\bar{m})$)

Tempo de corte (dias)	SUPERIOR	σ	$\sigma(\bar{m})$	MEIO	σ	$\sigma(\bar{m})$	INFERIOR	σ	$\sigma(\bar{m})$
0	124,2	12,03	5,38	124,4	14,97	6,11	124,4	9,62	3,93
1	120,3	11,24	5,03	121,9	14,31	5,84	121,9	9,33	3,81
2	116,4	10,46	4,67	119,4	13,69	5,59	119,6	9,11	3,72
3	112,5	9,68	4,33	116,9	13,11	5,35	117,2	8,97	3,66
4	109,1	7,98	3,57	115,1	11,98	4,89	115,5	8,09	3,30
5	106,3	6,46	2,89	113,6	11,26	4,60	114,2	7,59	3,10
6	103,4	5,45	2,35	112,2	10,55	4,31	112,9	7,14	2,92
7	100,6	4,63	2,07	110,7	9,86	4,03	111,5	6,78	2,77
14	87,8	9,04	4,04	103,2	8,33	3,40	106,2	6,98	2,85
21	73,5	11,97	5,35	95,1	7,66	3,13	100,2	8,52	3,48
28	60,6	11,62	5,19	85,1	6,72	2,74	92,2	9,49	3,88
33	54,5	8,97	4,01	79,4	4,54	1,86	87,1	8,61	3,51
40	46,9	6,52	2,92	70,1	4,12	1,68	79,7	7,33	2,99
61	35,2	4,73	2,11	53,9	8,89	3,63	63,6	5,28	2,16
102	21,7	3,65	1,63	31,2	6,02	2,46	41,3	4,60	1,88
132	14,8	1,00	0,45	22,3	4,49	1,83	27,2	6,00	2,45
160	11,5	0,85	0,38	16,6	2,68	1,09	18,9	3,65	1,49
233	16,8	2,95	1,32	19,4	2,81	1,15	20,7	1,91	0,80
332	13,3	1,16	0,52	18,3	2,46	1,00	17,7	1,70	0,69
375	13,4	1,95	0,87	16,6	1,38	0,56	16,6	1,26	0,51

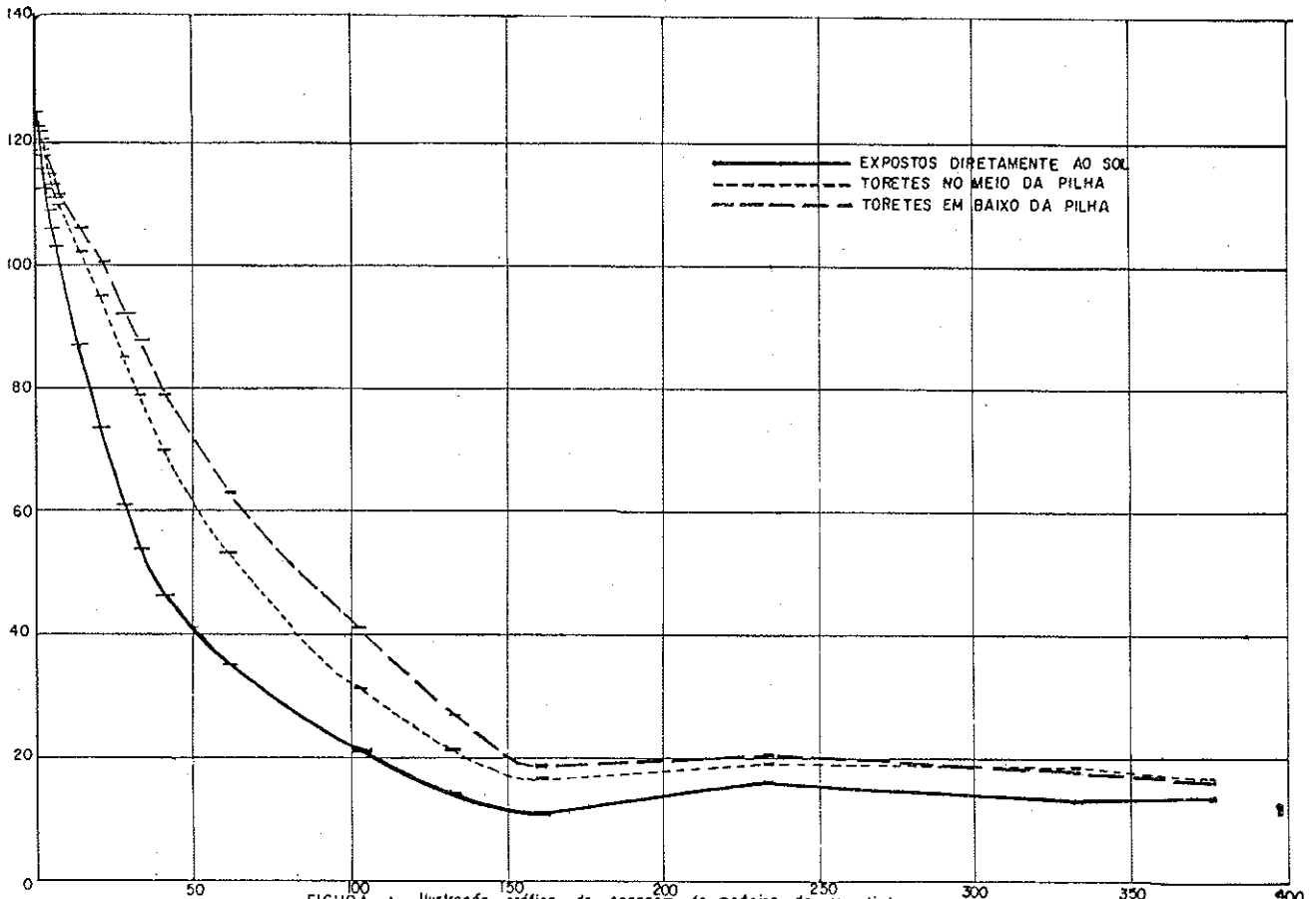


FIGURA 1: Ilustração gráfica da secagem de madeira de eucalipto, estocadas em pátios industriais, em três níveis de altura da pilha.

vada a partir da 21ª semana. Esses resultados coincidem com aqueles apresentados por SCHÖNAU (1974-1975), somente no que se refere à 1ª semana de secagem. As observações divergentes nas semanas subsequentes, devem-se provavelmente, às condições em que se desenvolveu o presente, ou seja, madeira empilhada e com casca, além de variações climáticas ocorridas no desenvolvimento do trabalho.

A Figura I ilustra claramente a tendência de secagem da madeira e respectivas variações do teor de umidade nos 3 níveis estudados, observando-se que as maiores taxas de secagem ocorreram na 1ª semana após o abate e uma diminuição gradativa após esse período. Observa-se também, embora haja variação na taxa de secagem nos 3 níveis altura, uma tendência para a estabilização do teor de umidade, após a 21ª semana após o abate.

Como o presente estudo desenvolveu-se em pilhas com alturas bem inferiores as normalmente utilizadas nos pátios de estocagem, ao final do trabalho procedeu-se a análise dos teores de umidade em diversas pilhas do estoque de segurança da indústria, verificando-se que a distribuição de umidade em função da altura da pilha é aproximadamente igual nos dois tipos de pilhas (industrial e experimental). Isso é uma indicação de que pilhas com 1,5 m de altura, refletem o comportamento de secagem das pilhas industriais. (4 a 5 m).

Os resultados observados sugerem o desenvolvimento de novos estudos, correlacionando teor de umidade com épocas diferentes de abate (estações do ano), localização dos pátios industriais, disposição das pilhas em relação aos ventos dominantes, etc.

Conclusões

O presente foi desenvolvido visando o conhecimento do com-

portamento dos teores de umidade da madeira de *Eucalyptus* spp, com casca, ao longo das alturas das pilhas dos estoques de segurança, em pátios industriais, dada a importância da uniformidade dos teores de umidade no processo industrial.

Da análise e discussão dos resultados obtidos no presente experimento, conclui-se que:

- 1 - Existe variação do teor de umidade da madeira ao longo das alturas das pilhas, sendo maior, quanto mais próxima ao solo.
- 2 - A madeira situada na parte superior das pilhas seca mais rapidamente quando comparada a madeira situada nas camadas mais baixas.
- 3 - As maiores taxas de secagem são verificadas na 1ª semana após o abate.
- 4 - Umidade da madeira tende a valores constantes, a partir da 21ª semana após o abate.

Bibliografia Consultada

- SCHÖNAU, A.P.G. - Air drying rate of debarked *Eucalyptus grandis*. Wattle Research Institute Report for. 1974-1975. Pg. 68-72.
- SCHÖNAU, A.P.G. & van THEMAAT, R.V. - Preliminary Results of Investigations Into the Air - Drying of Debarked Logs of four *Eucalyptus* Species in the Natal Midlands. Wattle Research Institute Report for. 1976-1977. - pag. 86-100.
- SCHÖNAU, A.P.G. & van THEMAAT, R.V. - Sampling Air-Dried *Eucalypt* Roundwood For Moisture Determination. Wattle Research Institute Report For. 1977-1978. Pag. 121-124.

Variabilidade Radial da Madeira de *Eucalyptus saligna*

CELSE EDMUNDO B. FOELKEL
CARLOS ALBERTO BUSNARDO
CLAUDETE DIAS
CLADISMAR SCHMIDT
ROSANE MARIA R. DA SILVA
JOÃO BATISTA V. VESZ
Rio Grande — Cia. de Celulose do Sul — Riocell

Summary

As all trees, those from 9 year-old *Eucalyptus saligna* also show variation of properties in the radial direction. Samples taken at breast height diameter show that the first-formed wood (up to 25% of the diameter) shows "infantile" characteristics. Then, the wood formed up to 50-67% of the diameter can be considered as "juvenile wood". At this point, the wood properties become more stable, although keeping not so strongly marked variations in properties. Heartwood density was lower than sapwood. This is of common occurrence for the species at this age. Organic soluble extractives showed little effect on wood density.

Resumo

Como usual para árvores, as do *Eucalyptus saligna*, aos 9 anos de idade, também mostram variabilidade da madeira no sentido radial. Baseando-se na experimentação, estima-se que até cerca de 25% do diâmetro da árvore (ao nível do DAP), a madeira produzida tenha características "infantis". A seguir, até 50 a 67% do diâmetro, a madeira mostra características "juvenis". A partir daí, a madeira passa a ter suas características estabilizadas, embora mantendo ainda tendências de variação, não tão acentuadas. O cerne mostrou madeira menos densa que o albúmeno, o que é comum para a espécie nessa faixa de idade. O teor de extrativos em solventes orgânicos, tanto para o cerne como para o albúmeno, pouco afeta a densidade básica da madeira.

INTRODUÇÃO

O eucalipto, por não apresentar anéis de crescimento bem distintos na madeira, como ocorre com muitas coníferas e mesmo algumas folhosas, conduz a dificuldades na avaliação da variabilidade de sua madeira. Entretanto, para muitas das utilizações dessa madeira, é fundamental que se conheça a maneira como a mesma varia nos sentidos radial (medula + casca) e axial (base + topo). Por exemplo, a utilização da madeira do eucalipto para fins estruturais, para móveis, etc, não pode, de forma alguma, considerar que a madeira é homogênea e igual em todos os seus sentidos. Mesmo para a produção de celulose, é interessante que se conheça bem em como a madeira varia para permitir a máxima otimização de seu uso, pois não se pode esquecer que o licor de cozimento deve penetrar internamente a um material heterogêneo para deslignificação. É inclusive interessante saber como varia a madeira para poder, em processos de melhoramento florestal, reduzir ao máximo as variações para se dispor de um material uniforme.

Frente à importância que se atribuiu à necessidade de melhor conhecer os modelos de variação de características da madeira do *Eucalyptus saligna*, tais como densidade básica, dimensões das fibras e vasos, etc, é que se decidiu realizar a presente pesquisa. Os objetivos globais do projeto de pesquisa em apreço são:

- a) estudar os modelos de variabilidade da densidade básica da madeira com e sem extrativos, no sentido medula + casca, à altura do DAP;
- b) estudar a variabilidade das dimensões das fibras e vasos no sentido medula + casca ao nível do DAP;
- c) estudar a variabilidade das dimensões das fibras e vasos, no sentido medula + casca, ao nível do DAP, mas dentro de classes de frequência;
- d) estudar a variabilidade no sentido medula + casca, ao DAP, dos teores de fibras, vasos e parênquima na madeira;
- e) estudar, no mesmo sentido, a variação do "coarseness" da madeira;
- f) proceder a cortes histológicos e obtenção de macro e microfotografias.

A finalidade final do projeto é saber em como a madeira varia no sentido medula + casca e fornecer subsídios para projetos de melhoramento futuros visando homogeneizar a qualidade da madeira dentro da própria árvore.

Frente à dimensão do trabalho, estão apresentados nessa tese apenas os resultados médios obtidos para os itens a e b.

MATERIAL

O material básico para o estudo consistiu de discos sadios, isento de nós, amostrados à altura do DAP em três árvores de *Eucalyptus saligna*. As árvores consistiam em árvores de desenvolvimento médio de um povoamento florestal, comercialmente implantado, com 9 anos e 8 meses, localizado em Barra do Ribeiro - RS. O desenvolvimento médio do povoamento nessa idade era de 25st/ha/ano, abaixo do usual para *E. saligna* na região. Entretanto, as árvores eram de bom diâmetro (~24cm) e altura, sendo a menor taxa de incremento devido às falhas de árvores ocorridas por afloramento rochoso na área.

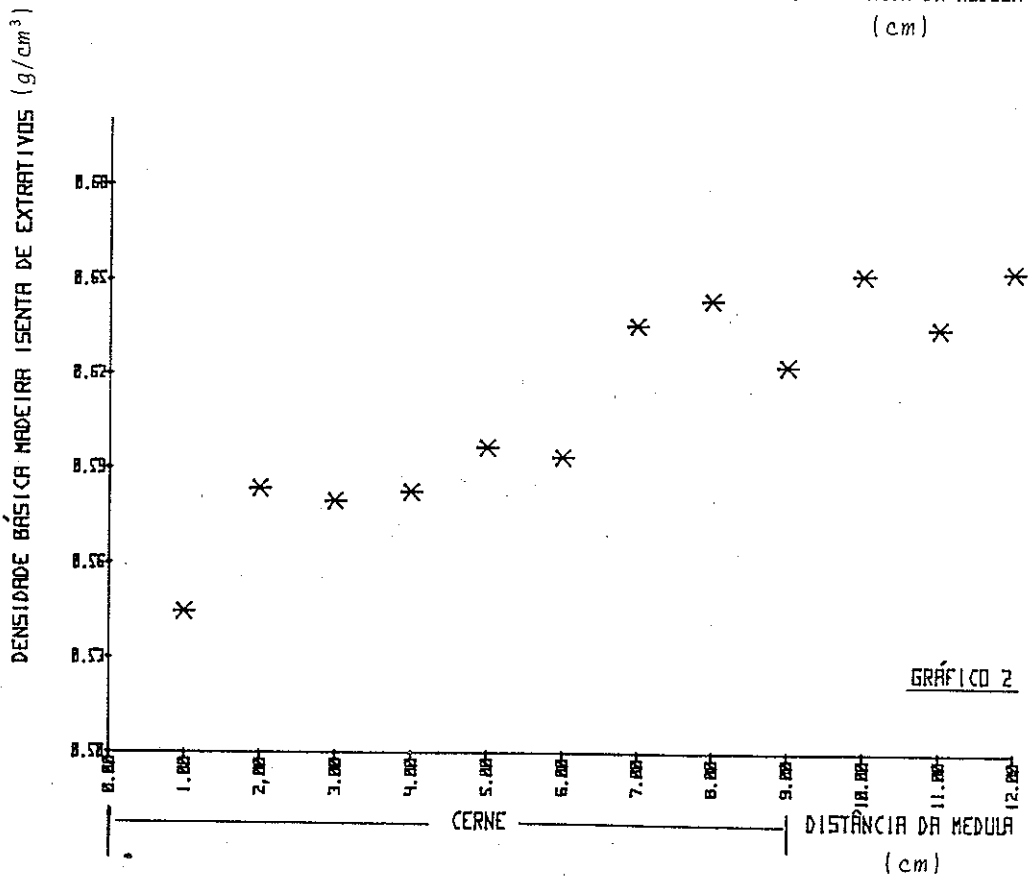
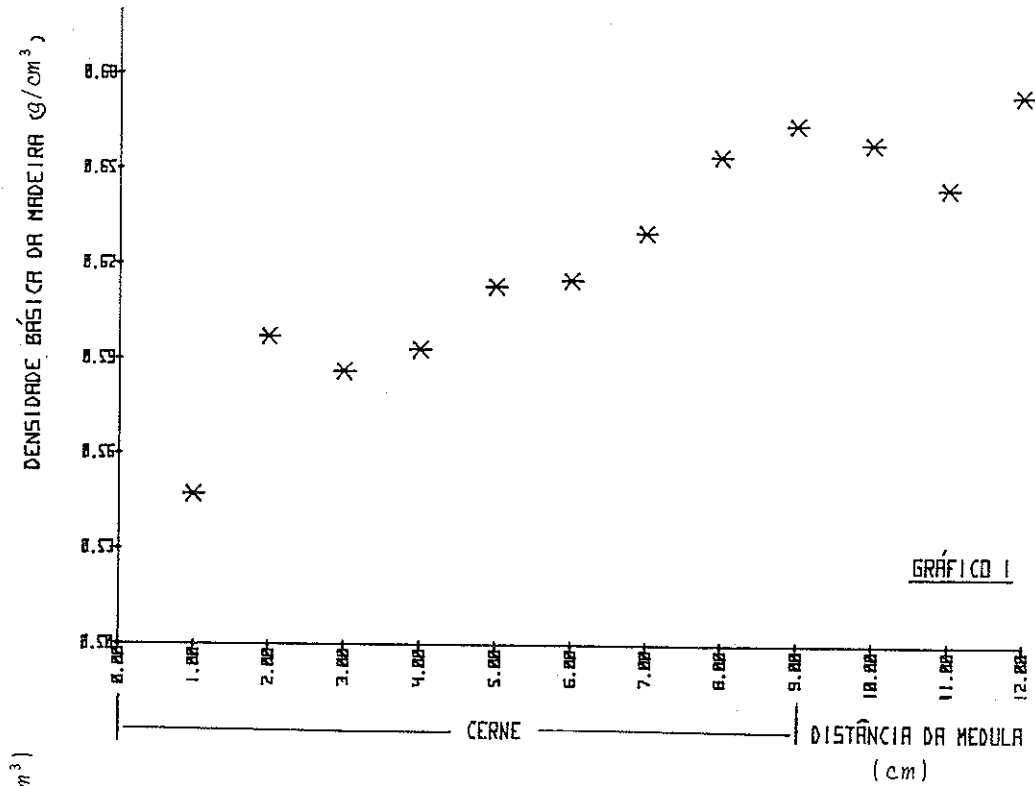
METODOLOGIA

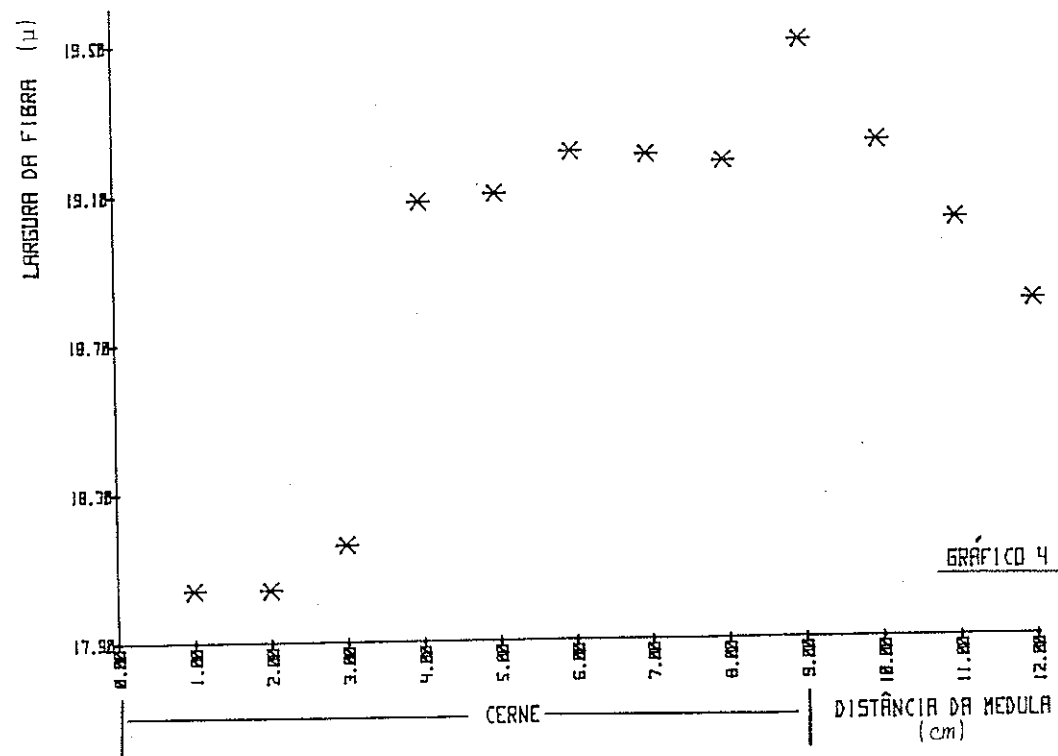
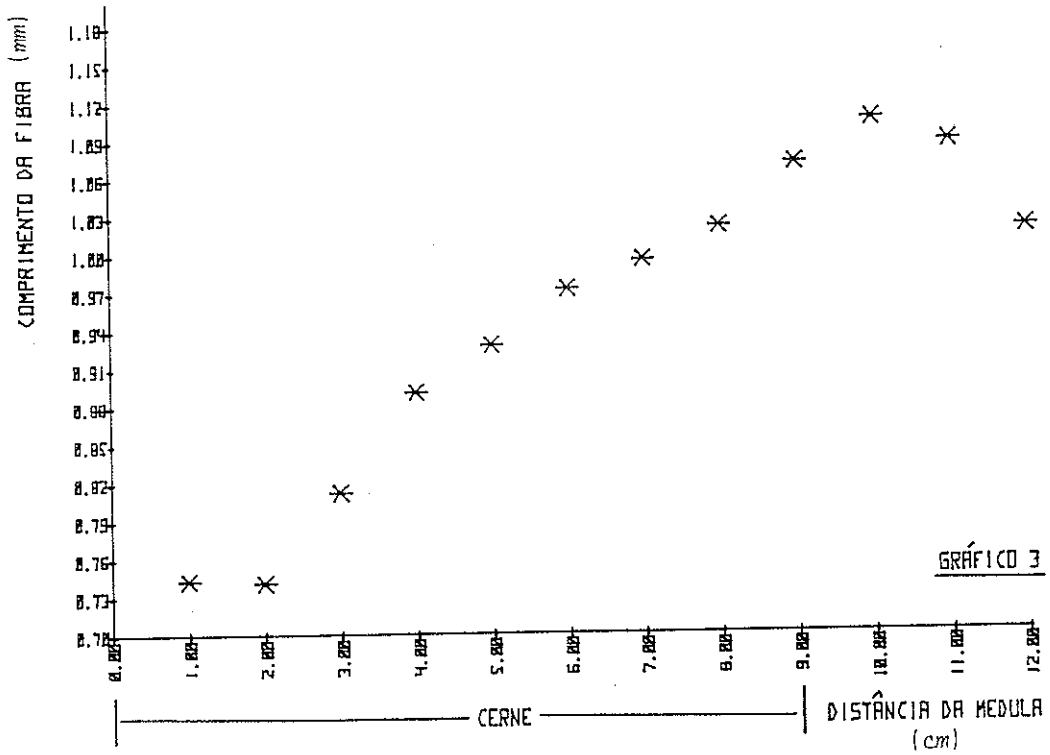
Para cada um dos discos a ser estudado, obteve-se uma fatia do mesmo ao longo do seu diâmetro, passando justamente pela medula. A partir da medula, a cada centímetro, para a direita e esquerda da mesma, dividiu-se a fatia em bloquinhos que foram perfeitamente identificados. De cada bloquinho retirou-se amostra suficiente para maceração e medição dos componentes anatômicos e se reservou o restante para as determinações de densidade básica pelo método do máximo teor de umidade. A densidade básica da madeira isenta de extrativos era determinada em sub-amostras de madeira previamente extraídas com álcool/benzeno 1:2, diclorometano, álcool e água. A maceração foi realizada pela solução nítrica/acética conforme BARRICHELO & FOELKEL (1982) e as medições microscópicas foram realizadas em elementos anatômicos corados por safranina. Para comprimento das

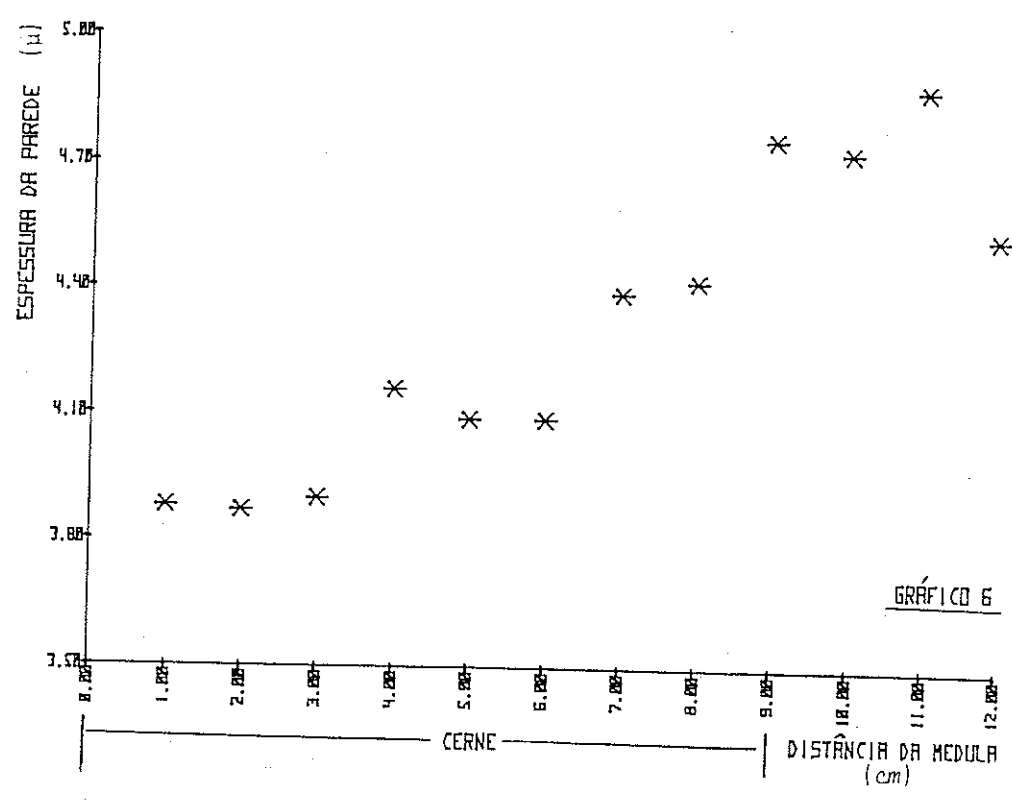
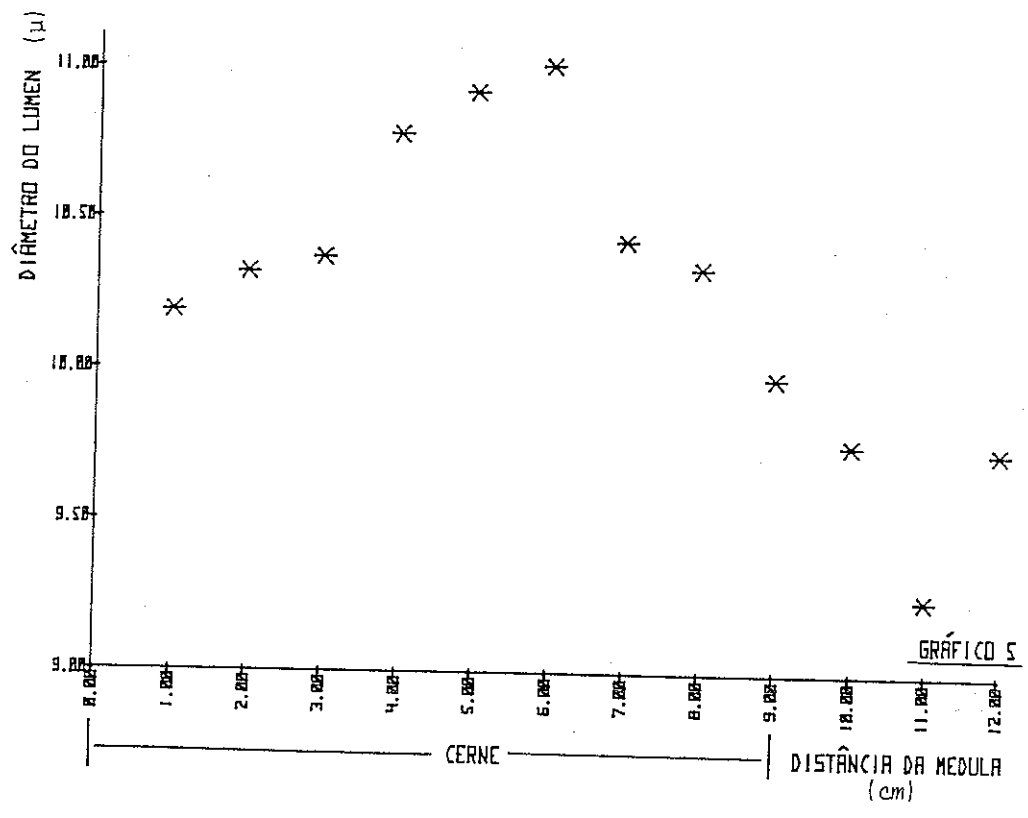
Quadro 1: Características médias da madeira do *E. saligna* ao longo do sentido medula - casca (Determinações em a cm)

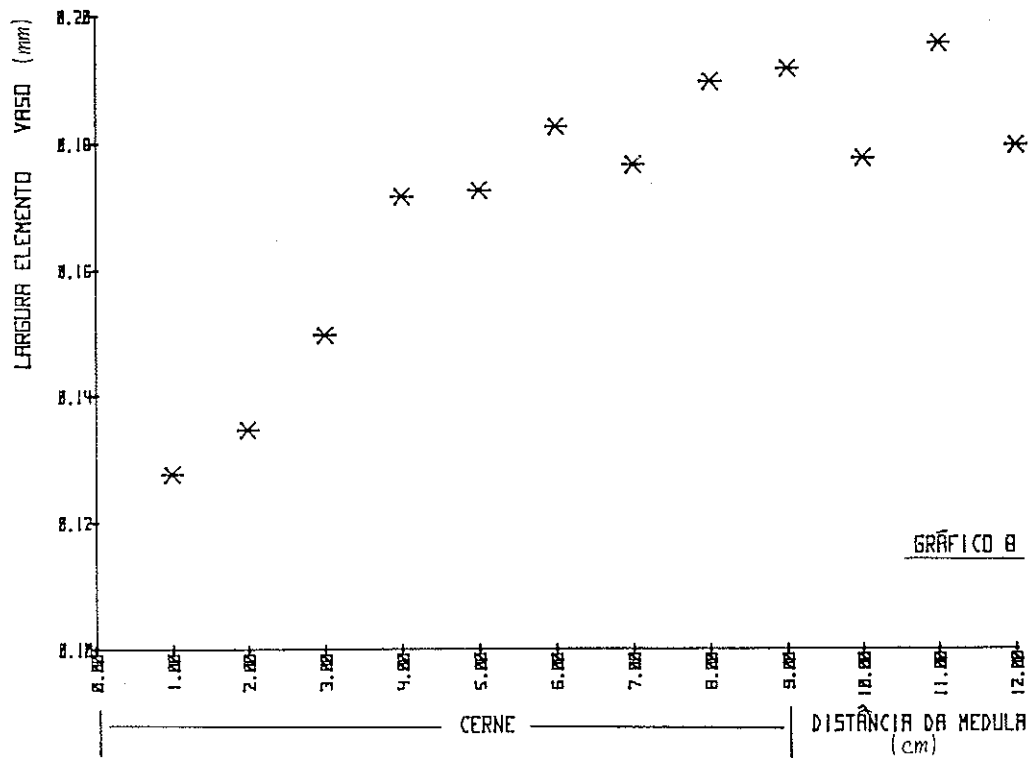
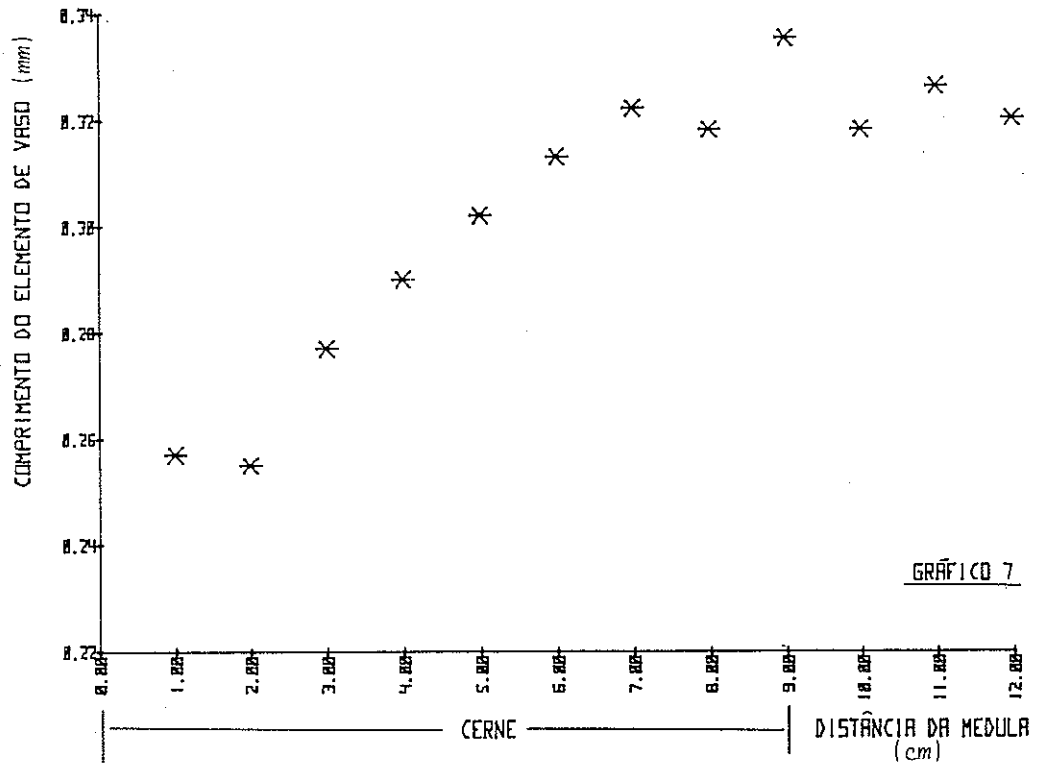
Madeira	% do DAP	Distância da medula no raio (cm)	Densidade básica da madeira (g/cm ³)	Densidade básica madeira isenta de extrativos (g/cm ³)	Comprimento da fibra (mm)	Largura da fibra (μ)	Diâmetro do lúmen (μ)	Espessura da parede (μ)
	8,33	1	0,547	0,545	0,743	18,04	10,19	3,88
	16,67	2	0,597	0,584	0,741	18,04	10,32	3,87
C	25,00	3	0,586	0,580	0,812	18,16	10,37	3,90
E	33,33	4	0,593	0,583	0,891	19,08	10,78	4,16
R	41,67	5	0,613	0,597	0,928	19,10	10,92	4,09
N	50,00	6	0,615	0,594	0,972	19,21	11,01	4,09
E	58,33	7	0,630	0,636	0,995	19,20	10,43	4,39
	66,67	8	0,654	0,644	1,021	19,18	10,34	4,42
	75,00	9	0,664	0,623	1,071	19,50	9,98	4,76
A	83,33	10	0,658	0,652	1,105	19,23	9,76	4,73
B	91,66	11	0,644	0,635	1,087	19,02	9,25	4,88
U								
R								
N	100,00	12	0,673	0,653	1,019	18,80	9,74	4,53
O								

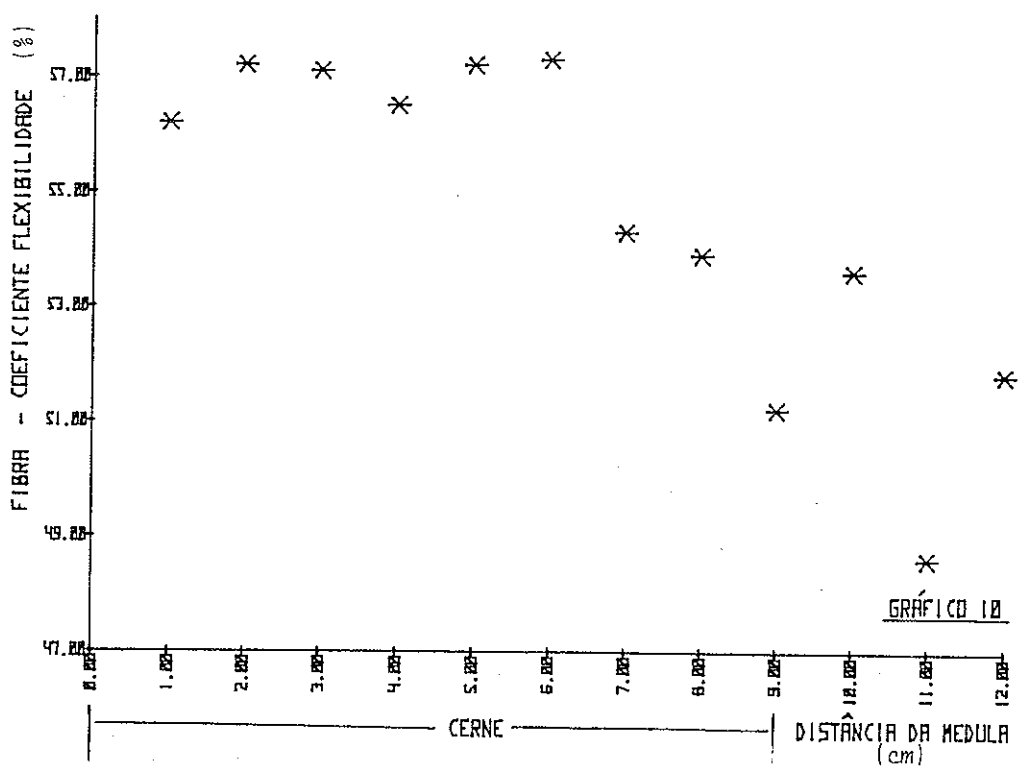
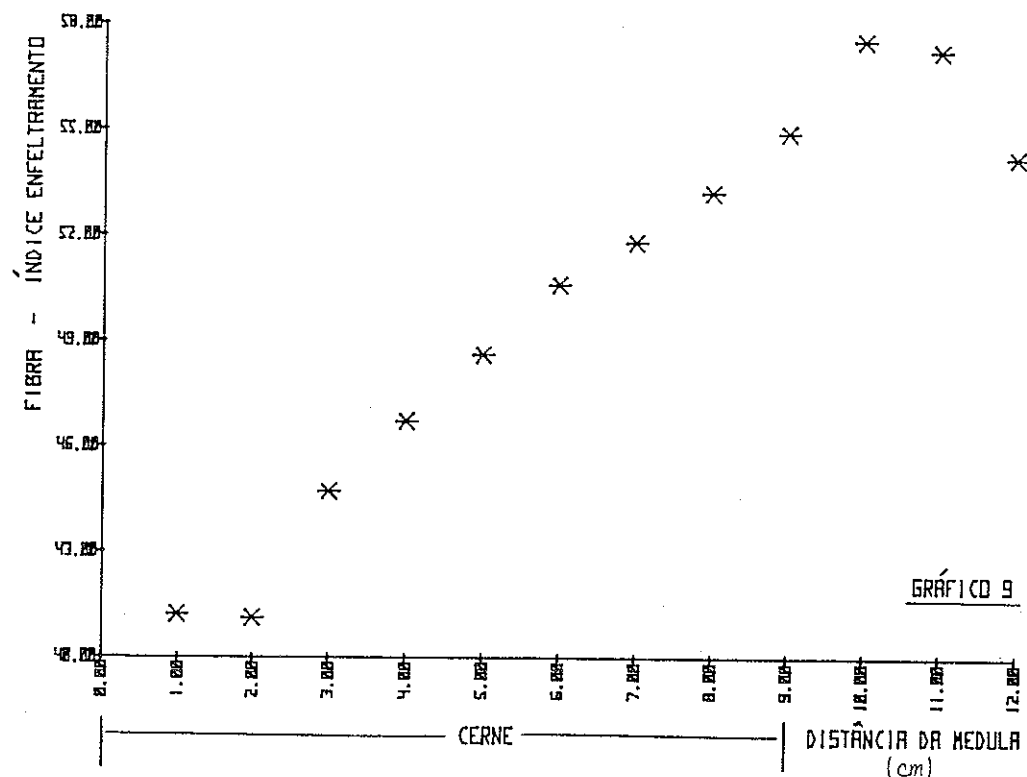
Madeira	Comprimento do elemento de vaso (mm)	Largura do elemento de vaso (mm)	Fibra				Vaso	
			Índice enfiletramento	Coefficiente flexibilidade (l)	Fração parede (l)	Índice Rankel	Relação comprimento/espessura	Índice enfiletramento
	0,257	0,128	41,2	56,2	43,0	0,761	191	2,01
	0,255	0,135	41,1	57,2	42,9	0,750	192	1,89
C	0,277	0,150	44,7	57,1	43,0	0,752	208	1,85
E	0,290	0,172	46,7	56,5	43,6	0,772	214	1,69
R	0,302	0,173	48,6	57,2	42,8	0,749	227	1,75
N	0,313	0,183	50,6	57,3	42,6	0,743	238	1,71
E	0,322	0,177	51,8	54,3	45,7	0,842	227	1,81
	0,318	0,190	53,2	53,9	46,1	0,855	231	1,67
	0,335	0,192	54,9	51,2	48,8	0,953	225	1,74
A	0,318	0,178	57,5	53,6	49,2	0,969	234	1,79
B	0,326	0,196	57,2	48,6	51,3	1,055	223	1,66
U								
R								
N	0,320	0,180	54,2	51,8	48,2	0,931	225	1,78
O								

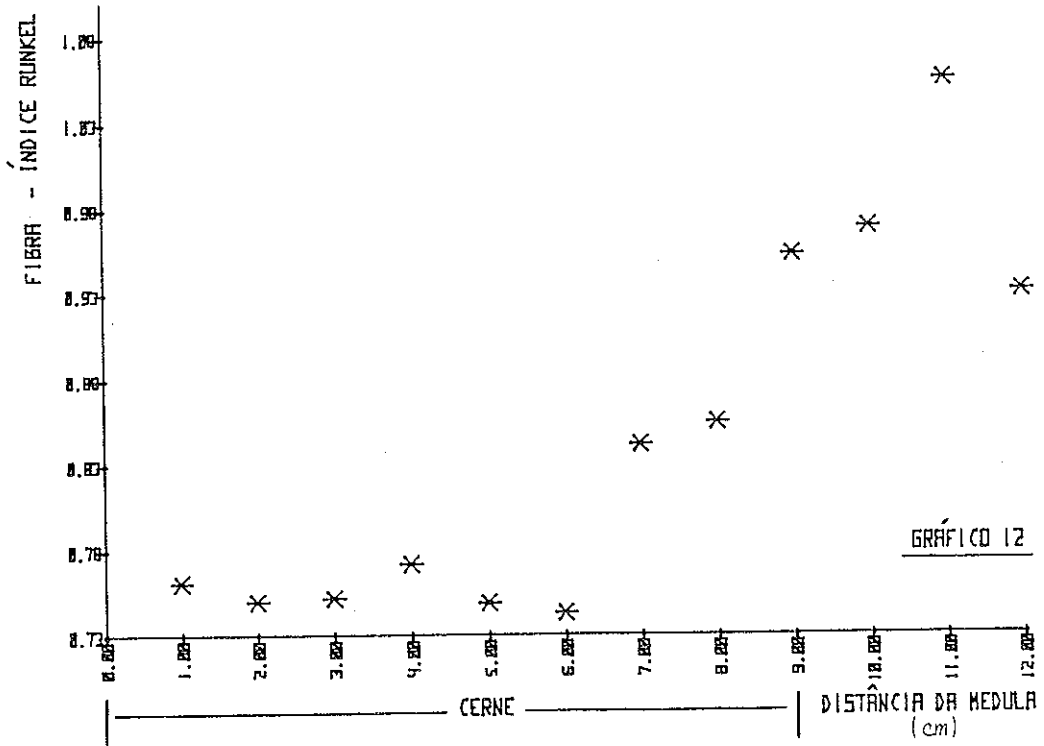
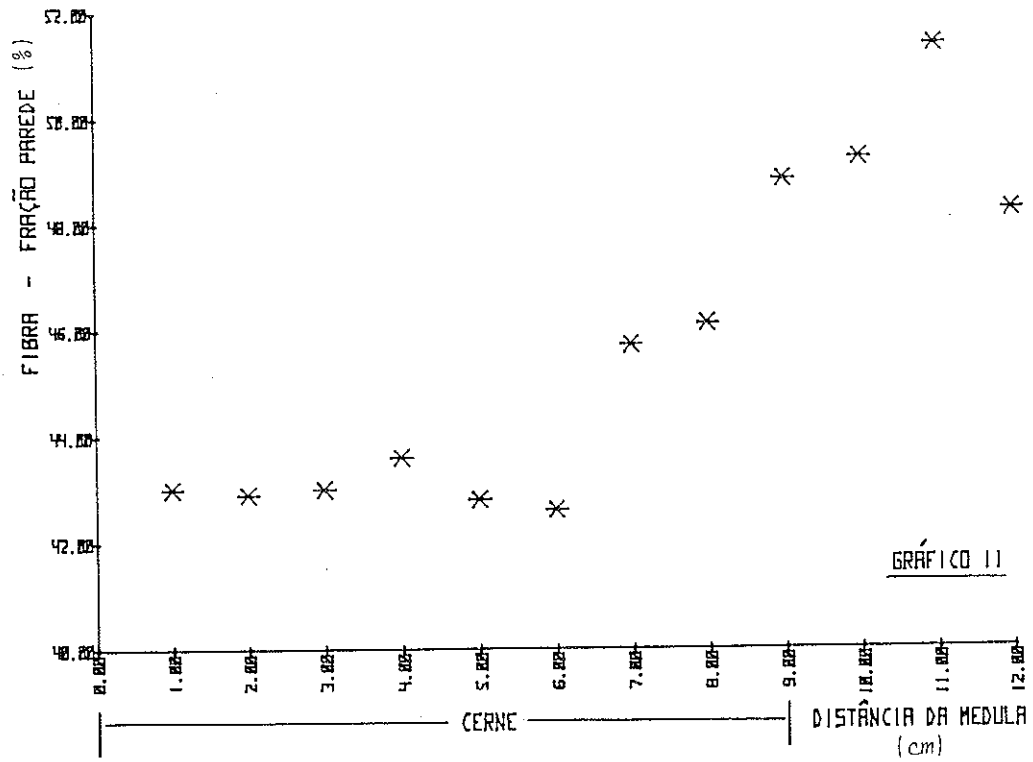


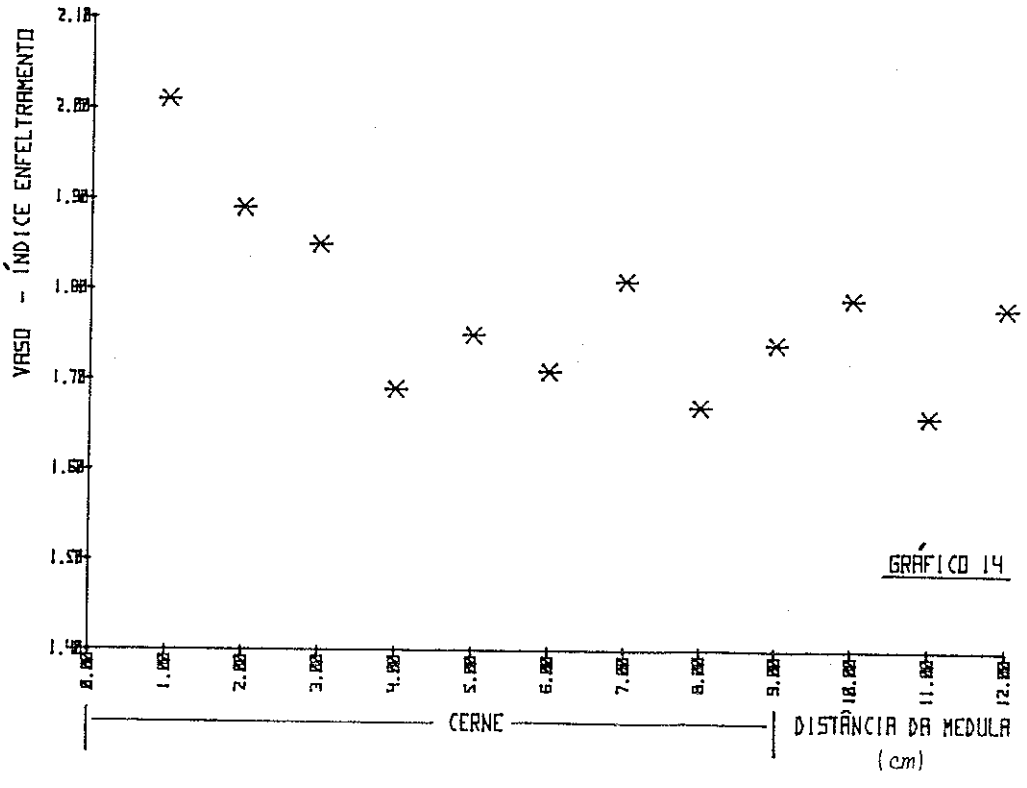
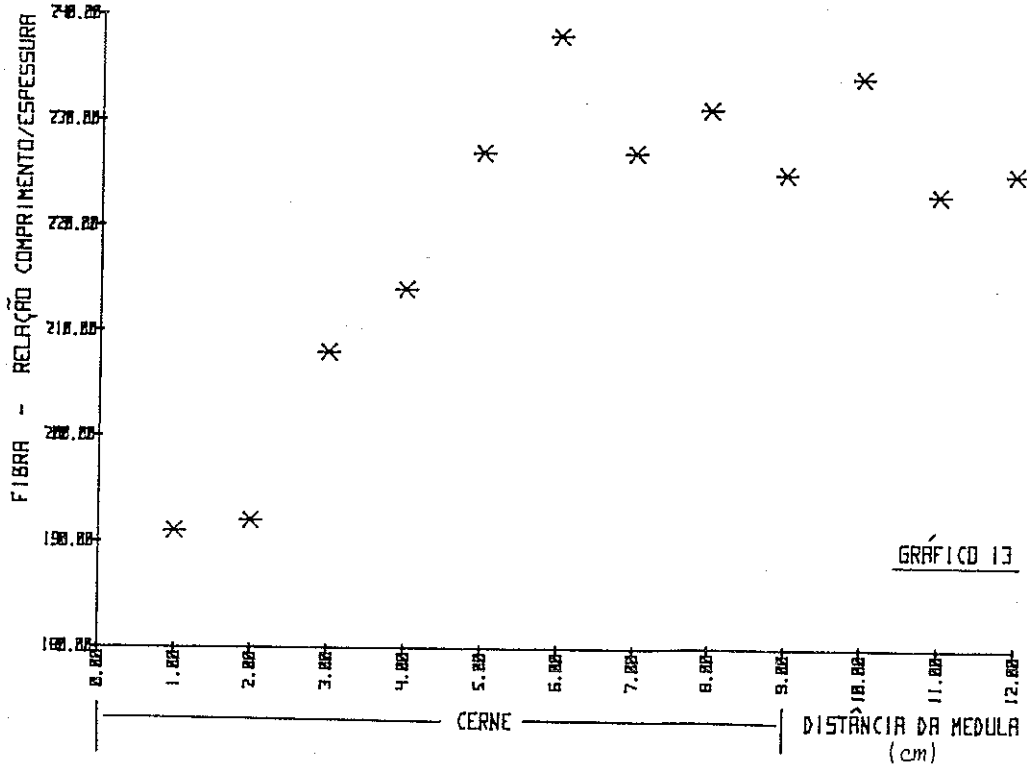












fibras mediram-se 150 fibras por sub-amostra e para as demais dimensões das fibras mediram-se 50 fibras. Para as determinações de dimensões dos elementos de vaso, mediram-se 30 elementos por sub-amostra.

Algumas das principais relações entre as dimensões fundamentais das fibras e que são de importância para a indústria celulósica/papeleira foram também calculadas como: coeficiente de flexibilidade, índice de Runkel, fração parede e relação comprimento/espessura da parede para as fibras e índice de enfeitramento para as fibras e vasos.

RESULTADOS

Os resultados foram apresentados relacionados à posição de cada bloquinho retirado. Como os discos não eram perfeitamente concêntricos, os raios medidos à esquerda ou direita da medula não eram similares. Para evitar problemas de interpretação numérica, decidiu-se que a maneira mais apropriada de apresentar os resultados era a de mostrar a variação da média. Como os diâmetros dos discos eram relativamente similares, apresentaram-se gráficos de variação representando a média dos três discos para cada propriedade. Dessa forma, ao longo do raio, no sentido medula + casca, podia-se verificar a forma de variação das catorze propriedades em estudo.

Inicialmente as médias foram computadas e apresentadas no Quadro 1. A seguir, elaboraram-se os catorze gráficos mostrando a variabilidade média da madeira do Eucalyptus saligna (9 anos e 8 meses) ao longo do sentido medula + casca.

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Embora esse tipo de metodologia não permita relacionar diretamente a variabilidade da madeira no sentido radial com a idade do anel de crescimento, como é comum se fazer para coníferas, ele nos oferece informações quando relacionamos as variações com a porcentagem do diâmetro.

Os modelos encontrados e apresentados nos Gráficos 1 a 14 mostram algumas tendências bem claras quanto à variabilidade da qualidade da madeira. As discussões que se seguem procuram mostrar as mais nítidas.

Observar que a densidade básica da madeira isenta de extrativos era, em média, apenas 2% inferior à densidade da madeira com extrativos, o que mostra a baixa influência dos extrativos sobre o peso da madeira nessa faixa de idade. O valor 2%, inclusive, é aproximadamente o valor que se obtém para teor de extrativos em solventes orgânicos na madeira do eucalipto.

O modelo de variação da densidade básica da madeira era o de um crescimento gradual no sentido medula + casca, sendo a madeira do cerne menos densa que a do alburno. Essa característica, já discutida por BUSNARDO *et alii* (1982), vem reforçar

a informação de que nas idades em que o Eucalyptus saligna, é usualmente explorado no Brasil (7 a 10 anos), a madeira do alburno é que possui, em geral, maior densidade.

Aparentemente, a partir do sexto ao oitavo centímetro a partir da medula (50 a 67% do DAP) era que se observava uma tendência de atingir certo patamar de resultados, indicando talvez o término de um "período juvenil".

Os comprimentos da fibra e do elemento de vaso e o índice de enfeitramento da fibra mostravam modelos relativamente uniformes no aumento da propriedade em função do afastamento da medula. Apenas a madeira bem próxima à medula (até 25% do DAP) mostrava valores inferiores para essas características. As variabilidades das larguras da fibra e do elemento de vaso também mostravam presença de madeira com características distintas até cerca de 25% do DAP. O índice de enfeitramento para os elementos de vasos nessa madeira mais próxima à medula era apreciavelmente maior que para o restante da madeira do disco. Isso somado pode indicar a presença de uma "madeira infantil" até cerca de 25% do diâmetro da árvore.

Por outro lado, reforçando o argumento de que a "madeira juvenil" era produzida até cerca de 50 a 67% do DAP, notou-se que a partir do sexto ao oitavo centímetro da medula, a espessura da parede celular, o coeficiente de flexibilidade, a fração parede e o índice de Runkel alteravam significativamente seu modelo de variação.

CONCLUSÃO

Como usual para as árvores, as do Eucalyptus saligna também mostram variabilidade da madeira no sentido radial. Baseado-se nos dados obtidos na experimentação, pode-se estimar que até cerca de 25% do diâmetro da árvore (ao nível do DAP) essa produz uma "madeira infantil", que se segue pela produção de uma "madeira juvenil" até 50 a 67% do diâmetro. A partir daí, a madeira passa a ter suas propriedades estabilizadas, embora mantendo ainda tendências de variação, não tão acentuadas. O cerne mostrou-se como uma madeira menos densa que o alburno, o que é comum para a espécie nessa faixa de idade. O teor de extrativos solúveis em solventes orgânicos, tanto para o cerne como para o alburno de E. saligna, pouco afeta a densidade básica da madeira.

BIBLIOGRAFIA

BARRICHELO, L.E.G. & FOELKEL, C.E.B. - Processo nítrico-acético para maceração de madeira. IV Congresso Florestal Brasileiro, 1982. Entregue para publicação.

BUSNARDO, C.A.; GONZAGA J.V.; MENOCELLI, S.; BENITES, E.P.; DIAS, C. & FOELKEL, C.E.B.. Umidade ao abate da madeira e da casca de Eucalyptus saligna. IV Congresso Florestal Brasileiro, 1982. Entregue para publicação.

Método do Máximo Teor de Umidade aplicado à Determinação de Densidade Básica da Madeira do Eucalipto

CELSE EDMUNDO B. FOELKEL
AUGUSTO FERNANDES MILANEZ
CARLOS ALBERTO BUSNARDO
Rio Grande — Cia. de Celulose do Sul — Riocell

Summary

First, the theoretical aspects of the method are discussed. The reason for this paper is that the method has become very popular in the last ten years, however, some mistakes in using it are responsible to result in wrong estimation of the wood density. The method is based in two assumptions: a) the wood, when tested, is in its maximum moisture content; b) density of "wood substance" is considered to be equal to $1,53 \text{ g/cm}^3$. The authors discuss, with theoretical and practical considerations, the ways to avoid wrong utilization of the method, specially for eucalyptus wood.

Resumo

Inicialmente é apresentada a conceituação e bases teóricas do método do máximo teor de umidade para determinação da densidade básica de madeiras. O presente trabalho se fez necessário para servir de esclarecimento sobre a maneira correta de se utilizar o método, para não se criar o problema de estimar erroneamente a densidade básica. Para a aplicação do método são tomadas como verdadeiras duas suposições sobre as quais se alicerça a sua precisão: a) a madeira, quando no momento do teste, encontra-se no seu máximo teor de umidade; b) a densidade da "substância madeira" é admitida como igual a $1,53 \text{ g/cm}^3$. Os autores discutem, com exercitação teórica e prática, em como evitar os erros oriundos de discórdias para cumprir essas suposições, especialmente para as madeiras de eucalipto.

INTRODUÇÃO

Desde que o método do máximo teor de umidade passou a ser usado no estudo de madeiras em nosso país, o que ocorreu no início dos anos 70's, através de pesquisa de FOELKEL, BRASIL & BARRICHELO (1971), sua utilização tem-se difundido bastante. Essa crescente aceitação do método gerou uma preocupação, que seria a confirmação de que o método estivesse sendo utilizado corretamente. Frente à facilidade do procedimento metodológico, os autores têm observado que, em algumas situações, pesquisadores não afeitos à teoria do método, vêm utilizando-o erroneamente. A utilização do método se baseia em duas suposições básicas que precisam ser cumpridas para que corretos resultados sejam obtidos: a) a madeira precisa estar no seu máximo teor de umidade para a pesagem do material saturado, b) a densidade da "substância madeira" deve ser de aproximadamente $1,53 \text{ g/cm}^3$. Para que a primeira condição seja preenchida, deve-se trabalhar com fragmentos de madeira de dimensões reduzidas. Por outro lado, cada espécie de madeira apresenta variada penetrabilidade pela água. A penetrabilidade varia inclusive dentro da espécie, entre árvores e dentro da mesma árvore. Fica portanto difícil a pré-fixação de dimensões máximas dos fragmentos de madeira e do tempo de imersão para saturação. Já a densidade da "substância madeira" costuma variar, conforme inúmeros autores, entre $1,50$ a $1,56 \text{ g/cm}^3$, sendo razoável se assumir um valor médio de $1,53 \text{ g/cm}^3$.

A finalidade desse trabalho foi a de fornecer elementos aos usuários do método, especialmente para aqueles que o utilizam para madeiras de eucalipto, de forma que eles possam melhor entender suas bases teóricas e aplicá-lo corretamente.

CONSIDERAÇÕES TEÓRICAS

Em 1954, baseando-se na relação entre a densidade básica e o máximo teor de umidade da madeira, KEYLWERTH desenvolveu um método que depois foi empregado com sucesso por SMITH (1954, 1955) e outros autores. A utilização do método para cavacos de madeira foi motivo de estudos por FOELKEL, BRASIL & BARRICHELO (1971) e os resultados foram bastante satisfatórios.

A equação fundamental para a determinação da densidade básica pelo método do máximo teor de umidade é a seguinte:

$$d_b = \frac{1}{\frac{P_t}{P_s} - 0,346}$$

onde:

d_b = densidade básica da madeira;

P_t = peso ao ar dos cavacos saturados;

P_s = peso absolutamente seco dos cavacos, conseguido através secagem em estufa a $105 \pm 39C$ até peso constante.

Esta equação origina-se de um simples balanço de material estabelecido em relação a um bloco de madeira saturado com água.

1. Seja portanto, um bloco de madeira totalmente saturado com água, ou melhor, em seu máximo teor de umidade. A hipótese mais importante do método é que todos os espaços vazios da madeira encontram-se ocupados por água, de forma que no bloco saturado em questão só existam água e "substância madeira".

2. Seja:

P_a = peso da água existente no bloco;

P_s = peso da "substância madeira" existente no bloco;

P_t = peso total do bloco;

V_a = volume de água existente no bloco;

V_m = volume de madeira no bloco;

V_t = volume total do bloco de madeira úmida.

3. Sabe-se que:

3.1. $P_a + P_s = P_t$

e que

3.2. $V_a + V_m = V_t$

4. Dividindo-se ambos os termos da equação 3.2. por P_δ e la não se altera matematicamente.

$$\frac{V_a + V_m}{P_\delta} = \frac{V_t}{P_\delta}$$

$$\frac{V_a}{P_\delta} + \frac{V_m}{P_\delta} = \frac{V_t}{P_\delta}$$

5. Tomando-se a densidade da água como igual a 1, nas condições em que se realiza o experimento, o volume de água equivalerá ao seu peso.

Portanto:

$$\frac{P_a}{P_\delta} + \frac{V_m}{P_\delta} = \frac{V_t}{P_\delta}$$

6. Entretanto, tem-se que:

$$6.1. \frac{P_a}{P_\delta} = \frac{P_t - P_\delta}{P_\delta} = \frac{P_t}{P_\delta} - 1$$

$$6.2. \frac{V_m}{P_\delta} = \frac{1}{d_m}$$

onde d_m é a densidade da "substância madeira".

Admitindo-se que a densidade média da "substância madeira" é 1,53, tem-se

$$\frac{V_m}{P_\delta} = \frac{1}{1,53} = 0,654$$

$$6.3. \frac{V_t}{P_\delta} = \frac{1}{d_b}$$

7. Substituindo-se os valores obtidos no item 6. na equação do item 5.:

$$\frac{1}{d_b} = \frac{P_t}{P_\delta} - 1 + 0,654$$

$$\frac{1}{d_b} = \frac{P_t}{P_\delta} - 0,346$$

$$d_b = \frac{1}{\frac{P_t}{P_\delta} - 0,346}$$

O mesmo desenvolvimento matemático permite a obtenção de outros dois parâmetros de avaliação em determinações de qualidade da madeira: teor de vazios da madeira e volume de um fragmento de madeira saturado em água.

Teor de vazios da madeira

Muitas vezes, torna-se desejável ao pesquisador conhecer o volume total de vazios ou cavidades que a madeira possui. Com o presente procedimento, é possível se estimar, de forma aproximada, o volume porcentual de vazios da madeira em relação ao volume saturado em água da mesma. Por se tratar de um método rápido e empírico, não serão feitas distinções entre as frações de água

adsorvida e absorvida pela madeira. Estas duas frações são bem conhecidas por se caracterizarem por diferentes pesos específicos.

A metodologia de análise é a mesma daquela usada para a determinação da densidade básica: deve-se obter o peso da amostra no seu máximo teor de umidade e o peso da madeira ou "substância a madeira". A diferença entre peso úmido total e peso seco é o peso de água contida nos vazios. Se admitirmos que a densidade da água é 1, nas condições de realização do experimento, então o peso de água nos vazios será igual ao volume de vazios.

Tem-se:

$$P_a = P_t - P_\delta$$

$$V_a = P_t - P_\delta \text{ (volumes dos vazios em cm}^3\text{)}$$

8. Cálculo do volume total da madeira saturada (V_t)

Sabe-se que:

$$8.1. V_a + V_m = V_t$$

e que:

$$8.2. V_a = P_a$$

$$8.3. V_m = \frac{P_\delta}{d_m}$$

Logo:

$$P_a + \frac{P_\delta}{d_m} = V_t$$

$$8.4. P_a + \frac{P_\delta}{1,53} = V_t$$

Entretanto

$$8.5. P_a = P_t - P_\delta$$

Substituindo-se 8.5. em 8.4.

$$P_t - P_\delta + \frac{P_\delta}{1,53} = V_t$$

$$8.6. V_t = P_t - 0,346 P_\delta$$

9. Cálculo do teor volumétrico porcentual de vazios, base madeira saturada:

$$\text{Teor de vazios (\%)} = \frac{P_a}{P_t - 0,346 P_\delta} \times 100$$

$$\text{Teor de vazios (\%)} = \frac{P_t - P_\delta}{P_t - 0,346 P_\delta} \times 100$$

Volume de amostra de madeira saturada

É comum dentro da ciência e tecnologia da madeira, a necessidade de se conhecer o volume de amostras de madeiras de formas não geométricas. Esse fato ocorre principalmente para cavacos de madeiras e amostras de pequenas dimensões obtidas dos diferentes anéis de crescimento ou dos lenhos que os compõem. A determinação do chamado volume da madeira saturada em água pode ser obtida através do método da balança hidrostática e, na au-

sência da mesma, pela equação 8.6.

$$V_t = P_t - 0,346 P_\delta$$

Relação entre a umidade da madeira no ponto de máxima saturação e sua densidade básica

10. Sabe-se que:

$$V_t = V_a + V_m$$

11. Dividindo-se ambos os termos da equação do item 10. por P_δ , ela não se altera matematicamente.

$$\frac{V_t}{P_\delta} = \frac{V_a}{P_\delta} + \frac{V_m}{P_\delta}$$

12. Tem-se que

$$12.1. \frac{V_t}{P_\delta} = \frac{1}{d_b}$$

$$12.2. \frac{V_a}{P_\delta} = \frac{P_a}{P_\delta} = U$$

onde U é a umidade da madeira, expressa sobre madeira absolutamente seca (expressão absoluta não percentual)

$$12.3. \frac{V_m}{P_\delta} = \frac{1}{d_m}$$

onde d_m é a densidade da "substância madeira", igual a 1,53.

13. A equação do item 11. ficará transformada em:

$$\frac{1}{d_b} = U + \frac{1}{1,53}$$

$$\frac{1}{d_b} = U + 0,654$$

14. Seja

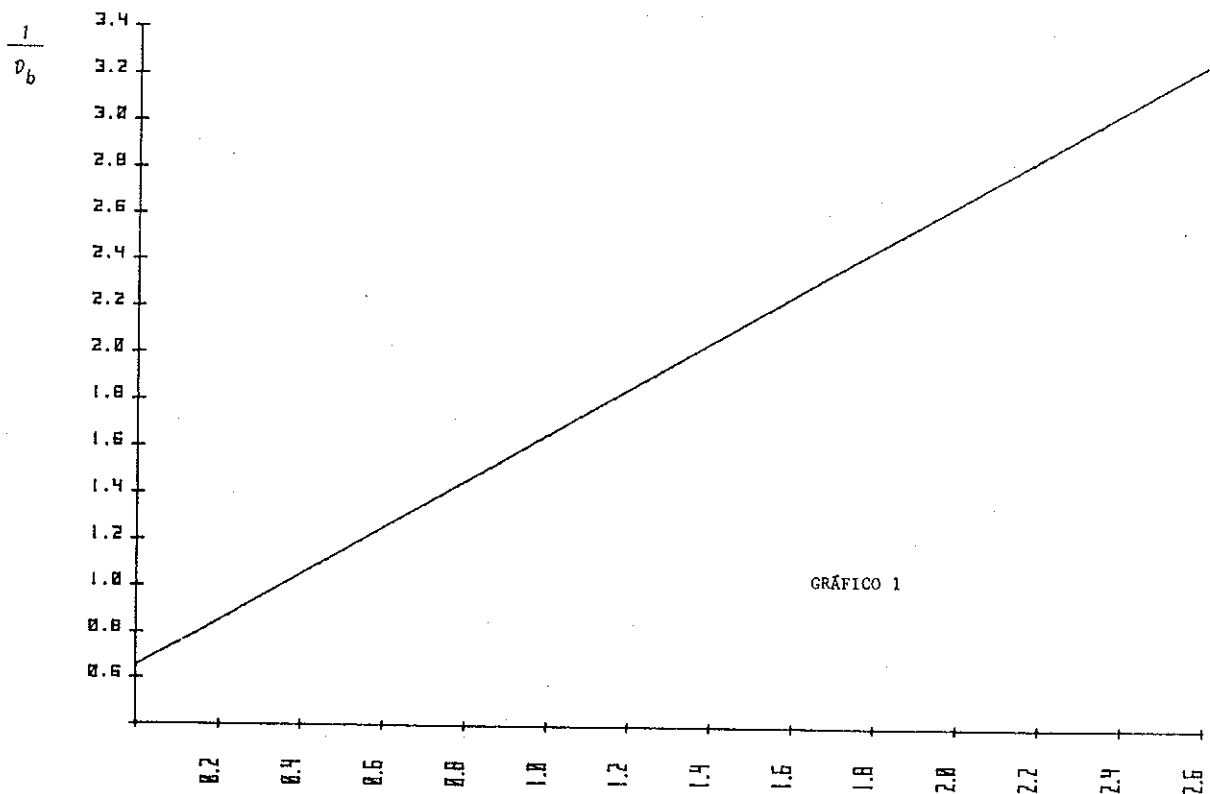
$$\frac{1}{d_b} = y$$

15. A equação linear

$$y = U + 0,654$$

relaciona a umidade da madeira no seu ponto de máxima saturação com o inverso da densidade básica. O gráfico a seguir mostra o tipo de relação encontrado.

16. Conclui-se que, conforme o teor de máxima umidade da madeira descece, a densidade básica aumenta até atin



gir um ponto máximo, quando $U = 0$. Nesse ponto,

$$\frac{1}{d_b} = 0,654 \text{ e } d_b = 1,53, \text{ ou seja, a densidade básica}$$

ca igualar-se-ia à densidade da "substância madeira". Para que isso acontecesse, não deveria existir nenhum vazio na madeira que pudesse ser ocupado por água. A madeira deveria ser então uma substância totalmente sólida e desprovida de vazios.

CONSIDERAÇÕES PRÁTICAS

Conforme mencionado anteriormente, as duas suposições básicas que precisam ser cumpridas para perfeita execução do método são:

a) Densidade básica da "substância madeira" aproximadamente igual a $1,53 \text{ g/cm}^3$.

Para a comprovação se a densidade da "substância madeira" obedecia ao valor teórico de $1,53 \text{ g/cm}^3$, tomaram-se amostras de madeira de *Eucalyptus saligna*, *E. grandis*, *E. citriodora* e *E. paniculata*. Nessas amostras, determinou-se picnometricamente a densidade da "substância madeira", usando-se acetona, ao invés de água, como substância de saturação. A acetona, sendo menos polar que a água, tende a ocupar melhor os vazios da madeira e o resultado obtido é mais preciso.

Os resultados encontrados foram os seguintes:

<i>Eucalyptus saligna</i> ..:	$1,532 \text{ g/cm}^3$
<i>Eucalyptus grandis</i> ..:	$1,533 \text{ g/cm}^3$
<i>Eucalyptus citriodora</i> ..:	$1,540 \text{ g/cm}^3$
<i>Eucalyptus paniculata</i> :	$1,526 \text{ g/cm}^3$
Média	$1,533 \text{ g/cm}^3$

Como conseqüência, pode-se considerar que a condição de se admitir a densidade da "substância madeira" igual a $1,53 \text{ g/cm}^3$ deve estar sendo cumprida, pois mesmo espécies tão diferentes quanto à sua densidade básica, como *E. grandis* e *E. paniculata*, possuem densidade da "substância madeira" próximas a $1,53 \text{ g/cm}^3$.

b) Madeira completamente saturada no momento do teste.

A completa saturação da amostra por água é condição essencial para o sucesso do método. Recomenda-se especial cuidado em usar fragmentos de madeira pequenos, que sejam mais aptos a terem seus vazios ocupados por água. A aceleração do processo de remoção do ar interior da madeira por vácuo e substituição por água é a técnica mais recomendada. Deve-se evitar ferver ou passar vapor sobre os fragmentos de madeira para não causar hidrólise e solubilização, com conseqüente perda de "substância madeira".

Para garantia de que a água penetrou completamente, pode-se acompanhar a penetração de duas formas: a) pesagens sucessivas de um mesmo fragmento em saturação, até estabilização do peso; b) uso de um corante na água, p.e. safranina, e quando da estabilização do peso úmido, verificar a penetração por cortes longitudinais dos blocos de madeira.

Lembrar sempre que, quando a madeira não se encontra saturada, o peso úmido total é menor que o real e, com isso, a densidade é super-estimada.

c) Relações entre densidade básica e umidade no ponto de máxima saturação.

Durante as considerações teóricas apresentadas anteriormente, comentou-se que o inverso da densidade básica da madeira correlaciona-se linearmente com a umidade da madeira no seu máximo teor de umidade. A equação teórica encontrada era:

$$\frac{1}{D_b} = U + 0,654$$

Em experimento prático, decidiu-se confirmar a fórmula teórica, bem como procurar correlações entre densidade básica e teor de umidade base úmida e também entre teores de umidade base úmida e seca.

Foram coletadas 250 amostras de madeira de treze espécies de *Eucalyptus*, a saber: *E. camaldulensis*, *E. cloeziana*, *E. deglupta*, *E. dunnii*, *E. phaeotricha*, *E. tereticornis*, *E. pilularis*, *E. torelliana*, *E. urophylla*, *E. citriodora*, *E. paniculata*, *E. robusta* e *E. grandis*. As amostras foram tiradas ao longo dos diâmetros, cm a cm, de discos de 2,0 cm de espessura, retirados ao nível do DAP e a 25% da altura comercial das árvores. A superfície transversal de cada bloquinho era de cerca de 1 cm^2 .

Após saturação, determinou-se em cada amostra: densidade básica, teor de umidade base úmida (U_u) e teor de umidade base seca (U_s).

Obtidos os resultados, procuraram-se correlações de interesse entre as variáveis. As correlações mais importantes obtidas foram:

$$1) \frac{1}{D_b} = 0,650377 + U_s$$

$$r = 1,00$$

$$\frac{1}{D_b} \text{ médio} = 2,009$$

$$U_s \text{ médio} = 1,357$$

$$N = 250$$

Esse resultado praticamente equivale à equação teórica. A densidade da "substância madeira" média para os 250 bloquinhos foi igual a $\frac{1}{0,650377} = 1,5376 \text{ g/cm}^3$.

$$2) \frac{1}{D_b} = 6,1177 U_u - 1,432936$$

$$r = 0,97$$

$$\frac{1}{D_b} \text{ médio} = 2,009$$

$$U_u \text{ médio} = 0,5626$$

$$N = 250$$

$$3) U_s = -1,881872 + 5,755963 U_u$$

$$r = 0,97$$

$$U_s \text{ médio} = 1,3562$$

$$U_u \text{ médio} = 0,5626$$

$$N = 250$$

$$4) D_b = 1,291912 - 1,37617 U_u$$

$$r = 0,99$$

$$U_u \text{ médio} = 0,5626$$

$$D_b \text{ médio} = 0,5177$$

$$N = 250$$

$$5) \bar{D}_b = 0,841628 - 0,238828 U_s$$

$$k = 0,97$$

$$U_s \text{ médio} = 1,3562$$

$$\bar{D}_b \text{ médio} = 0,5177$$

$$N = 250$$

CONCLUSÃO

O método do máximo teor de umidade para cálculo da densidade da madeira constitui-se em técnica simples e acessível a todos os que necessitem trabalhar com avaliação de qualidade da madeira. Entretanto, para a perfeita utilização do método, deve-se cuidar para que as amostras estejam perfeitamente satura-

das em água, caso contrário, a densidade básica será super-estimada.

BIBLIOGRAFIA

FOELKEL, C.E.B.; BRASIL, M.A.M. e BARRICHELO, L.E.G. I.P.E.F. (2/3): 65 - 74, 1971

KEYLWERTH, R. Holz Roh-u Werkstoff 12 (3): 77 - 83, 1954

SMITH, D.M. "U.S. Forest Products Laboratory Report nº 2014", 8 pp., 1954

SMITH, D.M. "U.S. Forest Products Laboratory Report nº 2033", 21 pp., 1955

Avaliação de Espécies Madeireiras da Região de Tucuruí com vistas a sua introdução no Mercado

NILSON FRANCO
Divisão de Madeiras - IPT

Summary

Eletrobrás, the Brazilian Electric Power Authority, is building the Tucuruí Dam a 4,000 Mw hydroelectric power plant on the Tocantins river, 350 Km South of Belém. The scheduled deadline for the closing of the river is September 1983, and approximately 216,000 ha (540,000 acres) of forest land will be flooded. Although it is virtually impossible to salvage all the timber available in this area, the Brazilian Agriculture Ministry is making a strong effort to use as much wood as possible. In order to promote new abundant species, a testing program has been established at the Technological Research Institute - IPT S/A. According to this program, physical and mechanical tests were carried out for 10 new species.

Resumo

Com a construção da hidrelétrica de Tucuruí deverão ser inundados cerca de 216 000 ha, boa parte dos quais cobertos de florestas. Embora seja praticamente impossível o aproveitamento integral de toda a madeira disponível nessa área, espera-se que um volume significativo seja comercializado antes do fechamento das comportas, previsto para final de 1983. Para apoiar esses esforços de comercialização, tanto no mercado interno como no externo, as madeiras mais abundantes estão sendo estudadas pelo IPT e pelo IBOF, tendo-se como produto final a elaboração de fichas de características contendo os usos mais adequados dessas madeiras de acordo com as suas propriedades.

INTRODUÇÃO

A hidrelétrica de Tucuruí construída no Rio Tocantins inundará em final de 1983 uma área de cerca de 216.000 ha. para formação do lago, sendo que grande parte dessa área é coberta por floresta nativa. Embora seja praticamente impossível o aproveitamento integral de toda a madeira disponível nessa área, espera-se que um volume significativo seja comercializada antes do fechamento das comportas. Para apoiar esses esforços de comercialização, tanto no mercado interno como no externo as madeiras mais abundantes estão sendo estudadas pelo IPT e pelo IBOF tendo-se como produto final a elaboração de fichas de características contendo os usos mais adequados dessas madeiras de acordo com suas propriedades.

CARACTERIZAÇÃO TECNOLÓGICA

A extração e comercialização das espécies da região de Tucuruí está sendo realizada pela CAPEMI - Agropecuária S.A., a qual em acordo com a Universidade de São Paulo e CFTF - Centre Technique Forestier

Tropical da França está realizando estudos de caracterização das espécies locais mais abundantes visando sua comercialização nos mercados nacional e internacional.

O estudo realizado pelo IPT compreendeu a caracterização física e mecânica de dez espécies da região de Tucuruí cuja seleção das espécies foi realizada pela CAPEMI.

No estudo de caracterização tecnológica foi adotado o método de ensaio descrito na norma francesa NF 050, tendo-se em vista a comercialização dessas espécies no mercado europeu. Convém ressaltar aqui que a maioria dos ensaios realizados estão em conformidade com o Método Brasileiro MB-26 da ABNT, o qual foi originado do método francês anteriormente citado. Além deste estudo, foi também verificado o comportamento quanto a secagem das espécies em ensaios específicos de laboratório.

A indicação de usos foi baseada nas características físicas e mecânicas obtidas e através de consulta bibliográfica sobre espécies em questão.

A seguir são apresentadas as conclusões mais importantes para cada madeira estudada:

AMAPÁ - Madeira de massa específica aparente de $0,71 \text{ g/cm}^3$; alburno e cerne indistintos quanto à cor; cerne de cor bege-amarelado, levemente rosado; textura média; grã irregular e reversa; superfície levemente lustrosa; lisa ao tato; moderadamente macia ao corte; cheiro e gosto indistintos. Madeira de resistência mecânica média e aspecto agradável. É indicada para a fabricação de móveis de uso geral, painéis decorativos, lambris, bem como para a obtenção de lâminas desenroladas para fabricação de compensados. Pode ser usada em construção civil como vigas, calços, ripas, venezianas, marco de portas, etc.

Testes de secagem realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C indicaram que a madeira de AMAPÁ seca relativamente rápido. Foram necessários 6 dias para secar corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual à 58% até a umidade final de 7%. Para corpos de prova com 41 mm de espessura, foram necessários 15 dias para a secagem de 69% para a umidade final de 12%. Os resultados indicaram que a madeira de AMAPÁ apresentou uma boa qualidade ao final da secagem.

CAJU-AÇU - Madeira com massa específica aparente de $0,48 \text{ g/cm}^3$; alburno e cerne indiferenciados quanto a cor; cerne pardo-claro levemente rosado; superfície lustrosa, lisa ao tato; grã direita; textura média; macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Devido as suas características mecânicas serem médias e baixas ela é indicada para a obtenção de folhas faqueadas, lâminas desenroladas para miolo de compensado. Cuidados especiais com as ferramentas devem ser tomados devido à alta porcentagem de sílica contida nesta madeira.

Testes realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C indicaram que a madeira de CAJU-AÇU apresenta uma velocidade de secagem relativamente lenta. Foram necessários 7 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual à 63% até a umidade final de 11%. Para corpos de prova com 41 mm de espessura, foram necessários 9 dias para a secagem de uma umidade inicial igual à 66% até a umidade final de 15%. A madeira de CAJU-AÇU apresentou uma qualidade satisfatória ao final do período de secagem.

CASTANHEIRA - Madeira de massa específica aparente de $0,75 \text{ g/cm}^3$; alburno bege-amarelado; cerne castanho claro levemente rosado; superfície sem brilho e lisa ao tato; grã direita; textura média; moderadamente macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Sendo suas características mecânicas de valores médios e boa aparência, ela é indicada para construção civil interna leve, painéis decorativos, tábuas para assoalhos, etc. É também utilizada para juntas coladas, encaixadas, fabricação de compensado, embalagens, etc.

Testes de secagem realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C , indicaram que a madeira de CASTANHEIRA apresenta uma secagem lenta. Foram necessários 13 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual a 50% até a umidade final de 12%. Para o material com espessura igual a 41 mm, foram necessários 15 dias para a secagem de uma umidade inicial de 50% até a umidade final de 21%. Os corpos de prova com espessura igual a 41 mm apresentaram os seguintes defeitos: rachas de topo, colapso, encruamento superficial e rachas internas. Recomenda-se a utilização de elevadas umidades relativas nos estágios iniciais de secagem.

COPAIBA - Madeira com massa específica aparente de $0,75 \text{ g/cm}^3$; alburno bege-claro levemente rosado; cerne castanho-claro a pardo-claro, com veios mais escuros; superfície ligeiramente lustrosa, lisa ao tato; grã direita; textura média; moderadamente macia ao corte; cheiro indistinto, sabor ligeiramente adstringente.

Madeira de cor escura, aspecto agradável, tendo características mecânicas de valores médios é indicada para construção civil como vigas, caibros, ripas, marco de portas, para fabricação de peças torneadas, carroceria de caminhão, cabos de ferramentas, mobiliários de uso geral, implementos agrícolas. Talvez por apresentar tensões de crescimento, tem tendência ao rachamento o que reduz o aproveitamento no desdobro.

Testes de secagem realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C , indicaram a madeira de COPAIBA apresenta uma secagem lenta. Foram necessários 6 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual a 34% até uma umidade final de 10%. Para o material com espessura igual a 41 mm, foram necessários 13 dias para a secagem de uma umidade inicial de 44% até a umidade final de 10%. Testes de qualidade indicaram que a madeira de COPAIBA apresenta tendência para o encruamento superficial e portanto recomenda-se que se evite a utilização de baixas umidades relativas nos estágios iniciais de secagem.

FAVA - Madeira com massa específica aparente de $0,41 \text{ g/cm}^3$; alburno indistinto do cerne quanto a cor; cerne bege-claro levemente rosado; textura grosseira; grã direita a irregular; superfície de brilho moderado e lisa ao tato; macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Sendo de características mecânicas baixas, esta madeira é indicada para obtenção de lâminas desenroladas para fabricação de compensado, embalagem, brinquedos, etc.

Testes realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C indicaram que a madeira de FAVA apresenta uma baixa velocidade de secagem. Foram necessários 13 dias para a secagem de corpos de prova com espessura igual a 27 mm de uma umidade inicial igual a 74% até a umidade final de 12%. Para corpos de prova com espessura igual a 41 mm, foram necessários 15 dias para a secagem de uma umidade inicial igual a 80% até a umidade final de 14%. A madeira de FAVA não apresentou defeitos de secagem.

FAVA-BOLOTA - Madeira com massa específica aparente de $0,66 \text{ g/cm}^3$; alburno e cerne indiferenciados quanto a cor; cerne branco-palha levemente amarelado; textura grosseira, grã direita e irregular; superfície sem brilho; lisa ao tato; moderadamente macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Sendo de características mecânicas médias a baixas ela é indicada para construção civil, mobiliários de uso geral, lâminas desenroladas, embalagens, etc.

Testes de secagem realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C , indicaram que a secagem da madeira de FAVA-BOLOTA é relativamente lenta. Foram necessários 7 dias para a secagem de corpos de prova com espessura igual a 27 mm, de uma umidade inicial igual a 65% até a umidade final de 10%. Para os corpos de prova com espessura igual a 41 mm, o tempo total de secagem foi igual a 11 dias. Para as duas espessuras ensaiadas, a madeira apresentou uma qualidade satisfatória ao final da secagem.

LOURO-PRETO - Madeira de massa específica aparente de $0,65 \text{ g/cm}^3$; alburno bege levemente rosado e cerne de cor castanho a pardo levemente amarelado; superfície lustrosa, lisa ao tato; grã direita a irregular; textura média; macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Madeira de boa trabalhabilidade, cor agradável, com características mecânicas médias, é indicada para fabricação de móveis de alta classe, folhas faqueadas, etc. Em construção civil pode ser utilizada como rodopés, treliças, tábuas, venezianas, tábuas para assoalho, etc. É também usada em construção naval e cutelaria.

Testes realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C indicaram que a madeira de LOURO-PRETO apresenta uma baixa velocidade de secagem. Foram necessários 13 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual a 73% até a umidade final de 13%. Para corpos de prova com 41 mm de espessura, foram necessários 15 dias para a secagem de uma umidade inicial igual a 76% até a umidade final de 15%. O material com espessura igual a 41 mm apresentou rachas internas e encruamento superficial.

MELANCIEIRA - Madeira de massa específica aparente de $0,80 \text{ g/cm}^3$; cerne e alburno pouco diferenciados quanto à cor, sendo este branco ligeiramente amarelado e o cerne de cor bege levemente rosado; superfície pouco lustrosa, lisa ao tato; textura grosseira; grã direita a irregular; moderadamente macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Madeira de aspecto agradável, sendo indicada para aplicações externas em construção civil, móveis comuns, embalagens, assoalhos domésticos e industriais, decorações, adornos, etc.

Testes realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C indicaram que a madeira de MELANCIEIRA apresenta uma velocidade de secagem relativamente lenta. Foram necessários 19 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual a 126% até a umidade final de 27%. Para corpos de prova com 41 mm de espessura, observou-se a ocorrência de colapso o que acarretou um significativo aumento no tempo de secagem. A madeira de MELANCIEIRA apresentou os seguintes defeitos ao final do período de secagem: encruamento superficial e colapso.

SUMAUMA - Madeira com massa específica aparente de $0,26 \text{ g/cm}^3$; alburno indiferenciado do cerne; este de cor bege a castanho-claro rosado; superfície sem brilho, lisa ao tato; grã direita; textura grosseira; macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

A madeira de SUMAUMA é de cor clara, aspecto agradável e muito leve. Devido à sua baixa resistência mecânica ela é utilizada na fabricação de barcos, pequenas caixas, jengoadas, brinquedos. Possivelmente pode ser indicada para miolo de painéis, modelismo, e, ainda, como isolante acústico e térmico.

Testes de secagem realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C , indicaram que a madeira de SUMAUMA apresenta uma secagem rápida. Foram necessários 10 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual a 108% até uma umidade final de 10%. Para o material com espessura igual a 41 mm, foram necessários 7 dias para a secagem de uma umidade inicial de 86% até a umidade final de 13%. Os corpos de prova com espessura igual a 41 mm apresentaram certa tendência ao colapso.

TAUARI - Madeira de massa específica aparente de $0,62 \text{ g/cm}^3$; alburno indiferenciado do cerne quanto a cor; cerne branco-palha levemente rosado; textura média; grã direita; superfície levemente lustrosa; lisa ao tato; moderadamente macia ao corte; cheiro e gosto indistintos.

Madeira fácil de serrar, apresentando bom rendimento durante a operação de desdobro. É comumente usada para se obter lâminas desenroladas. É ainda indicada para construção civil interna como forros e painéis, móveis de uso geral, compensado estrutural, chapa de partícula, peças encurvadas, embalagens, etc.

Testes realizados em ambiente com temperatura controlada para 45°C , indicaram que a madeira de TAUARI apresenta uma secagem relativamente rápida. Foram necessários 6 dias para a secagem de corpos de prova com 27 mm de espessura de uma umidade inicial igual a 55% até a umidade final de 7%. Para corpos de prova com 41 mm de espessura, foram necessários 9 dias para a secagem de uma umidade inicial de 56% até a umidade final de 10%. A madeira de TAUARI apresentou rachas de topo ao final do processo de secagem.

Balanço Analítico da Madeira de *Hovenia dulcis* THUNB., proveniente de um Povoamento da Estação Experimental de Silvicultura de Boca do Monte — Santa Maria — Rio Grande do Sul

SONIA MARIA BITENCOURT FRIZZO
MARIA CLADIS MEZZOMO DA SILVA
Depto. de Química — UFSM
ELIZABETH RIOS VILLAS BÔAS
Acadêmica do Curso de Eng. Florestal — UFSM

Summary

The present investigation consisted of one analytical balance through chemical methods of the principal components of the wood of the specie *Hovenia dulcis* Thunb., (Rhamnaceae). Being specie hardwood the total extractive fractions, lignin and ashes presented themselves inside normal values. On the other hand the cellulose and sugars of the type hexose to present elevated pourports. This put, this specie presents the viability of the utilization since raw material industrial purposes, just as pulp and paper and derivative products of the saccharification of the wood.

Resumo

A presente pesquisa constou de um balanço analítico através de métodos químicos dos principais componentes da madeira da espécie *Hovenia dulcis* Thunb., (Rhamnaceae). Sendo espécie latifoliada as frações extrativas totais, lignina e cinzas apresentaram-se dentro de valores normais. Por outro lado a celulose e açúcares do tipo hexose, apresentaram teores elevados. Isto posto, esta espécie apresenta a viabilidade de utilização como matéria prima para fins industriais, tais como pasta para papel e produtos derivados da sacarificação de sua madeira.

Introdução

O presente trabalho tem por objetivo realizar através de métodos químicos a análise quantitativa dos principais componentes da madeira de *Hovenia dulcis* Thunb., visando um pos-

sível aproveitamento dessa espécie na produção de pasta para papel.

Essa espécie é conhecida como uva-do-japão, banana-do-japão, passa-do-japão, cajueiro-japonês (13). É um vegetal asiático, nativo da Coreia, Japão, China, Nepal (13), sendo cultivada na Argentina, Paraguai e Brasil (5).

A árvore de 3-15 m de altura, casca lisa, pardo-escura; ramos pubescentes enquanto jovens. Folhas alternas, curto-petioladas, ovadas, um pouco oblíquas na base, agudo-serradas, trinervadas, glabras na página superior e ligeiramente pubescentes na página inferior; estípulas lanceoladas, pilosas, caducas. As flores são brancas, pequenas e numerosas, dispostas em cimeira axilares, raramente terminais. O fruto é uma capsula globosa, tri-locular. Os eixos ramificados abaixo dos frutos tornam-se de 4-8 mm de espessura, suculentos e comestíveis (13).

Apresenta boa regeneração natural, é de fácil obtenção em viveiro, podendo ser feitas mudas de raiz nua sem necessitar repiques prévios. Rustica, muito resistente a formigas. Cresce em solos compactos superficiais, pedregosos, excluindo os excessivamente úmidos e com fertilidade escassa. Quando em povoamento, não cresce muito em diâmetro (25-40 cm) (5). É recomendado seu plantio para arborização nas margens das estradas (1).

METCALFE & CHALK citam para a madeira do gênero *Hovenia* as seguintes características anatômicas: vasos de tamanho mediano, pouco frequentes (2 a 4 mm), porosidade em anel ou anel semi-circular, pontuado, intervacular alterno com aberturas coadescentes. Parênquima axial com faixas terminais uni a biseriadas, raios usualmente heterogêneos com 4 ou mais fileiras marginais de células distintamente eretas, fibras com pontuações simples e de paredes finas (8).

Fornece madeira castanho-escuro ou vermelha, leve, própria para vigas, caibros, marcenaria, torno e assoalho (13), também usada para lenha (1).

Seu fruto comestível e saboroso, tem aroma idêntico ao da péra, além de fornecer uma bebida alcoólica, pode ser utilizado para fabricação de "mus" (marmelada) (13).

Quanto as aplicações terapêuticas da uva-do-japão pode-se citar algumas, tais como: diurético (16); antiasmático e no combate as afecções intestinais (13).

Na literatura há referências de algumas substâncias encontradas na espécie *Hovenia dulcis*. Assim, das raízes foram isoladas 3 alcalóides peptídicos: hovenia A, hovenia B e frangulamina (7).

Também foram identificadas diversas saponinas nesta espécie. Em suas sementes, encontraram hovenosídeo G (6) e nas raízes hovenosídeo C, D e I, sendo suas estruturas comprovadas por dados químicos e espectroscópicos (11).

TABELA I - Resultados do balanço analítico parcial da madeira seca.

AB	H ₂ O _q	AB + H ₂ O _q	C	L'K	CB	CC	KT			Balanço parcial
							Pentoses	Hexoses	Total	
3,30	10,29	13,60	1,99	23,8	42,60	27,36	15,28	30,36	45,65	112,41

TABELA II - Resultados do balanço analítico parcial da madeira original.

AB	H ₂ O _q	AB + H ₂ O _q	C	L'K	CB	CC	KT			Balanço parcial
							Pentoses	Hexoses	Total	
3	9,43	12,43	1,99	21,8	39,02	23,74	15,28	24,34	41,62	101,60

Material e métodos

1 - Materiais e reagentes

Aparelhos de destilação simples
Balança analítica marca "Sartorius"
Balões de fundo redondo
Bomba de vácuo marca "Leybold-Heraeus"
Cadinhos de Gooch
Cadinhos de níquel
Condensadores de refluxo
Dessecador com sílica-gel
Estufa marca "Heraeus"
Extrator tipo Soxhlet
Frasco de filtração (Kitasato)
Manta elétrica
Mufla marca "Elektro"
Pesa-filtros
Ácido acético glacial p.a.
Ácido clorídrico p.a.
Ácido nítrico p.a.
Ácido sulfúrico p.a.
Alcool etílico a 95°
Anilina p.a.
Benzeno p.a.
Éter sulfúrico comercial
Floroglucinol p.a.
Os reagentes e solventes usados nas várias determinações são de CARLO ERBA & MERCK.

2 - Métodos

2.1 - Amostragem

O material vegetal, lenho de *Hovenia dulcis* Thunb., foi coletado em julho de 1981, sendo proveniente de um povoamento existente na Estação Experimental de Silvicultura de Santa Maria. O material foi identificado pelos técnicos encarregados do Setor Silvicultural do referido estabelecimento.

O vegetal está incluído na seguinte classificação botânica:

Divisão: Angiospermae
Classe: Dicotyledoneae
Subclasse: Archichlamydeae
Ordem: Rhamales
Família: Rhamnaceae
Gênero: *Hovenia*
Espécie: *Hovenia dulcis* Thunb.

A seleção das amostras foi feita em 5 árvores tomadas ao acaso e representativas da população (American Society for Testing Materials - ASTM D - 143).

Após serem abatidas as árvores, essas foram transformadas em toras. Com uma motosserra, foram retirados discos das 2 extremidades de cada tora. Depois de descascados os discos, esses foram transformados em serragem que foi recolhida separadamente.

Terminada a secagem, toda serragem foi classificada em peneiras especificadas pela ASTM. Usou-se as peneiras retidas na peneira de 60 mesh.

Essa serragem foi dividida em 5 partes iguais, as quais já estavam misturadas e classificadas pelo tamanho.

O objetivo da seleção tem por finalidade favorecer a penetração dos produtos químicos com mais facilidade e uniformidade na madeira, havendo, assim, um maior contato com os seus componentes químicos.

2.2 - Métodos analíticos

As determinações químicas realizadas na referida amostra foram as seguintes: umidade, cinzas, solubilidade da madeira em álcool-benzeno e em água quente, lignina, celulose bruta e celulose corrigida, pentosanas e hexoses.

Desta forma, para a determinação de umidade e solubilidade da madeira em água quente seguiu-se as normas preconizadas pela Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel (ABCP), (2), (3).

As técnicas para determinação da solubilidade da madeira em álcool-benzeno, lignina, hexoses, celulose bruta e corrigida foram prescritas seguindo as referências indicadas em análise química de madeiras tropicais (10).

As determinações de cinzas e pentosanas seguiram as normas preconizadas por Technical Association of the Pulp and Paper Industry" (TAPPI) (14) (15).

Resultados

Os dados que constam no balanço analítico foram obtidos

utilizando-se as fórmulas de acordo com as técnicas citadas no item 4.2.2.

Os resultados são as médias de 5 determinações individuais.

As designações que aparecem nas TABELAS I e II significam:

AB - extrativos pelo álcool-benzeno
H₂O - extrativos pela água quente
C₂q - cinzas
L'K - lignina
CB - celulose bruta
CC - celulose corrigida
KT - pentosanas e hexoses

A TABELA I mostra os resultados do balanço analítico parcial da madeira seca.

A TABELA II mostra os resultados do balanço analítico parcial da madeira original.

Discussão

A determinação da umidade é utilizada nas análises químicas para expressar os resultados analíticos. Uma vez que na TABELA II, os resultados encontram-se com a umidade englobada em seus componentes, por esse motivo, os valores são baixos. Como esta é restrita apenas as condições em que foi efetuado o trabalho, não aparecem nessa tabela esses valores.

Na TABELA I, o resultado final do balanço analítico é superior, pois, foi feito fator de conversão para umidade. Refere-se então a madeira seca.

Observando-se as TABELAS I e II, com relação aos extrativos totais, verifica-se que estes valores não são muito altos, devido, essa ser uma espécie latifoliada, onde, geralmente, estas substâncias não ocorrem com tanta frequência como no caso de madeiras coníferas (9).

Em latifoliadas, a hemicelulose apresenta uma predominância de pentosanas em relação as hexoses (17). Observando-se as TABELAS I e II, os resultados desses açúcares, respectivamente, não foram os esperados. Supõe-se que esses valores mais altos para as hexoses são devido a presença de grupos acetilos, amido, mananas e galactanas, já que os mesmos não foram dosados, em separado. Tendo em vista esse alto teor de hexoses, poderia essa madeira ser submetida a ensaios de hidrólise ou sacarificação para produção de álcool etílico, açúcares e outros produtos originados da fermentação que são de grande valor comercial.

A fração chamada de resíduo mineral fixo ou cinzas é composta de Ca, Mg, Na, principalmente de K e ainda dos seguintes ânions: cloretos, carbonatos, sulfatos, silicatos e fosfatos (12). Encontrou-se um teor de 1,99% de cinzas. Portanto não foi inesperado este baixo teor, já que nas madeiras a percentagem máxima está ao redor de 4,5% (10).

Quanto aos teores de lignina, estes valores encontram-se dentro dos dados da literatura que indica um teor de 15-25% (4).

Com relação aos teores de celulose para as madeiras de latifoliadas pode-se afirmar que os valores encontrados, 42,60% e 39,02% respectivamente para madeira seca e original, estão coerentes com a revisão bibliográfica, o que permite vislumbrar uma possível utilização desta espécie para produção de pasta para papel através de avaliação de resistência físico-mecânica de suas fibras. Por outro lado, suas fibras curtas limitariam a utilização para certos tipos de papel, sugerindo-se então estudos utilizando uma mistura de fibras curtas desta espécie com outro material constituído de fibras longas, visando deste modo, o aumento da resistência físico-mecânica.

Conclusões

Com apoio dos resultados obtidos no presente trabalho e, em concordância com a discussão envolvendo os vários aspectos abordados, podemos concluir que:

- Após a realização do balanço analítico, a espécie *Hovenia dulcis* Thunb., apresenta alta percentagem de celulose e açúcares do tipo hexoses.

- A fração incluída, como extrativos e lignina, encontra-se dentro de valores normais para as espécies latifoliadas.

- Em razão das conclusões acima, a espécie *Hovenia dulcis* poderá ser utilizada na produção industrial de pasta para papel desde que suas fibras correspondam aos requisitos básicos de resistência físico-mecânica.

Agradecimentos

À Direção e funcionários da Estação Experimental de Silvicultura pelo fornecimento do material vegetal.

Ao Departamento de Química da Universidade Federal de Santa Maria, pela cedência de material de laboratório e equipamentos, bem como aos funcionários do Setor de Química Analítica

deste Departamento, pela colaboração e apoio demonstrados durante a realização deste trabalho.
Ao Professor da disciplina de Anatomia da Madeira Eng^o. Florestal José Newton Cardoso Marchiori, pela identificação anatômica da espécie.

8. Referências bibliográficas

1. ARVORES. Como, quando e onde plantar, onde comprar. Porto Alegre, Fecotriço, r.d. 15p.
2. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. São Paulo, Determinação de umidade: ABCP-M2/71. São Paulo, 1971.
3. _____. São Paulo. Solubilidade da madeira em água quente. ABCP-M4/68. São Paulo, 1968.
4. BARRICHELO, L.E.G. Anontamentos de química da madeira. São Paulo, USP. 49p.
5. COZZO, D. Tecnología de la forestación in Argentina y America Latina. Buenos Aires, Hemisferio Sur, 1976. p.598-9:
6. KENICHI, K. et alii. New saponin in the saponin of Zizyphus jujuba, Hovenia dulcis, and Bacopa monniera. Phytochemistry. 13(12):2829-32. 1974.
7. MAKOTO, T. et alii. New peptide alkaloids from Hovenia dulcis and H. tomentella. Phytochemistry. 12(12):2985-
8. METCALFE, C.R. & CHALK, L. Anatomy of the dicotyledon. Oxford, Clarendon, 1972. 1500p.
9. NIKITIN, N.I. The chemistry of cellulose and wood. Jerusalem, Israel Program for Scientific Translation, 1966. 691p.
10. OLIVEIRA, J.S. Análise química de madeiras tropicais. Revista Ciência Agronômica. Lisboa, 4(3):1-32. 1971.
11. OSAMU, I. et alii. Carbohydrate structures of three new saponins from the root bark of Hovenia dulcis (Rhamnaceae). Journal Chemical Society. (11):1289-23, 1978.
12. PANSWIN, H.B. Forest products. 3.ed. New York, Mc Graw Hill Book, 1962. 538p.
13. REITZ, R. et alii. Flora ilustrada catarinense; Rhamnaceae. Itajaí, 1972. 50p.
14. TECHNICAL ASSOCIATION OF THE PULP AND PAPER INDUSTRY. Determinação de cinzas: TAPPI T15m-58; 1958.
15. _____. Determinação de pentoses; TAPPI T19m-50. 1950.
16. USHER, G. A dictionary of plants by lan. London, Constable, 1974. 691p.
17. WINNACKER, K. & WEINGARTNER, E. Tecnología química. Barcelona, Gustavo Gili, 1961. v.5.

A Madeira de *Cordia goeldiana* HUBER

JOAQUIM I. GOMES
CPATU — EMBRAPA

Summary

This paper is a review on freijó (*Cordia goeldiana* Huber) wood characteristics. It deals with general characteristics of the wood, mechanical and physical properties, macro and microscopic anatomic details (including original informations and traits for distinction from *Cordia bicolor* DC. wood), durability, preservation, processing, machining and uses.

Resumo

Reune informações sobre a madeira de freijó (*Cordia goeldiana* Huber), pertinentes aos seguintes aspectos: características gerais, propriedades físicas e mecânicas, características anatômicas macro e microscópicas (incluindo informações originais e elementos para distinção da madeira de *Cordia bicolor* DC.), durabilidade, preservação, processamento, trabalhabilidade e usos.

1. CARACTERÍSTICAS GERAIS

Classificado na família Boraginaceae, *Cordia* é um extenso gênero de árvores e arbustos tropicais e subtropicais, com muitas espécies no Brasil. No sul elas são conhecidas como touro e na Amazônia a principal espécie é o freijó, *Cordia goeldiana* Huber (Record 1929).

As três espécies mais importantes de *Cordia* que produzem madeira comercial, na América, são *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken (explorada principalmente na América Central e áreas tropicais a noroeste da Amazônia Brasileira), *Cordia trichotoma* (Vell.) Arrab. (principalmente na Região Sul do Brasil e regiões limítrofes da Argentina e Paraguai) e *Cordia goeldiana* Huber. Em decorrência de as três espécies produzirem madeiras similares, Association Technique International de Bois Tropicaux (1965) recomenda que elas sejam comercializadas no mercado internacional sob o mesmo nome ("Freijó"), deixando a cargo do comerciante ou importador conhecer as variações possíveis, decorrentes dos locais de produção.

Embora a participação da madeira de *Cordia goeldiana* seja preponderante, é provável que na Amazônia Brasileira outras espécies de *Cordia* forneçam madeira também comercializada sob o nome de freijó. Como exemplo, Dubois (1974) aponta a participação de *Cordia bicolor*. Em Rondônia é provável a inclusão de *Cordia alliodora*. Para efeito de separação, troncos de *Cordia goeldiana* são facilmente reconhecíveis em serrarias pela "cinza" localizada sob a casca.

Na Amazônia, "nas áreas abaixo das cachoeiras, o pau-rosa, cedro, freijó, macacaba e mogno tem mercado estabelecido, permitindo a venda destas espécies a qualquer momento, em qualquer lugar" (Aspectos ... 1973). Realmente, devido ao grande valor da madeira, *Cordia goeldiana* vem sofrendo exploração seletiva intensa há décadas. A madeira é comercializada da facilmente nos mercados amazônico, brasileiro e exterior.

O cerne de *Cordia goeldiana* é marrom acinzentado claro a marrom; o albúrneo é distinto, branco acinzentado, com 1,5 a 5 cm de espessura. A grã é direita a cruzada reversa e a textura é média. Apresenta figuras em linhas no corte tangencial (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal 1979). A madeira é moderadamente pesada (0,55 a 0,79 g/cm³), de boa estabilidade dimensional; recebe bem a cola, a pintura e o polimento. Ela tem características particulares que lhe dão lugar de destaque entre as boas madeiras do Brasil e do mundo, substituindo até a madeira da teca nas construções navais. Em certos casos, como na marcenaria de luxo, substitui perfeitamente o carvalho (Correa 1952; Mainieri 1958).

As propriedades físicas e mecânicas da madeira são apresentadas nas Tabelas 1 e 2. Na Tabela 2, os dados referem-se à combinação de madeiras de *Cordia goeldiana* e *Cordia bicolor* A. DC. que foram reunidas por apresentarem propriedades semelhantes (Slooten et al. 1976). As propriedades mecânicas do conjunto assemelham-se às das outras espécies de *Cordia* e às do mogno (*Swietenia macrophylla*).

Segundo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1980), a madeira de *Cordia goeldiana* é equivalente à teca (*Tectona grandis*) em todas as propriedades, exceto compressão e tensão perpendicular à grã, cisalhamento e clivagem, em que é inferior, provavelmente devido à menor densidade. É semelhante à "black walnut" (*Junlans nigra*), superando-a nas propriedades de flexão estática, compressão paralela à grã, tensão perpendicular à grã e dureza; é inferior, entretanto, em compressão perpendicular à grã, cisalhamento e clivagem.

2. ANATOMIA DA MADEIRA

2.1. Características macroscópicas

Parênquima escasso e paratraqueal vasicêntrico confundível com os próprios poros. Estes são distintos a olho nu, pouco numerosos a numerosos (6-20 poros/mm²); médios e grandes (0,11 - 0,30mm), solitários, múltiplos radiais, múltiplos tangenciais e agrupamentos racemiformes. Tílos sempre presentes no cerne. Linhas vasculares distintas a olho nu, longas, retas e profundas. Raios no topo são distintos a olho nu; na face radial são bem contrastados, na tangencial distintos sob lentes; sinais de estratificação ausentes. Camadas de crescimento indistintas (segundo Almeida 1950, são presentes ou às vezes indistintas). Canais intercelulares axiais ausentes (Fig. 1).

2.2. Características microscópicas

Em adição aos dados micrográficos expressos na Tabela 3, Almeida (1950) apresenta as seguintes características:

Vasos (poros):

- disposição: difusos, solitários e frequentemente múltiplos radiais; ocasionalmente apresentam agrupamentos tangenciais racemiformes
- número: 3 poros/mm² (poucos)
- diâmetro tangencial: 80-200 µm de diâmetro (pequenos a médios)
- elementos vasculares: muito curtos a curtos, em média 220 µm (muito

TABELA 1. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de Cordia goeldiana Huber (*)

Propriedades físicas			Classificação
Densidade aparente (D) a 15% de umidade g/ cm ³		0,59	moderadamente leve
Retratibilidade	Contrações %	Radial	3,2
		Tangencial	6,7
		Volumétrica	9,1
	Coeficiente de retratibilidade volumétrica		0,48

Propriedades mecânicas			Classificação
Compressão axial	Limite de resistência Kg/ cm ²	Madeira verde	373
		Madeira a 15% de umidade	470
	Coeficiente de influência da umidade %		3,2
	Coef. de qualidade T/100 D a 15% de umidade		8,0
Flexão estática	Limite de resistência Kg/ cm ²	Madeira verde	815
		Madeira a 15% de umidade	955
	Relação L/P - Madeira verde		25
Módulo de elasticidade (madeira verde)	Compressão Kg/ cm ²	Módulo	149.200
		Limite de proporcionalidade	285
	Flexão Kg/ cm ²	Módulo	113.200
		Limite de proporcionalidade	351
Choque (madeira seca ao ar)	Trabalho absorvido (W em Kgf. m)		2,80
	Coeficiente de resiliência R		0,44
	Cota dinâmica R/D ²		1,12
Cisalhamento Kg/ cm ² (madeira verde)		85	
Dureza Janka Kg (madeira verde)		401	
Tração normal às fibras Kg/cm ² (madeira verde)		43	
Fendilhamento Kg/ cm ² (madeira verde)		5,6	

(*) Método Brasileiro - 26/53 - ABNT

Fonte: Loureiro et al. 1979

TABELA 2. Propriedades físicas e mecânicas da madeira de algumas espécies de Cordia

ESPÉCIE	ORIGEM	CONDIÇÃO	PESO ESPECÍFICO		CONTRAÇÃO				DUREZA	
			peso seco vol. verde g/cm ³	peso seco vol. seco g/cm ³	tangencial (ct) %	radial (cr) %	raio ct/cr	volúmfico %	estramo kg	face kg
Cordia spp *	Brasil	VERDE	0,50	0,58	8,1	4,5	1,6	11,4	420	365
		SECA	-	-	-	-	-	-	-	-
Cordia alliodora	Panamá	VERDE	0,49	0,54	7,1	3,4	2,1	9,2	400	450
		SECA	-	-	-	-	-	-	536	477
Cordia alliodora	Venezuela	VERDE	0,52	0,56	5,6	-	-	-	409	277
		SECA	-	-	-	-	-	-	495	411
Cordia collococca	Venezuela	VERDE	0,47	0,54	9,2	4,8	1,9	13,3	286	245
		SECA	-	-	-	-	-	-	499	366
Swietenia macrophylla	América Central	VERDE	0,45	0,51	4,8	3,5	1,4	7,7	372	336
		SECA	-	-	-	-	-	-	440	366

Propriedades físicas

ESPÉCIE	ORIGEM	CONDIÇÃO	FLEXÃO ESTÁTICA		COMPRESSÃO PARALELA AS FIBRAS		COMPRESSÃO PERPEND. AS FIBRAS		CISALHAMENTO
			carga no li. mte prop. kg/cm ²	módulo de ruptura elasticidade 1000 kg/cm ²	módulo de ruptura elasticidade 1000 kg/cm ²	módulo de ruptura elasticidade 1000 kg/cm ²	carga no li. mte prop. kg/cm ²	módulo de ruptura elasticidade 1000 kg/cm ²	
Cordia spp *	Brasil	VERDE	325	85	315	-	34	29	69
		SECA	-	-	-	-	-	-	-
Cordia alliodora	Panamá	VERDE	475	112	311	127	43	42	90
		SECA	695	137	519	150	60	34	83
Cordia alliodora	Venezuela	VERDE	411	111	347	119	34	41	65
		SECA	476	124	438	137	57	-	-
Cordia collococca	Venezuela	VERDE	322	95	246	99	27	42	51
		SECA	409	123	427	128	63	29	92
Swietenia macrophylla	América Central	VERDE	385	94	304	106	48	52	87
		SECA	337	105	475	105	76	52	86

Propriedades mecânicas

* C. goeldiana e C. bicolor. Fonte: Slooten et al. 1976

Tabela 3 Resultado das medições microscópicas da madeira de algumas espécies de Cordia

Espécie	Poros mm ²	V a s o s			
		Ø dos poros (µm)		Ø das pontua- ções intervas- culares (µm)	Comprimento dos elementos vascu- lares (µm)
		max.	min.		
<u>Cordia alliodora</u>	12	150	75	6	200
<u>Cordia goeldiana</u>	3	200	80	6	220
<u>Cordia latiloba</u>	7	140	80	8	200
<u>Cordia trichotoma</u>	10	144	40	7	300
<u>Cordia trichotoma</u>	9	125	25	7	200
<u>Cordia sp</u>	3	300	80	8	250

Espécie	R a i o s				
	Raios/mm	Altura		Largura	
		µm	Células	µm	Células
<u>Cordia alliodora</u>	5	900	80	100	5
<u>Cordia goeldiana</u>	4	2000	130	120	5
<u>Cordia latiloba</u>	4	1600	70	140	5
<u>Cordia trichotoma</u>	5	1200	54	80	5
<u>Cordia trichotoma</u>	5	1000	40	100	4
<u>Cordia sp</u>	4	4400	150	200	7

Fonte: Almeida (1950)

curtos), com apêndices curtos em uma ou ambas as extremidades.

- placas de perfuração: simples
- pontuação intervasculares: 6 µm de diâmetro, pequenas e alternas
- tilos: presentes e com paredes finas.

Parênquima axial: paratraqueal vasicêntrico.

Parênquima radial: raios com 120 µm de largura e 2000 µm de altura.

Fibras: libriformes, com parede de espessura média; pontuações simples in-
distintamente areoladas.

Canais traumáticos: ausentes.

A medição de fibras e elementos de vaso de cinco amostras de Cordia goeldiana da xiloteca do CPATU forneceu os seguintes resultados:

- elementos vasculares: muito curtos a curtos (128 a 368 µm de comprimento); em média são muito curtos (216 µm)
- fibras: muito curtas a muito longas (0,98 a 2,21 mm de comprimento); em média são curtas (1,57mm).

observada a estrutura microscópica da madeira destas espécies, tendo sido constatado o seguinte:

Cordia goeldiana

- parênquima paratraqueal vasicêntrico
- raios largos, com até 7 células de largura, e com 20-120 células de altura
- raios com células envolventes muito frequentes.

Cordia bicolor

- parênquima paratraqueal aliforme, aliforme confluyente, vasicêntrico e parênquima apotraqueal em linhas irregularmente espaçadas
- raios largos, com até 10 células de largura, e com 8-67 células de altura
- células envolventes ocasionalmente presentes.

Com base nas características anatômicas microscópicas, concluiu-se que:

- a. os raios são os melhores elementos para separação entre Cordia goeldiana e Cordia bicolor, considerando que a primeira espécie, além de apresentar os raios mais altos, possui também raios predominantemente com células envolventes (Fig. 2); e

2.3. Diferenças entre Cordia goeldiana e Cordia bicolor

Na tentativa de separar Cordia goeldiana de Cordia bicolor, foi

b. o parênquima axial também é outra característica útil para diferenciação, uma vez que *Cordia goeldiana* possui parênquima axial paratraqueal vasicêntrico (Fig. 1) e parênquima apotraqueal em finíssimas linhas irregularmente espaçadas. Por sua vez, *Cordia bicolor* apresenta parênquima paratraqueal vasicêntrico, aliforme, aliforme confluyente e parênquima apotraqueal em faixas regular e irregularmente espaçadas, com até três células de largura.

3. DURABILIDADE E PRESERVAÇÃO

A madeira de *Cordia goeldiana* não tem durabilidade elevada, como sugerem as informações da Tabela 4.

Tabela 4. Classes de durabilidade natural de 28 madeiras amazônicas selecionadas, sob condições ambientais, em contato com o solo

Pouca (0-1 ano)	Moderada (2-5 anos)	Boa (5-10 anos)	Excelente (> 10 anos)
Ucuúba	Ouaruba spp	Pracuúba	Maçaranduba
Paraparã	Louro-inhamuï	Angelim-pedra	Preciosa
Morototô	Mandioqueira spp	Araracanga	Acapu
Muiratinga	Anaõi	Tatajuba	Jarana
Marupã	Açacu	Sucupira	Cumarú
Samaúma	Jacareúba	Guariúba	Pau-d'arco
Tauari	Freijô	Pau-roxo	Piquiã

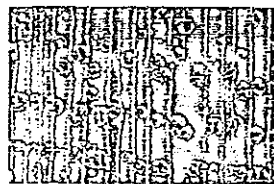
Fonte: Knowles (1966), segundo dados de FAO/SPVEA.

A madeira de freijô é classificada na classe IV de durabilidade adotada em Algumas ... 1972. As espécies desta classe são consideradas "pouco duráveis". Em contacto com o solo úmido e expostas ao tempo e ao vento permanecem boas nos climas temperados por no mínimo três anos, ao passo que nas áreas tropicais úmidas estragam-se rapidamente. Se expostas ao tempo e ao vento, mas bem ventiladas e protegidas a ponto de não ficarem encharcadas, permanecem boas num clima temperado por no mínimo doze anos e em ambiente tropical úmido por um ano ou menos. Se resguardadas do tempo e do vento, alcatroadas ou pintadas e adequadamente mantidas, permanecem boas por muitos anos em clima temperado e por mínimo dez anos em regiões tropicais úmidas. Podem ser atacadas por cupins, mas a maior parte não é atacada por besouros ou vespas.

Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1980) considera a madeira de *Cordia goeldiana* como moderadamente resistente ao apodrecimento e resistente às intempéries. O cerne é considerado muito resistente ao ataque de cupim de madeira seca, sendo comparado neste aspecto à madeira do mogno.

Em testes de laboratório, Reis (1972) classificou amostras de parte externa do cerne de *Cordia goeldiana* como "resistente", na mesma classe de *Manilkara huberi*, e superior a *Carapa guianensis* e *Virola surinamensis*; os alburnos de todas as espécies foram considerados "não resistentes". O autor constatou que extrativos removidos do cerne por acetona, metanol e água quente inibiram o ataque de fungos. Todavia, também em ensaios em laboratórios, Yoshimura (1962) concluiu não haver correlação entre os extrativos removidos por água quente e a durabilidade de madeira de *Cordia goeldiana*.

A madeira de *Cordia bicolor* é moderadamente fácil a fácil de preservar, apresentando um índice de retenção acima de 300 kg/m³, com penetração total, uniforme. Entretanto, a madeira de *Cordia goeldiana* é moderadamente difícil a difícil de preservar, com retenção de 100-200 kg/m³, e a penetração é parcial, periférica; tais características devem-se a obstrução de vasos por tilas e óleo-resinas (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal 1978, 1980).



Fonte: Mainieri 1958

Fig. 1. Aspecto macroscópico (10X) de *Cordia goeldiana* Huber

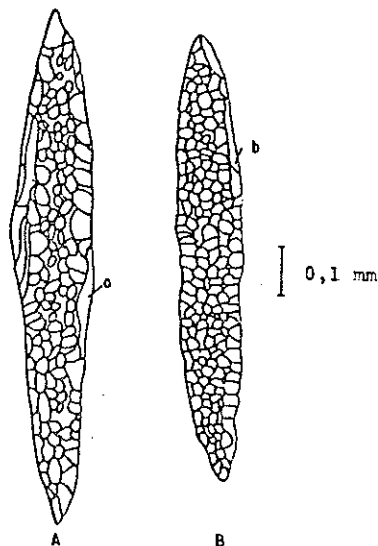


Fig. 2. Detalhe dos raios de *Cordia*

A. *C. goeldiana*

B. *C. bicolor*

a e b - Células envoltentes.

4. PROCESSAMENTO E TRABALHABILIDADE

Segundo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1980), a madeira de freijô é fácil de ser serrada, aplainada, faqueada, desengonhada, torneada, parafusada e pregada. No acabamento proporciona a obtenção de superfície lustrosa, moderadamente áspera ao tato. Aceita bem pintura, verniz, lustre e emassamento.

Dados de Knowles (1972) também demonstram que a madeira de freijô é fácil de serrar, aproximando-se neste aspecto à madeira do cedro.

Os dados de rendimentos em serraria da madeira de freijô são:

- segundo Knowles (1972)	- segundo Brasil. SUDAM (1979)
primeira classe = 21,2%	primeira qualidade = 19,4%
segunda classe = 23,4%	segunda qualidade = 23,1%
terceira classe = 21,5%	terceira qualidade = 17,1%
resíduos = 33,9%	resíduos = 40,4%

Referindo-se à combinação de madeiras de *Cordia bicolor* e *Cordia goeldiana*, Slooten et al. (1976) afirmam que o valor 1,8 para a relação contração tangencial (8,1%) e contração radial (4,5%) é muito favorável e indica que a madeira seca sem apresentar defeitos sérios. Isto foi confirmado em experimentos de secagem ao ar e estufa, pelos autores. A madeira secou ao ar facilmente, com defeitos mínimos. Após a secagem em estufa foram observadas, em pequeno número de tábuas, pequenas rachaduras e ligeiro abaulamento. A madeira apresenta tendência de endurecimento superfi-

cial, o que poderá ser evitado por um período de condicionamento ao final do ciclo de secagem.

Submetida a teste em secadora, a velocidade de secagem de madeira de Cordia goeldiana foi enquadrada como "muito rápida" (1 a 1,5 dia). Os defeitos apresentados foram rachaduras e acanoamentos moderados, e endurecimento superficial. As taxas percentuais de contração observadas foram: volumétrica = 10,6; tangencial = 6,6 e radial = 4,1 (Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal 1978).

Em Santarém foram realizados testes de secagem com tábuas de 1" de 15 espécies, ao ar livre, durante a estação chuvosa, com a umidade do ar excedendo 80%. A secagem em tesoura vertical foi mais rápida que a do empilhamento horizontal. Freijão foi uma das madeiras de secagem mais rápida, demorando 14 dias na tesoura vertical e 21 dias no empilhamento horizontal para descer a uma umidade de 20%; não foram controlados defeitos. A velocidade de secagem deve aumentar durante a estação seca, com a diminuição da umidade relativa do ar (Knowles 1966).

5. USOS

Segundo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (1978), a madeira de Cordia goeldiana é apta para os seguintes usos finais: construção geral não pesada, acabamentos e divisórias, móveis decorativos e laminados decorativos.

Slooten et al. (1976) indicam os seguintes usos para a madeira de Cordia goeldiana: construção de barcos e navios (para convés, acabamentos e ornamentação, assoalhamento), carpintaria e construção em geral, assoalhos (inclusive para serviço pesado), marcenaria e mobiliário fino, acabamento e ornamentação de interiores, moinhos, lâminas e compensados (de uso geral ou finas). Referindo-se aos seus usos comuns, As madeiras..... (1971) relata que é muito empregada para painéis, lambrês, móveis, caixilhos, persianas, escadas, remos, etc; tem muito boa aceitação na indústria tanoeira e na construção aeronáutica, nas envergaduras dos aviões e nas hélices.

6. REFERENCIAS

- ALGUMAS informações úteis sobre madeiras amazônicas. SUDAM Documenta. Belém, 3(1/4):135-78, 1972.
- ALMEIDA, D. G. de. Note on a Cordia wood from eastern Brazil. Trop. Wood, New Haven (89):48-52, 1950.

AS MADEIRAS BRASILEIRAS; suas características e aplicações industriais. São Paulo, Ed. Industrial Teco, 1971. 93p.

ASPECTOS econômicos para futuras explorações de madeiras. In: BRASIL, SUDAM. Levantamentos florestais realizados pela Missão FAD na Amazônia (1956-1961). Belém, 1973. v-2. p.435-82.

ASSOCIATION TECHIQUE INTERNATIONALE DE BOIS TROPICAUX, Nogent-sur Marne, França. Nomenclature general des bois tropicaux. Nogent-sur Marne, 1965. p.121-99.

BRASIL. SUDAM. Departamento de Recursos Naturais. Centro de Tecnologia Madeireira. Pesquisas e informações sobre espécies florestais da Amazônia. Belém, 1979. p.49-51.

CORREA, M. P. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura, 1952. v-3. p.311-2.

DUBOIS, J. L. C. Prioridades e coordenação das pesquisas florestais na Amazônia brasileira. Belém, 1974. 31p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE DESENVOLVIMENTO FLORESTAL, Brasília, DF. Madeiras da Amazônia: características e utilização. Brasília, 1978. 133p.

_____. Brasília, DF. Madeiras de Tucuruí; características e utilização. s.l., 1980. n.p.

KNOWLES, O. H. Relatório ao governo do Brasil sobre produção e mercado de madeira na Amazônia. Belém, SUDAM, 1966. 169p.

_____. Pesquisas sobre utilização de madeira da Amazônia. SUDAM Documenta, Belém 3(1/4):83-116, 1972.

LOREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da & ALENCAR, J. da C. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus, INPA, 1979. v.1. 245p.

MAINIERI, C. Identificação das principais madeiras do comércio no Brasil. São Paulo, Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 1958. 189p. (IPT. Boletim, 46).

RECORD, S. J. Walnut woods-true and false. Trop. woods, New Haven (18): 4-29. 1929.

REIS, M. S. Decay resistance of six wood species from the Amazon basin of Brazil. Holzforschung, 26 (5):185-91, 1972.

SLOOTEN, H. J. van der; LISBOA, C.D.J.; SOBRAL FILHO, M. & PASTORE JUNIOR, F. Espécies florestais da Amazônia-características, propriedades e dados de engenharia da madeira. Brasília, IBDF-PRODEPEF, 1976. 90p. (PRO DEPEF. Série Técnica, 6).

YOSHIMURA, M. The effect of hot-water extractives from several tropical and US woods on the growth of Polyporus versicolor and Poria monticola. Bull. Fac. Agric. Mic. Univ., (25):99-122, 1962.

Estudo das Potencialidades do *Bambusa vulgaris* para Produção de Papéis tipo Kraft

JOSÉ LIVIO GOMIDE
JORGE LUIZ COLODETTE
RUBENS CHAVES DE OLIVEIRA
Depto. de Engenharia Florestal – UFV

Summary

The basic anatomical features and the fiber dimension characteristics of *Bambusa vulgaris* were investigated. The potential of *B. vulgaris* for kraft pulp production was analyzed using *Pinus elliottii* wood as a reference. Kraft pulps of these two species were prepared to obtain high strength handsheets. Mathematical models for the pulp properties were established and the two pulps were compared. The bamboo pulps were more susceptible to beating, had lower yields, lower densities, higher tensile and burst strength and higher tear resistance at lower beating time and lower tear resistance at longer beating time than the reference *Pinus* pulps. The results obtained showed that *B. vulgaris* has a high potential for production of kraft papers with strength properties comparable to those of *P. elliottii*.

Resumo

Foi realizado um estudo básico das características anatômicas do *Bambusa vulgaris* e uma análise comparativa das características dimensionais das fibras do *Bambusa vulgaris* e do *Pinus elliottii*. Foram produzidas polpas kraft dessas duas espécies, visando a produção de papéis kraft de altas resistências. As propriedades físico-mecânicas das polpas foram analisadas comparativamente, após o estabelecimento de modelos matemáticos. A polpa de *B. vulgaris* apresentou maior facilidade de refino, menores rendimentos, menores densidades, maiores resistências à tração e ao arrebentamento e resistências ao rasgo maiores em baixos tempos de refino e menores em tempos mais altos de refino. Os resultados obtidos indicam grande potencialidade do *B. vulgaris* para a produção de papéis kraft de altas resistências, comparáveis às de papéis de *P. elliottii*.

1. INTRODUÇÃO

A indústria nacional de celulose e papel, graças ao desenvolvimento de tecnologia própria, é fundamentada, principalmente, na utilização de madeiras de eucalipto. O desenvolvimento de "know how" nacional nas áreas de polpação e de produção de papel com madeiras de eucalipto permitiu que o Brasil se transformasse num dos maiores exportadores mundiais de celulose de fibra curta. O País, entretanto, ainda apresenta déficit na produção de celulose de fibra longa e quantidades substanciais

dessa celulose são anualmente importadas para suprir as necessidades do mercado interno. As coníferas exóticas introduzidas no Brasil, principalmente os *Pinus*, constituem importante fonte de fibra longa para produção de celulose, mas essas espécies apresentam crescimento relativamente lento e são silviculturalmente desaconselhadas para reflorestamento em várias regiões do território nacional. Existem previsões (2) que demonstram que em 1988 deverá ocorrer um déficit de 8.716.000 metros estéreos de madeiras de conífera no Brasil.

O bambu, planta de crescimento extremamente rápido, parece apresentar potencial técnico e econômico para vir a constituir-se em importante fonte de matéria-prima para produção de celulose de fibra longa no Brasil. Estudos químicos e anatômicos do *Bambusa vulgaris*, espécie que representa as maiores áreas de plantios de bambu no Brasil, sugerem essa potencialidade técnica (3), apesar dessa gramínea apresentar algumas desvantagens, como altos teores de extrativos e de elementos minerais, principalmente de sílica.

O bambu é a matéria-prima tradicional na Índia para produção de celulose e papel, correspondendo a mais de 70% da produção indiana de papel. No Brasil, após os necessários estudos tecnológicos, o bambu poderá vir a constituir uma alternativa viável de importante fonte de matéria-prima de fibra longa para produção de celulose e papel.

O objetivo deste estudo foi analisar as potencialidades do *Bambusa vulgaris* para a produção de papel kraft de alta resistência, comparando-o com o *Pinus elliottii*, espécie utilizada no Brasil para a produção desses papéis.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Neste estudo foram utilizados o *Bambusa vulgaris* var. *vulgaris*, com idade de 5,5 anos, obtido de plantação industrial localizada no município de Santo Amaro, na Bahia, e o *Pinus elliottii*, obtido de plantação experimental, com 16 anos de idade, localizada em Viçosa, MG. Os cavacos de bambu foram amostrados ao acaso no pátio de estocagem de uma indústria de papel e duas árvores de *P. elliottii* foram transformadas em cavacos por meio de picador laboratorial. Os cavacos, após secados ao ar, foram armazenados em sacos de polietileno, para uniformização e conservação do teor de umidade. Um dos cavacos do bambu foi utilizado para cortes anatômicos transversais e longitudinais, com espessura de cerca de 20 μ que, após tratamento com safranina, foram montados com bálsamo do Canadá em lâminas de microscópio e fotografados com auxílio de microscópio óptico, com aumentos de cerca de 80X e 800X. Alguns cavacos das duas espécies, coletados ao acaso, foram transformados em pequenos palitos que foram tratados a quente com solução nitro-acética (5 partes de ácido acético e 1 parte de ácido nítrico) para separação das fibras. As fibras, após coloração com safranina, foram medidas com auxílio de microscópio

ótico (largura, diâmetro do lúmen e espessura da parede) ou utilizando a técnica de projeção (comprimento). Foram medidas 150 fibras de cada espécie.

Os cozimentos foram realizados em autoclave rotativa, com capacidade de 20 litros, aquecida eletricamente, com quatro compartimentos individuais, com capacidade de 2 litros cada um, possibilitando a realização de 4 cozimentos simultâneos. O processo de polpação utilizado foi o kraft, sendo todos os cozimentos realizados com uma repetição. As condições empregadas nos cozimentos foram as seguintes: a) cavacos = 300 g a.s.; b) álcali ativo, como Na_2O : B. vulgaris = 13%, P. elliotii = 14,5%; c) sulfidez = 25%; d) temperatura máxima = 170°C; e) tempo à temperatura = 100 min; f) tempo à temperatura, B. vulgaris = 50 min, P. elliotii = 90 min; g) relação licor/madeira = 4/1 e licor/bambu = 4,8/1. O álcali ativo para o P. elliotii foi estabelecido como 14,5% para se obter um número kappa de cerca de 45 e o do B. vulgaris foi selecionado como 13%, segundo resultados de GOMIDE et alii (4) em estudos de otimização de álcali ativo e temperatura para polpação kraft de bambu. Depois do cozimento, os cavacos foram desfibrados em moimho de discos Bauer, e a polpa foi depurada num classificador laboratorial Voith, dotado de tela com fendas de 0,2 mm de abertura. As análises das polpas foram realizadas segundo as normas da ABCP. A confecção de folhas para testes de resistência foi realizada em formador Köthen-Rapid. Os refinamentos das polpas, para desenvolvimento de resistências, foram realizados em moimho cen trifugal Jockra, em consistências de 6%.

A interpretação estatística dos resultados das propriedades físico-mecânicas das duas espécies foi feita com auxílio de análises de regressão e a melhor equação para cada propriedade foi escolhida com base nos seguintes critérios: significância dos coeficientes individuais de regressão ($\alpha = 0,01$), redução do quadrado médio do erro, valor do coeficiente de determinação (r^2) e a análise dos resíduos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Características Anatômicas do Bambusa vulgaris

Na Figura 1 são mostradas as secções transversal e longitudinal do B. vulgaris, com aumento de cerca de 80X, abrangendo toda a secção transversal do colmo. Na Figura 2 é mostrada a secção transversal, com aumento de cerca de 800X, mostrando mais detalhadamente a estrutura anatômica das fibras.

Basicamente, o bambu é constituído por células parenquimatosas, vasos e fibras. As fibras e os vasos são dispostos em forma de aglomerados de feixes fibrovasculares dispersos num tecido de células parenquimatosas.

Analisando-se o Quadro 1, verifica-se que as fibras do B. vulgaris são longas e estreitas, com lúmen fino e parede relativamente espessa. A variabilidade das dimensões transversais das fibras do B. vulgaris é bastante alta, principalmente o diâmetro do lúmen, como pode ser observado tanto na Figura 1 como no Quadro 1. Comparando-se as fibras do P. elliotii com as do bambu, verifica-se que as dessa madeira apresentam todas as suas dimensões superiores às do B. vulgaris. Apesar de suas dimensões serem inferiores, as fibras do B. vulgaris apresentam características dimensionais que deverão resultar em papéis com resistências comparáveis ou pouco inferiores às do P. elliotii. Por causa do alto teor de células parenquimatosas, o que pode ser observado na Figura 1, o B. vulgaris deverá apresentar um rendimento em celulose inferior ao do P. elliotii.

3.2. Deslignificação e Rendimentos das Polpas Celulósicas

No Quadro 2 são apresentados os números kappa e os rendimentos (total, depurado e rejeitos) obtidos pelos cozimentos kraft do B. vulgaris e do P. elliotii. Para se obter polpa celulósica de B. vulgaris com altas resistências, foi realizada uma forte deslignificação (número kappa = 23,4), obtendo-se um teor de lignina residual cerca da metade do estabelecido para o P. elliotii (número kappa = 46,4). O B. vulgaris apresentou rendimentos total e depurado bem inferiores (37,0% e 36,5%, respectivamente) ao do P. elliotii (50,2% e 50,1%) e um maior teor de rejeitos. Esses rendimentos inferiores do B. vulgaris podem ser explicados pelos altos teores de células parenquimatosas e de extrativos nessa gramínea (3). Os baixos rendimentos em celulose do bambu constituem uma desvantagem que, entretanto, poderá, possivelmente, ser amplamente compensada pela maior produção por hectare/ano dessa espécie.

3.3. Propriedades Físico-Mecânicas das Polpas Celulósicas

Na análise dos resultados das propriedades físico-mecânicas, deve ser considerado que para o B. vulgaris foram utilizadas condições de cozimento que permitissem a obtenção de altas resistências, condições essas estabelecidas experimentalmente por GOMIDE et alii (4). Para o P. elliotii foram utilizadas condições de cozimento que permitissem obter um número kappa de cerca de 45, valor utilizado pelas indústrias nacionais, não tendo sido tentado experimentalmente uma maximização das resistências dessa polpa.

As propriedades físico-mecânicas das polpas de B. vulgaris e de P. elliotii foram analisadas estatisticamente e os modelos matemáticos que melhor descreveram cada propriedade estudada, em função do tempo de refino, estão apresentadas no Quadro 3. Essas equações matemáticas foram utilizadas na obtenção de dados para o estabelecimento de gráficos onde foram relacionados os desenvolvimentos das propriedades físico-mecânicas em função do tempo de refino (Figuras 3 a 5).

O B. vulgaris demonstrou maior facilidade de refino que o P. elliotii (Figura 3), indicando que para a obtenção de um mesmo grau de refino o bambu requer menor energia que o Pinus.

A polpa de P. elliotii apresentou, em termos gerais, maiores densidades, para um mesmo tempo de refino, que a de B. vulgaris, o que favorece a formação de papéis mais compactos de P. elliotii.

Nas Figuras 5 e 6, pode-se observar que o B. vulgaris apresentou maiores resistências à tração e ao arrebentamento que o P. elliotii, para um mesmo tempo de refino, e que as diferenças entre as duas espécies foram maiores em tempos mais longos de refino. O comprimento máximo de auto-ruptura atingido pelo bambu foi de 9,25 km, enquanto o do Pinus foi de 7,38 km, ambos obtidos com 75 minutos de refino. Os índices máximos de resistência ao arrebentamento do bambu e do Pinus foram de 72,30 e 54,40, respectivamente.

Para um mesmo tempo de refino, as fibras do bambu apresentaram um maior alongamento percentual que as do Pinus, conforme demonstrado na Figura 7.

A intensidade de refino apresentou uma forte influência negativa sobre a resistência ao rasgo da polpa de bambu, como demonstrado na Figura 8. Em baixos graus de refino, a polpa de bambu apresentou maiores resistências ao rasgo que a de P. elliotii, mas em tempos de refino superiores a 33 minutos (33^oSR para o bambu e 17^oSR para o Pinus) a polpa de P. elliotii foi superior.

QUADRO 1 - Dimensões das fibras do *Bambusa vulgaris* e do *Pinus eliottii*

Dimensões	<i>B. vulgaris</i>	<i>P. eliottii</i>
Comprimento, mm		
mínimo	1,20	1,36
máximo	5,78	5,28
média	2,75	3,34
coeficiente de variação	27,10	21,14
Largura, μ		
mínima	9,01	21,43
máxima	26,63	69,26
média	17,23	46,75
coeficiente de variação	30,33	25,69
Lúmen, μ		
mínimo	0,90	5,36
máximo	25,23	75,00
média	6,65	31,08
coeficiente de variação	88,77	43,28
Espessura de parede, μ		
mínima	1,80	2,60
máxima	12,65	16,90
média	5,19	7,83
coeficiente de variação	34,57	39,70

QUADRO 2 - Números kappa e rendimentos das polpas celulósicas kraft de *Bambusa vulgaris* e de *Pinus eliottii*

Propriedades	<i>B. vulgaris</i>	<i>P. eliottii</i>
Número kappa	23,4	46,4
Rendimentos		
Total	37,0%	50,2%
Depurado	36,5%	50,1%
Rejeitos	0,5%	0,1%

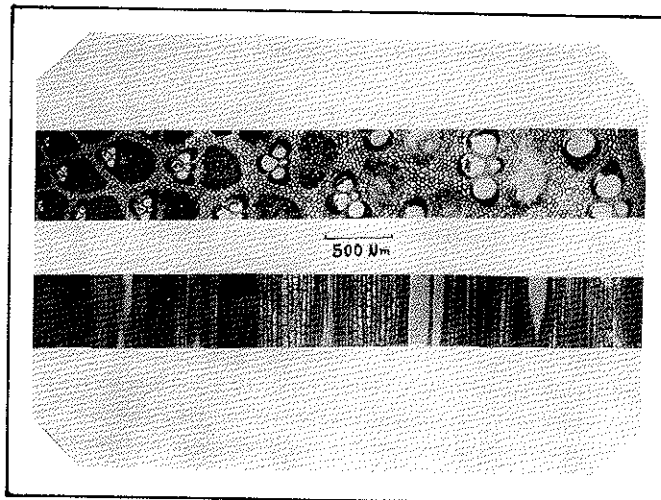


FIGURA 1 - Secções transversal e longitudinal do *B. vulgaris* (80X).

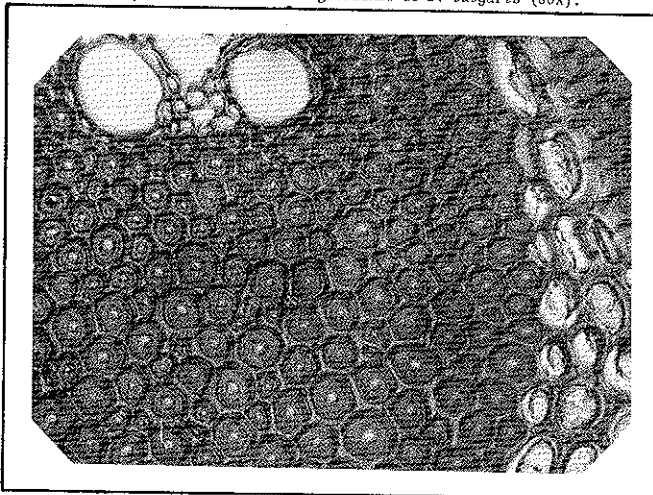


FIGURA 2 - Secção transversal do *B. vulgaris* (800X).

QUADRO 3 - Modelos matemáticos das propriedades estudadas

	Equações	R ²	S _{xy}
<i>B. vulgaris</i>	Schopper Riegler = 9,8 + 0,723 T	95,3	6,316
	Auto-ruptura = 4,512 + 0,114 T - 0,000678 T ²	98,7	0,242
	Alongamento = 1,177 + 0,107 T - 0,00138 T ² + 0,00000624 T ³	98,7	0,168
	Arrebatamento = 19,486 + 1,332 T - 0,00837 T ²	97,8	3,525
	Rasgo = 319,7 - 1,932 T	93,8	19,650
	Densidade = 0,388 + 0,00371 T - 0,0000158 T ²	96,2	0,018
<i>P. eliottii</i>	Schopper Riegler = 13,85 + 0,0000651 T ³	100,0	0,629
	Auto-ruptura = 3090,5 + 164,94 T - 2,05 T ² + 0,00818 T ³	90,0	0,572
	Alongamento = 0,967 + 0,0733 T - 0,000824 T ² + 0,000000277 T ⁴	88,3	0,264
	Arrebatamento = 11,38 + 1,67 T - 0,0241 T ² + 0,000117 T ³	98,2	2,180
	Rasgo = 267,4 - 0,0115 T ²	80,5	21,630
Densidade = 0,375 + 0,008 T - 0,000112 T ² + 0,000000544 T ³	100,0	0,000	

T = Tempo de refino, min.

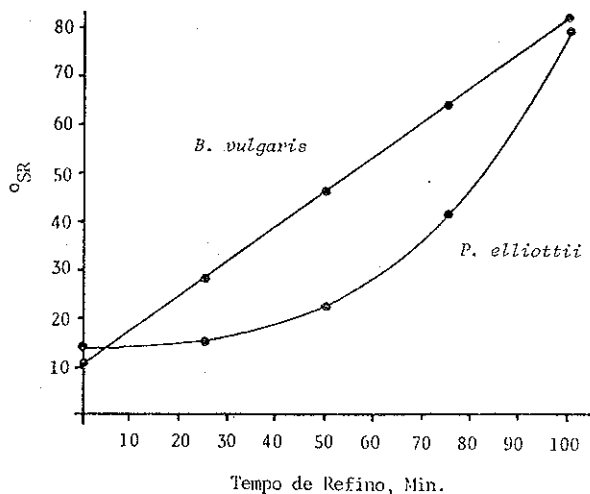


FIGURA 3 - Relação entre o grau de refino (SR) e o tempo de moagem das polpas de *B. vulgaris* e *P. eliottii*.

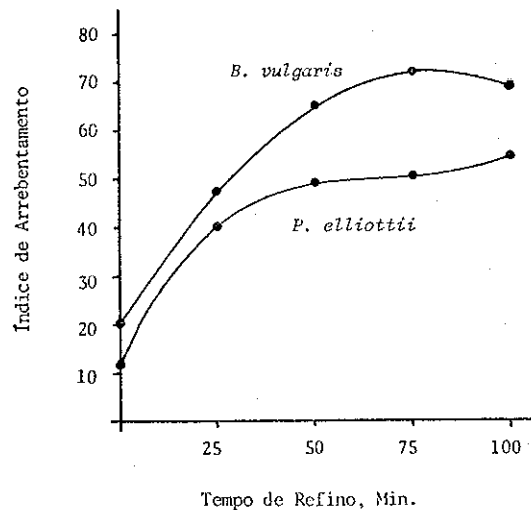


FIGURA 6 - Desenvolvimento da resistência ao arrebentamento das polpas de *B. vulgaris* e *P. eliottii*, em função do tempo de refino.

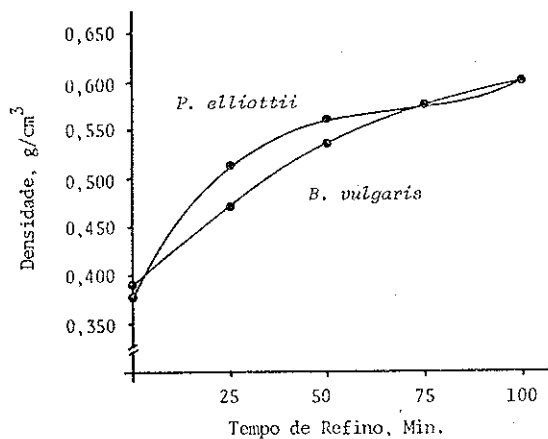


FIGURA 4 - Influência do tempo de refino sobre as densidades das polpas de *B. vulgaris* e de *P. eliottii*.

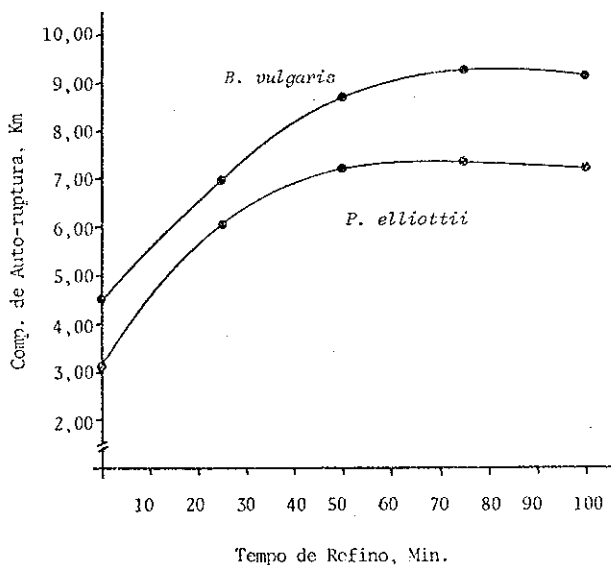


FIGURA 5 - Desenvolvimento da resistência à auto-ruptura das polpas de *B. vulgaris* e *P. eliottii*, em função do tempo de refino.

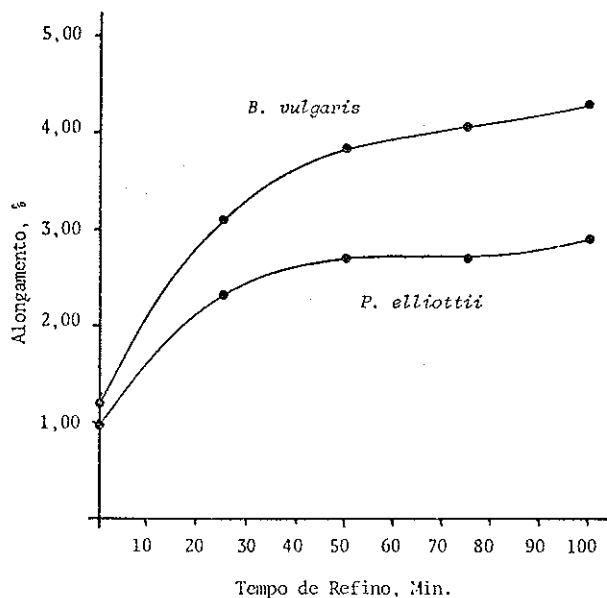


FIGURA 7 - Relação entre o alongamento percentual das folhas de celulose do *B. vulgaris* e do *P. eliottii*, em função do tempo de refino.

Os resultados obtidos neste estudo indicam que para se obter papéis de *B. vulgaris* com resistências superiores às do *P. eliottii*, deve-se utilizar refinamentos suaves para a polpa do bambu, de modo a preservar a resistência ao rasgo. Nessas condições não será possível um desenvolvimento máximo das resistências à tração e ao arrebentamento, mas, para um mesmo tempo de refino, ter-se-á uma superioridade nessas resistências, favorável ao bambu.

Algumas restrições poderão ser aplicadas aos resultados superiores obtidos pelo *B. vulgaris*, considerando-se as condições de otimização de álcali ativo e de temperatura utilizados na produção da polpa de *B. vulgaris* e a não utilização do mesmo critério para o *P. eliottii*. Mesmo

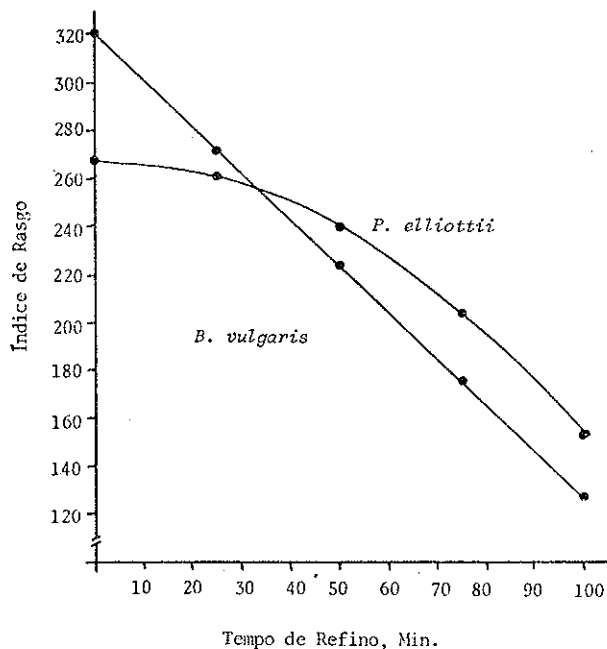


FIGURA 8 - Influência do tempo de refino sobre as resistências ao rasgo das polpas de *B. vulgaris* e de *P. eliottii*.

considerando essas restrições, os resultados obtidos neste estudo experimental indicam a grande potencialidade do *B. vulgaris* para a produção de papéis kraft de altas resistências, comparáveis às obtidas em papéis produzidos com madeiras de *P. eliottii*.

5. LITERATURA CITADA

1. ASSOCIAÇÃO TÉCNICA BRASILEIRA DE CELULOSE E PAPEL. São Paulo. Normas ABCP. s.d.
2. CHERKASKY, H.H. Panorama geral do setor de papel e celulose. Trabalho apresentado no "III Simpósio Regional de Papel e Celulose do Rio de Janeiro", Agosto 27 e 28, 1981.
3. GOMIDE, J.L.; OLIVEIRA, R.C. & COLODETTE, J.L. Influência da idade do *Bambusa vulgaris* nas características químicas e anatômicas, visando à produção de polpa celulósica. In: XIV CONGRESSO ANUAL DA ABCP. São Paulo, 1981. Livro Técnico, vol. 1, São Paulo, ABCP, 1981. p. 5-17.
4. GOMIDE, J.L.; COLODETTE, J.L. & OLIVEIRA, R.C. Influência do álcali ativo e da temperatura na polpação kraft de *Bambusa vulgaris* para produção de papéis de altas resistências. Viçosa, Univ. Federal, 1982. 15 p. (Datilografado).

Qualidade da Madeira de *Acacia mearnsii* da Região de Guaíba — RS

JORGE VIEIRA GONZAGA
SÉRGIO MENOCELLI
BERNARDO RECH
CARLOS ALBERTO BUSNARDO
CELSO EDMUNDO B. FOELKEL
Rio Grande — Cia. de Celulose do Sul — Riocell

Summary

Acacia mearnsii (black wattle) is the second forest species in importance in Rio Grande do Sul. Its wood is used for the pulping and particle board industries and bark for tannin extraction. However, little information is available about it. This study has as aim to verify wood quality for trees of the species grown near Guaíba-RS. Studies were performed to know: silvicultural characteristics, moisture content on harvesting; proportion and properties of heartwood, sapwood and bark; wood basic density variation in the radial and axial direction; wood chemical composition and fiber and vessel dimensions.

Resumo

A acácia negra, *Acacia mearnsii*, constitui-se na segunda principal espécie florestal plantada no Rio Grande do Sul para fins comerciais. Apesar de sua importância para as indústrias de tanino, chapas e celulose, existe grande carência de informações sobre a espécie. O presente estudo objetiva averiguar a qualidade da madeira de *Acacia mearnsii* em seus diversos aspectos. Quatro árvores foram amostradas e de cada uma tomaram-se discos às seguintes alturas: base, DAP, 25%*H*, 50%*H*, 75%*H* e 100%*H*, sendo *H* a altura comercial da árvore. Em cada disco determinaram-se: umidade da madeira ao abate; proporção de cerne, alburno e casca; densidade básica das madeiras de cerne, de alburno, da madeira integral e da casca. Também para cada disco determinou-se a variabilidade da densidade básica no sentido radial, da medula até a casca. Disponha-se assim da variabilidade da madeira nos sentidos radial e axial. Em gráfico, procurou-se ilustrar o modelo de variação encontrado. Outras características médias determinadas foram a composição química da madeira e as dimensões das suas fibras e vasos.

INTRODUÇÃO

A acácia negra, *Acacia mearnsii*, constitui-se na segunda principal espécie florestal plantada no Rio Grande do Sul, perdendo em área apenas para o eucalipto. A cultura dessa espécie é de fundamental importância para as indústrias de tanino, chapas e celulose no estado. Frente aos bons resultados econômicos advindos da exploração da mesma, pois a casca é vendida para a extração de taninos e a madeira é comercializada para conversão a celulose, chapas e energia, a acácia tem sido considerada como uma das principais alternativas de plantio na área agrícola do estado. Apesar disso, há carência de informações básicas em quase todos os aspectos da sua cultura e utilização. Existem, por isso, altas possibilidades de obtenção de ganhos em comportamento florestal e tecnológico da mesma por técnicas de melhoramento genético, de manejo florestal e de otimização da produção dos seus bens secundários.

O presente estudo visa o conhecimento de informações básicas acerca da qualidade da madeira da acácia. Com base nas informações obtidas, pretende-se continuar pesquisas para o melhor desenvolvimento dos processos de deslignificação dessa madeira, visando a produção ótima de celulose kraft, quer isoladamente, ou em misturas com madeira de eucalipto.

MATERIAL

O material básico do experimento consistiu de discos de madeira com casca coletados de quatro árvores de *Acacia mearnsii* nas seguintes alturas: base, DAP, 25%*H*, 50%*H*, 75%*H* e 100%*H*, sendo *H* a altura da árvore, da base até um diâmetro mínimo com casca de 6cm. As árvores foram amostradas em plantação da espécie, com 7,5 anos, localizada nas proximidades de Guaíba - RS e de propriedade da Tanac S/A, à qual os autores agradecem pela gentileza em fornecer o material. As árvores amostradas correspondiam àquelas com desenvolvimento médio do povoamento, sendo representativas da população.

METODOLOGIA

Inicialmente as árvores amostradas foram perfeitamente "cubadas", obtendo-se uma série de dados interessantes acerca das mesmas, conforme será apresentado no item resultados. Ao abate, determinou-se o teor de umidade da madeira e casca nas diferentes alturas amostradas. A seguir, e em cada disco, determinaram-se as proporções e as densidades básicas das madeiras de cerne, de alburno, da madeira integral e da casca. Determinou-se também a variabilidade da densidade básica da madeira nos sentidos radial e axial. Para a variação nos sentidos radial/axial procedeu-se da seguinte forma:

a) após medições dendrométricas, o disco era descascado e se media o seu diâmetro;

b) no sentido do diâmetro, tirava-se uma fatia a qual era dividida em dez pedaços proporcionais aos raios, tomando-se como ponto inicial a medula (vide gráfico 1);

c) nesses bloquinhos de madeira, previamente identificados, determinava-se a densidade básica;

d) para os blocos que representavam igual posição em relação à medula, variando apenas o sentido esquerda ou direita, obtinha-se a média da densidade básica, o seu valor máximo e seu valor mínimo;

e) os resultados (médias das quatro árvores) da densidade básica foram então apresentados em um Gráfico 7, mostrando tanto a variabilidade da madeira no sentido medula + casca como no sentido axial base + topo;

f) a variabilidade axial foi possível ser obtida porque se dispunham de discos a seis alturas da árvore, além de se dispor dessa variabilidade em cada uma das posições 1, 2, 3, 4 e 5, que representam, em cada caso, o mesmo "cone" de madeira, tendo como eixo a medula.

Outras determinações realizadas sobre as madeiras foram:

a) composição química média;

b) dimensões médias das fibras;

Quadro 1: Resultados dendrométricos das árvores de Acacia mearnsii

Parâmetro	Valor médio
Altura comercial, m	17,14
Diâmetro à altura do peito, cm	14,4
Volume cilíndrico com casca, m ³	0,323
Volume cilíndrico sem casca, m ³	0,280
Fator de forma com casca	0,612
Fator de forma sem casca	0,593
Volume árvore com casca, m ³	0,198
Volume árvore sem casca, m ³	0,166
Volume casca, m ³	0,032
% casca sobre volume árvore	15,9
Densidade básica casca árvore, g/cm ³	0,431
Peso de casca na árvore, kg a.s.	13,6
% casca gravimétrico na árvore	11,7
Volume cerne na árvore, m ³	0,0779
Volume alburno na árvore, m ³	0,0885
Densidade básica cerne, g/cm ³	0,576
Densidade básica alburno, g/cm ³	0,660
Peso árvore sem casca, kg a.s.	102,9
Peso cerne na árvore, kg a.s.	44,8
Peso alburno na árvore, kg a.s.	58,1
% alburno na árvore sem casca, base volume	52,24
% cerne na árvore sem casca, base volume	47,76
% alburno na árvore sem casca, base peso	55,73
% cerne na árvore sem casca, base peso	44,57
Densidade básica árvore integral sem casca, g/cm ³	0,618

Quadro 2: Proporção entre cerne, alburno e casca a cada altura amostrada

Porcentuais nos discos*	Altura					
	Base	DAP	25% H	50% H	75% H	100% H
Casca, base volume, %	14,68	13,08	17,98	15,08	16,61	21,17
Casca, base peso, %	10,22	9,60	13,94	11,24	12,99	15,29
Cerne, base volume, %	58,54	51,44	51,72	48,69	36,56	6,60
Cerne, base peso, %	54,80	47,66	48,35	44,14	35,68	5,23
Alburno, base volume, %	41,46	48,56	48,28	51,31	63,44	93,40
Alburno, base peso, %	45,20	52,34	51,65	55,86	64,32	94,77

* Proporção cerne/alburno é apresentada base madeira sem casca

Quadro 3: Umidade ao abate das árvores de Acacia mearnsii aos seis níveis de alturas ensaiados

Posição	CASCA			MADEIRA INTEGRAL			CERNE			ALBURNO		
	X	s	CV	X	s	CV	X	s	CV	X	s	CV
BASE	54,89	1,75	3,19	41,70	1,08	2,59	46,16	1,71	3,71	38,09	1,38	3,63
DAP	59,49	2,83	4,76	43,22	0,58	1,34	47,49	2,16	4,55	39,98	2,67	6,67
25%H	58,57	1,72	2,94	43,27	1,62	3,74	47,35	1,88	3,98	41,71	2,58	6,19
50%H	58,47	1,66	2,83	40,27	4,38	10,88	41,09	6,95	16,92	40,63	2,99	7,37
75%H	58,94	2,24	3,80	41,97	1,54	3,67	44,88	1,48	3,29	40,99	2,48	6,06
100%H	59,63	1,29	2,16	41,18	4,14	10,05	45,34	-	-	43,79	3,48	7,94

X = média de quatro árvores

s = desvio padrão

CV = coeficiente de variação

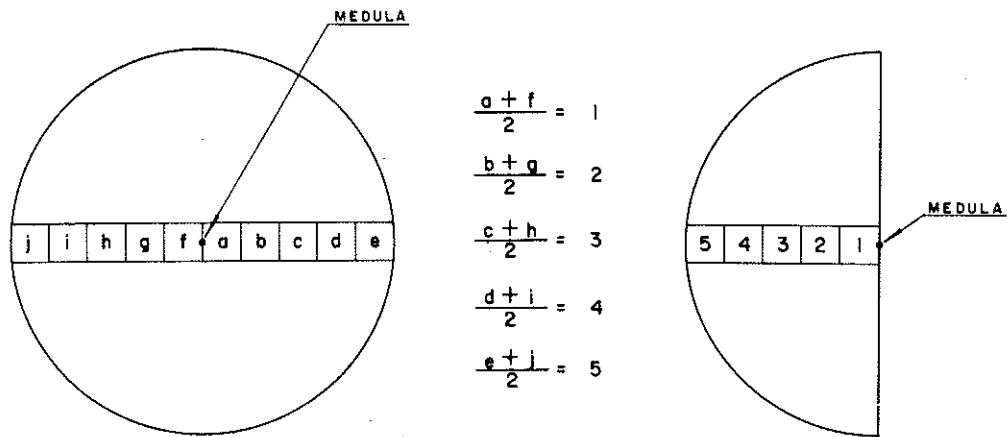
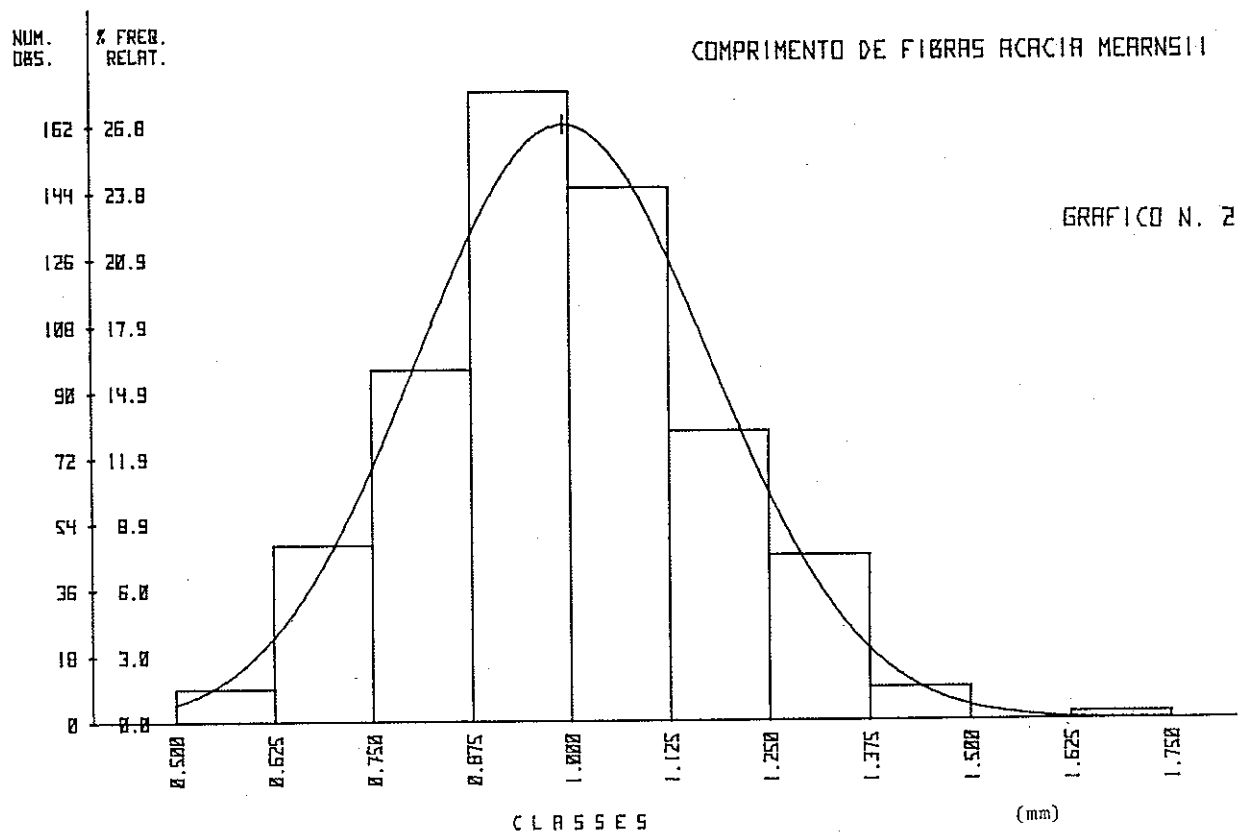
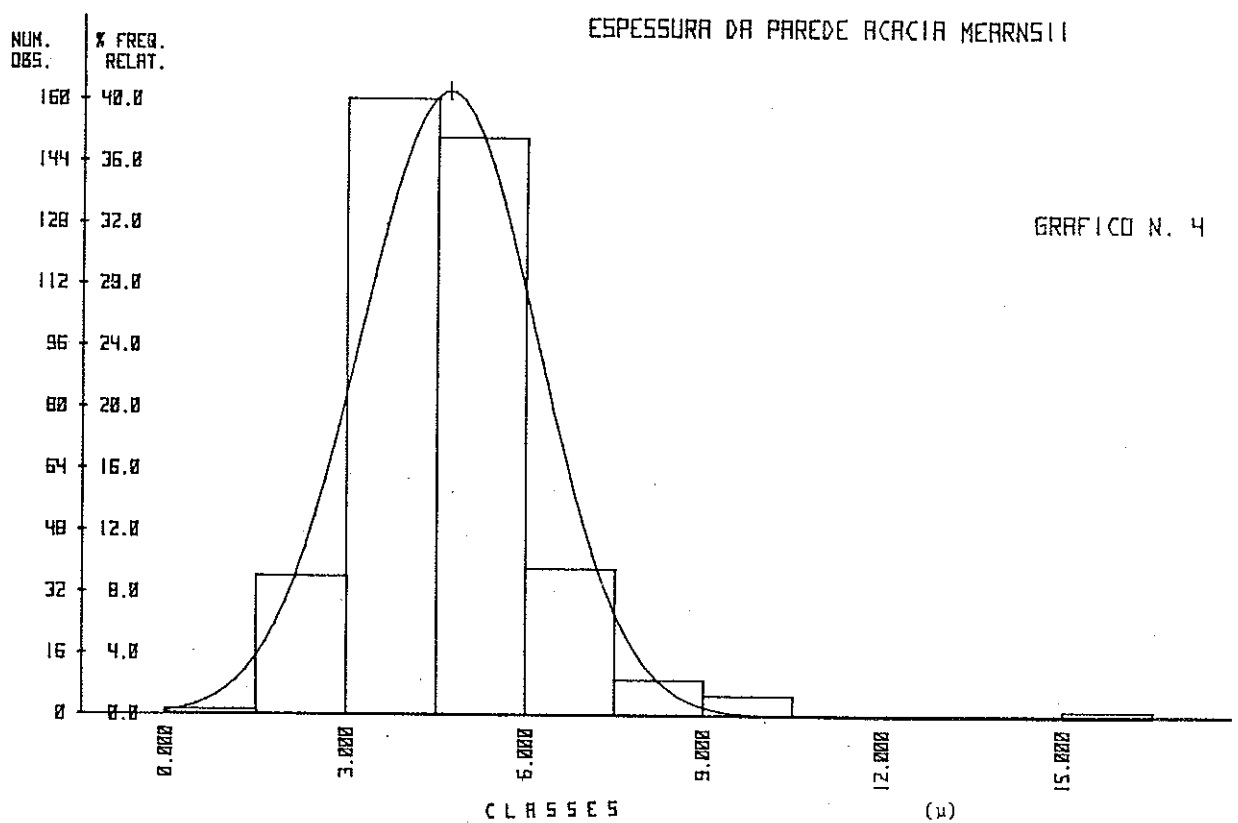
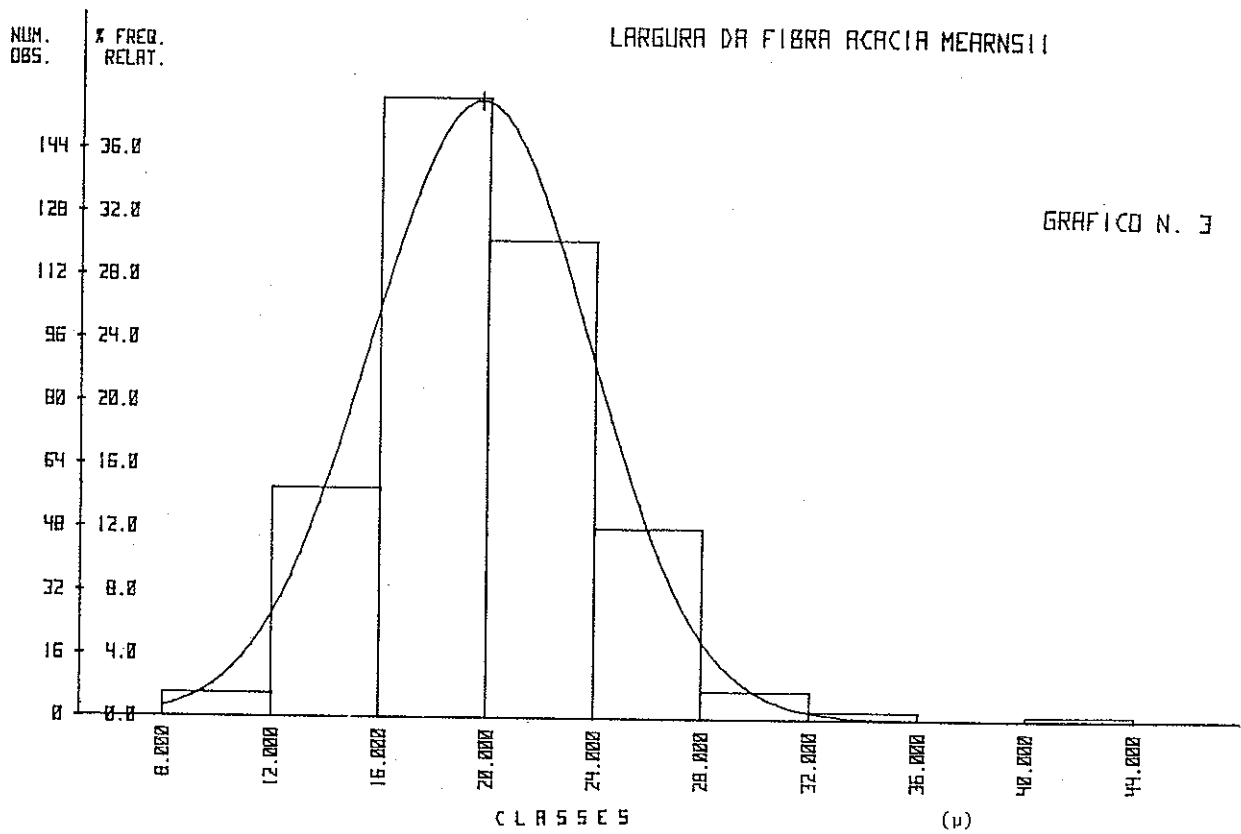
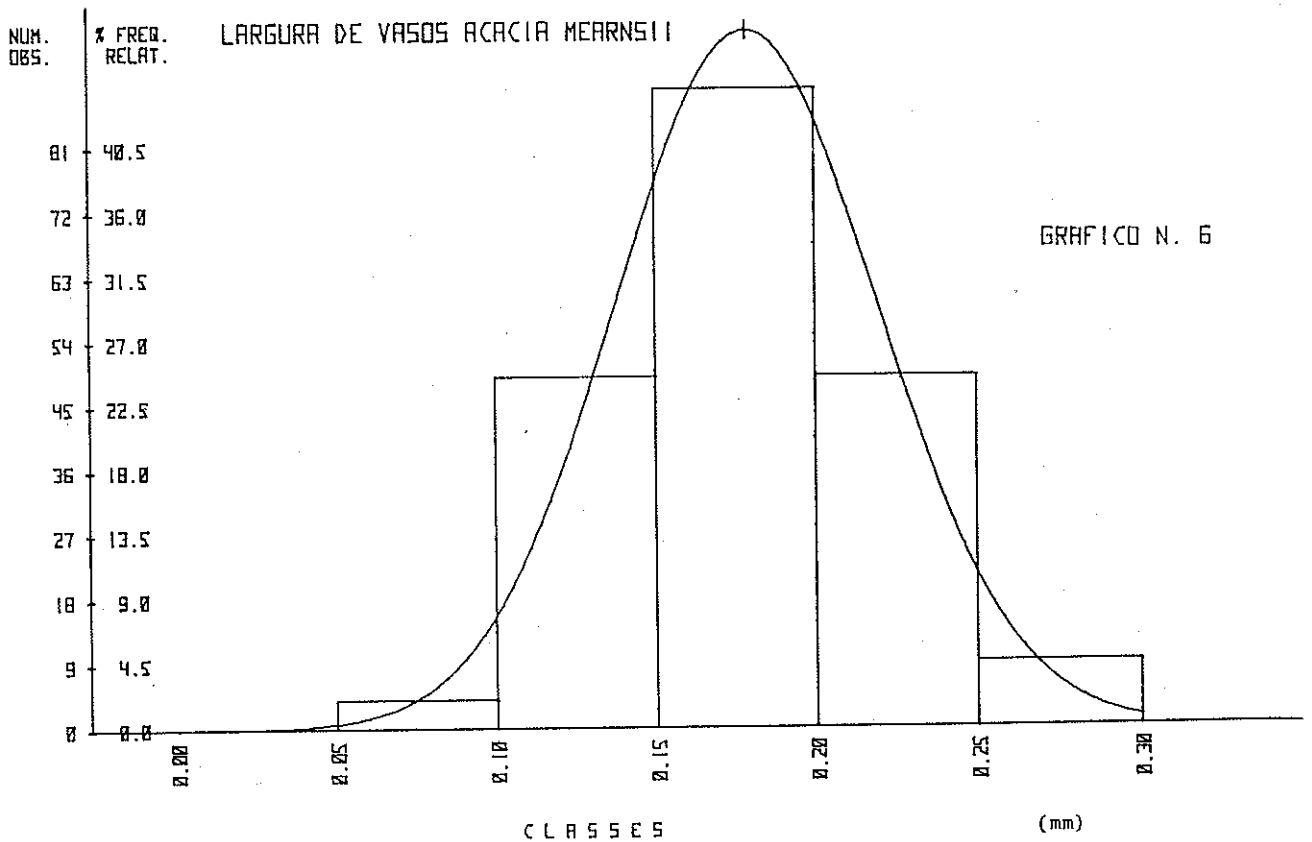
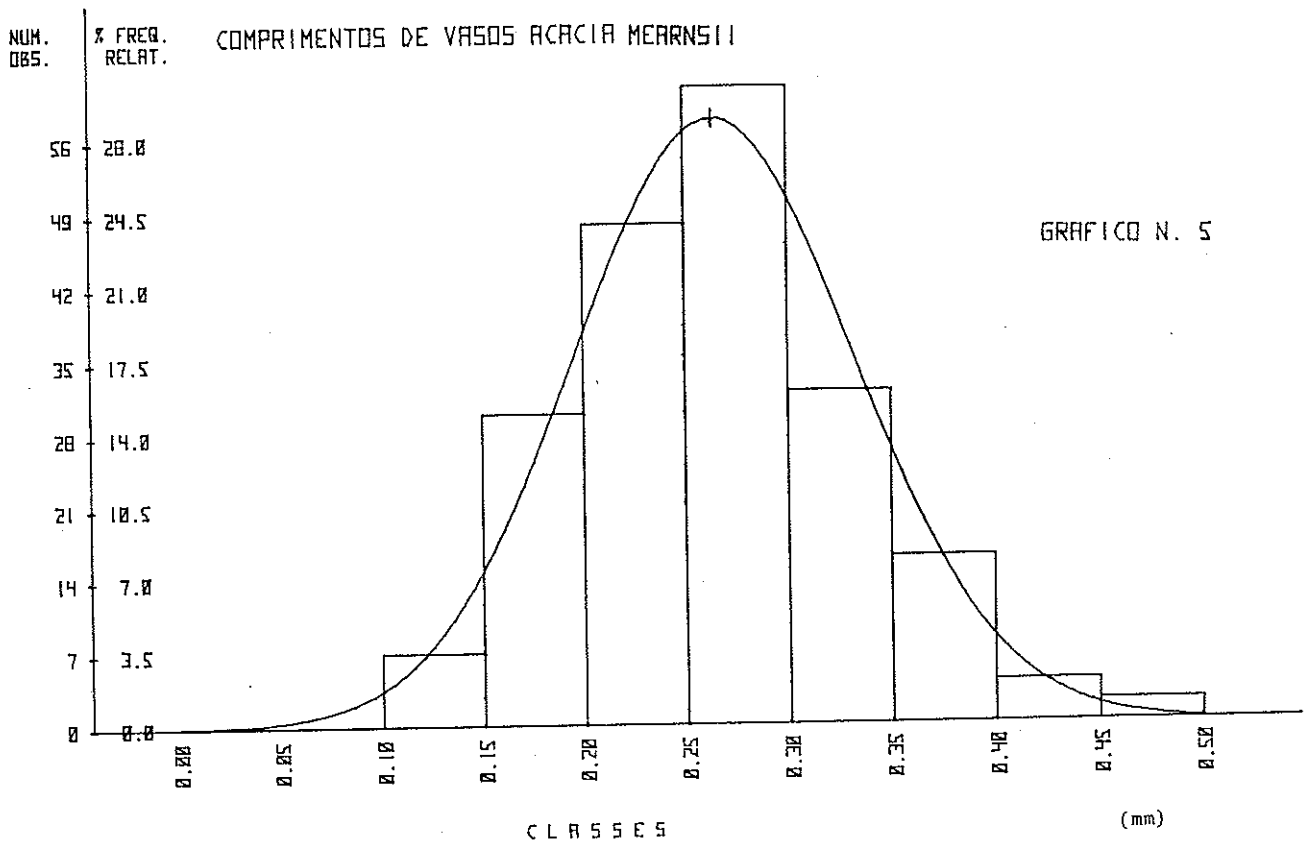


Gráfico 1: Sub-amostragem no disco para determinação da variabilidade radial da madeira.







c) distribuição por frequência das fibras quanto às suas dimensões.

Essas determinações foram realizadas em sub-amostras de madeira que eram obtidas da seguinte forma:

a) de cada disco e para cada árvore, retirava-se uma cunha de madeira, proporcional ao peso do disco;

b) cada cunha era transformada manualmente em cavacos;

c) sobre os cavacos homogeneizados retiravam-se amostras representativas para as determinações químicas e anatômicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No Quadro 1 estão apresentados os resultados dendrométricos médios para as quatro árvores ensaiadas. No Quadro 2, apresentou-se a proporção dos constituintes da árvore (cerne, alburno e casca) a cada altura amostrada. Já no Quadro 3, relataram-se as médias e a dispersão das umidades das madeiras de cerne, alburno e integral e da casca, no momento do abate das árvores.

Os resultados dos Quadros 1 e 2 indicam que a Acacia mearnsii, embora mostre-se competitiva com o eucalipto no que diz ao fornecimento de madeira, possui desenvolvimento inferior às espécies comerciais deste. Entretanto, os valores dendrométricos obtidos são razoáveis. Observe-se que para compor $1m^3$ só lido de madeira comercial de Acacia mearnsii são necessárias cerca de 6 árvores, o que é um dado bom para povoamentos comerciais.

A densidade básica da casca, igual a $0,431 g/cm^3$ em média, indica uma alta compactação e alto teor de sólidos, possivelmente extrativos, para um material usualmente volumoso como a casca. A proporção de casca na árvore (15,9% base volume e 11,7% base peso) é maior do que o usual para espécies de eucalipto utilizadas para produção de celulose. A vantagem é que essa casca é aproveitada industrialmente e representa fonte de rendimentos econômicos por sua comercialização.

As árvores mostravam teor de cerne ligeiramente inferior ao de alburno, sendo a densidade do cerne também menor que a do alburno. A densidade mais elevada do alburno deve-se relacionar à formação de uma madeira já com características mais adultas que a madeira central do cerne, possivelmente parcialmente juvenil.

A densidade básica média para a árvore, determinada com base nas amostras coletadas às 6 alturas, indicou um valor de $0,618 g/cm^3$, o que é aceitável para a indústria de celulose e aglomerados e desejável para a geração de energia.

A análise da variação da proporção dos constituintes da árvore em seu eixo mostrou uma tendência de se aumentar o teor relativo de casca com o afastamento da base. Isso é compreensível, pois a diminuição na espessura da casca ao longo da altura não é tão significativa quanto a diminuição do diâmetro. No sentido axial, observou-se um rápido aumento da proporção de alburno a partir de 50% da altura comercial. Entretanto, como a partir dessa altura o diâmetro da árvore é bem inferior ao da base e DAP, a primeira metade da árvore é que mais influencia nos teores de cerne e alburno da árvore integral.

As umidades ao abate da madeira das árvores de Acacia mearnsii revelam o mesmo tipo de correlação com a densidade básica, conforme relataram BUSNARDO et alii (1982) para o Eucalyptus saligna. As maiores densidades do alburno permitem o menor armazenamento de água por volume em sua madeira, o inverso acontecendo para a casca. Situações intermediárias ocorreram para as madeiras de cerne e madeira integral.

Buscou-se uma equação que correlacionasse a densidade básica da madeira de Acacia mearnsii com o correspondente teor de

umidade desta madeira no abate da árvore, conforme fizeram BUSNARDO et alii (1982) para Eucalyptus saligna. A equação obtida foi a que se segue:

$$Db = 1,07087 - 0,0108213 Ua$$

$$r = - 0,64 \text{ (significativo a } 1\% \text{ de probabilidade)}$$

Observar a correlação significativa existente entre as duas variáveis e a similaridade dessa equação com:

$$Db = 1,10342 - 0,0115197 Ua$$

$$r = - 0,90$$

obtida por BUSNARDO et alii (1982) para madeira do Eucalyptus saligna.

Em uma próxima etapa, passou-se a avaliar as características das fibras e dos elementos de vaso da madeira objeto de estudo nessa experimentação. Os resultados encontrados para comprimento e largura das fibras e vasos e espessura da parede das fibras estão mostrados no Quadro 4. A seguir, nos Gráficos 2 a 6, estão apresentadas as distribuições percentuais relativas das fibras e vasos dentro de classes pré-estabelecidas.

Os resultados do Quadro 4 e Gráficos 2 a 6 indicam que as fibras de Acacia mearnsii mostram potencial para a indústria de celulose. Suas dimensões assemelham-se às do eucalipto, entretanto, nota-se pela dispersão dos dados, que existem valores extremos bem mais elevados ou inferiores que a média, o que indica possibilidades de melhoria por seleção e melhoramento genético da espécie para a finalidade de se produzir polpa para papel. As dimensões dos vasos mostraram similaridade às de elementos de vaso de espécies de Eucalyptus.

No que diz respeito a outra importante característica da madeira para produção de celulose, qual seja, a sua composição química, os resultados dos ensaios realizados estão mostrados no Quadro 5. Ressalte-se que os resultados representam a média de 4 árvores, com determinações em duplicata para cada árvore.

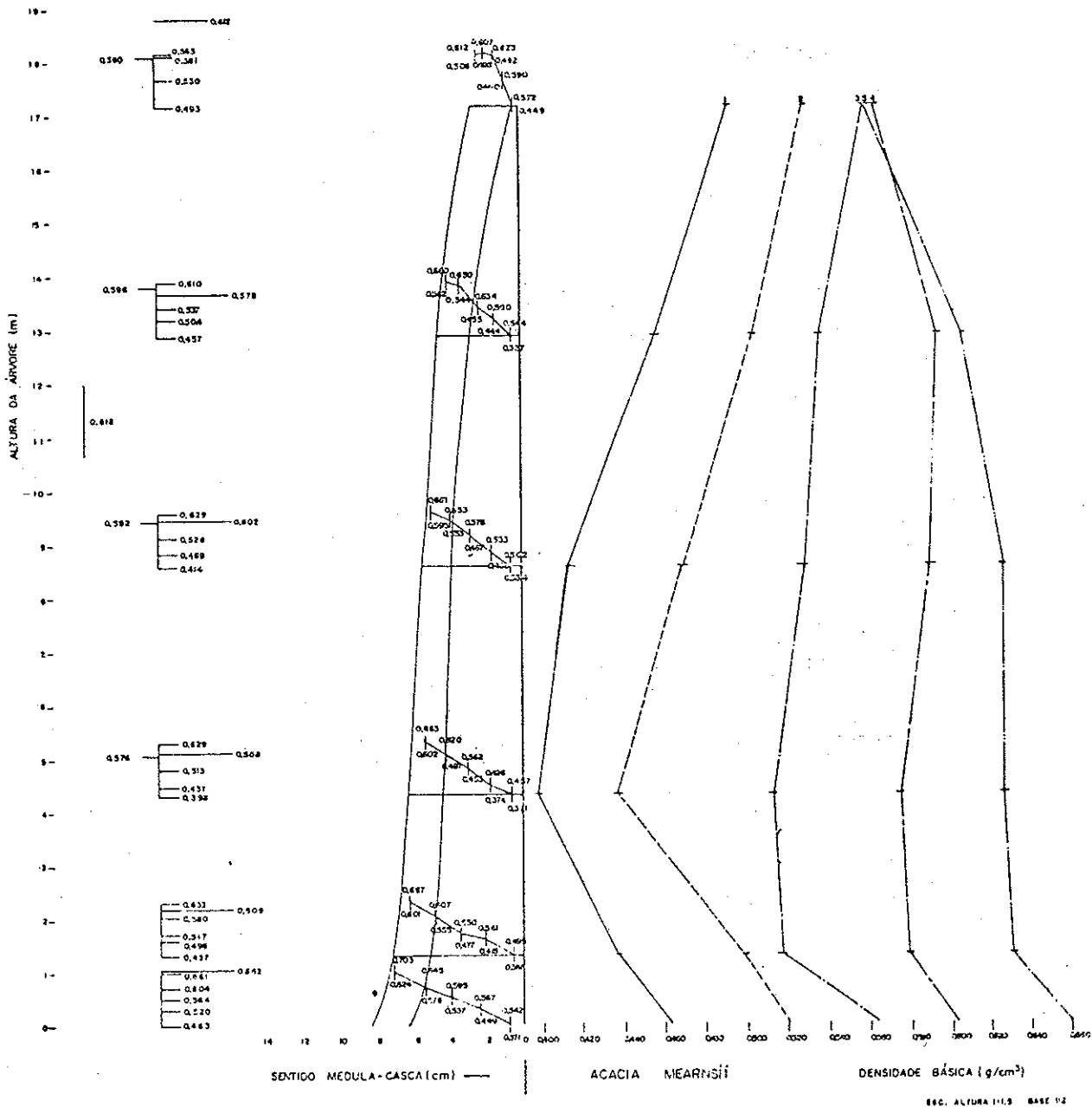
As análises químicas realizadas sobre a madeira de Acacia mearnsii mostraram que a mesma é rica em hemiceluloses, conforme atestam os altos valores obtidos para teor de pentosanas e solubilidades em NaOH a quente e a 20°C. Outras características importantes da madeira foram o relativamente baixo teor de lignina, o alto teor de holocelulose e a média solubilidade em solventes orgânicos como álcool/benzeno e diclorometano.

A experimentação foi encerrada pelo estudo da variabilidade da madeira de Acacia mearnsii nos sentidos medula + casca e base + topo. Frente ao grande número de determinações realizadas, procurou-se achar uma maneira simples de se colocar os modelos de variabilidade de forma a serem facilmente seguidos pelo leitor. A apresentação dos numerosos dados em tabelas tornariam difícil a interpretação e enfadonha a leitura. Um gráfico especial foi então elaborado (Gráfico 7).

No Gráfico 7, na escala vertical, variava-se a altura da árvore (média das quatro árvores). No centro do gráfico, desenhou-se uma "meia árvore", sendo a referência zero a medula. Anotou-se nessa "meia árvore" a separação entre cerne e alburno. Nela marcaram-se as posições referentes aos discos amostrados (base, DAP, 25%H, 50%H, 75%H e 100%H). Para cada altura, procurou-se mostrar, através de uma mini-escala auxiliar na vertical, à esquerda, a variabilidade radial da densidade básica. No interior da "meia árvore" e para cada altura, fez-se um gráfico da variação da densidade básica da medula até o câmbio. Os pontos se referiam aos blocos médios 1, 2, 3, 4 e 5. Acima e abaixo do valor médio da densidade básica para o bloco 1, apresentava-se respectivamente o valor máximo e mínimo obtidos, e assim por diante. À esquerda, por uma projeção horizontal do ponto médio para cada bloco (1 a 5), obtinha-se a densidade básica média do bloquinho referente a essa posição. O valor na mini-escala auxi

Gráfico 7

VARIABILIDADE DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *Acacia mearnsii*



Quadro 4: Dimensões das fibras e elementos de vaso de Acacia mearnsii

DETERMINAÇÕES	PARÂMETROS ANATÔMICOS	FIBRA			VASOS	
		Comprimento (mm)	Largura (μ)	Espessura da parede (μ)	Comprimento (mm)	Largura (μ)
Média		0,994	19,71	4,70	0,264	0,180
Desvio padrão		0,180	4,08	1,47	0,069	0,041
Coefficiente de variação, %		18,14	20,70	31,31	26,13	23,01
Valor máximo		1,47	40,94	9,89	0,478	0,282
Valor mínimo		0,63	10,35	1,49	0,113	0,099
Amplitude		0,84	30,59	8,40	0,365	0,0183
Nº de medições		600	400	400	200	200

Quadro 5: Composição química da madeira de Acacia mearnsii

Análise	Valor (%)
<u>Solubilidade em</u>	
- água fria	1,92
- água quente	3,33
- NaOH 1% a quente.....	17,29
- NaOH 5% a 20°C.....	14,69
- NaOH 8% a 20°C.....	13,79
- NaOH 10% a 20°C.....	11,52
- NaOH 18% a 20°C.....	9,37
- álcool/benzeno.....	2,36
- diclorometano.....	0,39
<u>Teor de</u>	
- pentosanas.....	21,22
- holocelulose.....	81,47
- lignina.....	18,83
- cinzas	0,32

liar que se destacava mais correspondia à densidade básica média do disco. O valor isolado na vertical, igual a 0,618 g/cm³, correspondia à densidade básica média da árvore.

Do lado direito da "meia árvore" mostrou-se a variabilidade axial da densidade básica para as camadas de madeira definidas como 1, 2, 3, 4 e 5.

Os resultados permitem a verificação, para todas as alturas estudadas, do aumento da densidade básica da madeira no sentido medula + casca, sem ainda apresentar tendência de estabilização exceto para o topo. Isso significa que a Acacia mearnsii, em idades mais velhas, deve apresentar densidades básicas superiores, pois, aparentemente, aos 7,5 anos, seu câmbio não atingiu maturidade plena. Em todos os casos, o alburno mostrou-se mais denso que o cerne, indicando tratarem-se de árvores jovens.

Para a variabilidade axial da madeira, notou-se um modelo de comportamento mais ou menos similar para as diversas camadas (1 a 5). A densidade básica da madeira diminuía da base até cerca de 25% da altura comercial para depois aumentar até o topo. De forma geral, a densidade básica da madeira a 25%H era a menos densa da árvore.

CONCLUSÃO

Os múltiplos aspectos de características da madeira da Acacia mearnsii aqui apresentados permitem concluir sua qualidade para inúmeros fins, além de permitirem um conhecimento mais profundo da espécie como supridora de matéria-prima lenhosa à indústria. As conclusões sobre a adequação dessa madeira para os propósitos desejados caberão àqueles que procurarem analisar cuidadosamente os dados aqui fornecidos com as suas exigências.

BIBLIOGRAFIA

BUSNARDO, C.A.; GONZAGA, J.V.; MENOCELLI, S.; BENITES, E.P.; DIAS, C. & FOELKEL, C.E.B. - Umidade ao abate da madeira e da casca de Eucalyptus saligna. 4º Congresso Florestal Brasileiro, 1982. Entregue para publicação.

Manufatura de Painéis Compensados com *Eucalyptus*: Caracterização de diversas Espécies

IVALDO PONTES JANKOWSKY
Depto. de Silvicultura — ESALQ

Summary

Six species of eucalypts (*E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. saligna* and *E. grandis*) were tested for plywood manufacturing. The main defects were end splits of logs and veneer collapse during drying. Only two species (*E. triantha* and *E. saligna*) produced veneer of reasonable quality. The plywood manufactured with those two species showed similar values in flexure test, but the glue line of *E. triantha* panel showed higher resistance to humidity.

The main conclusion is: eucalypt woods have potencial for plywood manufacturing, but it is very important to select the right species and some improvement in veneer peeling and drying.

Resumo

Testaram-se 6 espécies de eucaliptos (*E. pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. saligna* e *E. grandis*) na manufatura de painéis compensados. Os principais defeitos foram as rachaduras no topo das toras e o colapso durante a secagem das lâminas. De apenas 2 espécies (*E. triantha* e *E. saligna*) foram obtidas lâminas de qualidade razoável. Os compensados produzidos com essas duas espécies apresentaram valores semelhantes de resistência à flexão estática, porém a linha de cola do painel de *E. triantha* mostrou ser mais resistente à umidade.

A principal conclusão é que a madeira de eucalipto possui potencial para ser utilizada na manufatura de painéis compensados, bastando para tal selecionar as espécies mais aptas e aprimorar a tecnologia existente.

1. INTRODUÇÃO

Devido às nossas condições climáticas, a maioria das espécies exóticas quando aqui plantadas apresentam um ritmo de desenvolvimento notadamente superior do que nos locais de origem. Isso tem motivado a introdução de várias espécies de *Eucalyptus*, que é o gênero florestal mais utilizado em reflorestamentos.

Apesar da madeira de eucalipto destinar-se basicamente ao abastecimento das indústrias de celulose e chapas de fibras, já existe a preocupação de diversificar o uso dessas florestas visando o seu aproveitamento em serreria e na produção de compensados.

Considerando que um determinado processamento da madeira requer toras com características específicas a esse processamento, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o comportamento de diversas espécies de *Eucalyptus* durante a manufatura de painéis compensados, selecionando as que apresentaram potencial para a utilização industrial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Embora a FAO (1975), durante a Consulta Mundial sobre Painéis e Base de Madeira, tenha recomendado incrementar a produção de madeira para a manufatura de chapas em geral, através de implantação de florestas homogê-

neas com espécies de rápido crescimento, pouco tem sido feito para viabilizar a utilização do eucalipto na indústria de compensados.

De acordo com WALLIS (1970) e MCMILLAN (1978), as principais espécies utilizadas na Austrália para a produção de compensados são o *Eucalyptus maculata*, *E. regnans*, *E. diversicolor*, *E. marginata*, *E. obliqua* e *E. delegatensis*. As principais características do eucalipto que dificultam a sua utilização são a densidade relativamente alta, a facilidade com que as toras racham tanto no topo como longitudinalmente, e a suscetibilidade ao colapso durante a secagem que cause rachaduras e ondulações nas lâminas.

Apesar do compensado de eucalipto representar menos que 10% da produção total da Austrália, poucos experimentos tem sido conduzidos para obter informações sobre outras espécies. SCHULTZ (1979)⁽¹⁾, informa sobre um teste efetuado com *Eucalyptus grandis*, *E. pilularis* e *E. saligna*, que acusou diferenças de comportamento entre as espécies, com o *E. grandis* apresentando melhores resultados. Todavia considerou-se que as três espécies produziram lâminas de qualidade aceitável para compensados industriais.

No Brasil foram divulgados por JANKOWSKY (1979) os resultados preliminares obtidos em um ensaio com o *Eucalyptus saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla*.

Mesmo sendo difícil trabalhar com a madeira de eucalipto, WALLIS (1970) afirma ser possível produzir compensados com o mais alto padrão de qualidade desde que seja aperfeiçoado o maquinário e sejam desenvolvidas e introduzidas técnicas aprimoradas de processamento. Isso significa que é necessário desenvolver a tecnologia adequada para a utilização eficiente da madeira de eucalipto.

3. MATERIAL E MÉTODOS

No presente trabalho foram estudadas as seguintes espécies: *Eucalyptus pilularis*, *E. triantha*, *E. microcorys*, *E. pellita*, *E. saligna* (2 procedências) e *E. grandis*. Esse material, com 10 anos de idade, é proveniente do projeto IPEF - "Comportamento florestal de várias espécies de *Eucalyptus*", instalado em janeiro de 1971 na região de Salesópolis-SP., em áreas pertencentes a Cia. Suzano de Papel e Celulose. Embora do ensaio original constasse ainda o *Eucalyptus gumifera* e o *E. globulus*, os mesmos não puderam ser processados devido ao diâmetro reduzido das toras.

Foram selecionadas 4 árvores, dentre as de maior diâmetro, por espécie. Da parte basal de cada árvore foi retirado um tореte com 1,10m de comprimento. Após o corte, os tóretes permaneceram aproximadamente 2 meses no campo antes de serem remetidos para o processamento.

Antes da laminação as toras foram aquecidas por imersão em água à temperaturas em torno de 70°C, seguindo-se as recomendações de LUTZ (1974). Os tóretes foram laminados em um torno desenrolador THOMAS e BENARD, modelo LHT-14, regulado de acordo com as indicações de FEIHL & GODIN (1970), para lâminas com 2,0 mm de espessura:

- ângulo de afiação da faca = 20°00'
- ângulo da faca = 90°30' a 89°30'
- abertura horizontal = 1,8 mm
- abertura vertical = 0,5 mm

(1) Informação pessoal de L.G. Schultz, general manager of the A.P.M. Forests Proprietary Limited, Australia.

Posteriormente as lâminas foram secas à temperatura de 60°C - 65°C, utilizando-se uma estufa convencional para secagem de madeira serrada.

Das duas espécies que produziram lâminas com qualidade aceitável (*Eucalyptus triantha* e *Eucalyptus saligna*) foram manufacturados 6 painéis compensados (3 por espécie) compostos de 5 lâminas e com espessura nominal de 1,0 cm.

Utilizou-se adesivo a base de uréia-formaldeído com a formulação descrita na Tabela 1, aplicado na base de 350g por m² em linha dupla. O tempo de montagem fechada foi de 15 minutos e a prensagem foi à 95°C por 20 minutos sob 10 kgf/cm² de pressão específica, com um painel por abertura.

TABELA 1. Formulação do adesivo à base de uréia-formaldeído utilizado no experimento.

COMPONENTES	FORMULAÇÃO	
	(Partes por peso)	(%)
Cascamite PL-117	100	29,9
Farinha de trigo (ALBEX 1)	100	29,9
Albumina de sangue (ALBEX 5)	6	1,8
Catalizador (M4)	8	2,4
Água	120	35,9

Após a prensagem as chapas permaneceram 20 dias em climatização ao ambiente, sendo então retirados os corpos de prova para os ensaios de qualidade, efetuados de acordo com as normas NBS/PS 51-71 (SUTULA, 1972) para a resistência à umidade da linha de cola, e ASTM D-3043 (ASTM, 1973) para a resistência à flexão estática no sentido paralelo.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Uma vez que o procedimento experimental não foi o mesmo para todas as espécies, os resultados serão apresentados em termos de produção de lâminas e da qualidade dos compensados.

4.1. Produção de lâminas

As características das toras, comportamento durante a laminação, aspecto e qualidade das lâminas são apresentadas por espécie.

- *Eucalyptus pilularis* (4 toras)

Diâmetro médio das toras = 21,1 cm a 23,1 cm

Tempo de estocagem no pátio = 9 dias

Defeitos = rachaduras de topo

Temperatura de corte = 70°C a 74°C

Laminação = as rachaduras de topo prejudicaram a fixação nas garras.

Lâminas = razoavelmente lisas, abertas, com rachaduras e ondulações provocadas pela secagem. Inadequadas à manufatura de compensados.

- *Eucalyptus triantha* (4 toras)

Diâmetro médio das toras = 21,0 cm a 26,2 cm

Tempo de estocagem no pátio = 9 dias

Defeitos = pequenas rachaduras de topo, 1 tora bifurcada

Temperatura de corte = 68°C a 72°C

Laminação = a tora em que a rachadura de topo era mais acentuada rachou durante a laminação.

Lâminas = razoavelmente lisas, abertas, algumas lâminas apresentaram rachaduras e ondulações devido a secagem. No geral, com qualidade razoável para a manufatura de compensados.

- *Eucalyptus microcorys* (2 toras)

Diâmetro médio das toras = 21,0 cm a 21,8 cm

Tempo de estocagem no pátio = 9 dias

Defeitos = rachaduras de topo

Temperatura de corte = 70°C a 72°C

Laminação = todas as toras racharam durante a laminação.

Lâminas = não foram obtidas lâminas, mas apenas retalhos que racharam durante a secagem.

- *Eucalyptus pellita* (2 toras)

Diâmetro médio das toras = 24,2 cm a 24,8 cm

Tempo de estocagem no pátio = 19 dias

Defeitos = rachaduras de topo

Temperatura de corte = 68°C a 72°C

Laminação = as toras racharam na saída das garras exteriores.

Lâminas = com rachaduras e ondulações de secagem, ocorrendo também encruamento. Inadequadas à manufatura de compensados.

- *Eucalyptus saligna* (8 toras)

Diâmetro médio das toras = 25,8 cm a 29,0 cm

Tempo de estocagem no pátio = 18 dias

Defeitos = a maioria com pequenas rachaduras no topo, uma tora com forma anormal e uma com apodrecimento interno

Temperatura de corte = 70°C a 76°C

Laminação = as toras com pequenas rachaduras no topo laminaram normalmente até a saída das garras exteriores. As demais sofreram problemas de fixação nas garras.

Lâminas = lisas, razoavelmente abertas, rachaduras devido a secagem variando de tamanho, e com muitos nós. De razoável qualidade para a manufatura de compensados.

- *Eucalyptus grandis* (4 toras)

Diâmetro médio das toras = 27,0 cm a 30,4 cm

Tempo de estocagem no pátio = 16 dias

Defeitos = duas toras com rachaduras no topo e longitudinais, duas com rachaduras no topo.

Temperatura de corte = 77°C a 80°C.

Laminação = todas as toras racharam durante a laminação.

Lâminas = razoavelmente lisas, fechadas, com ligeiro encruamento. A secagem agravou as rachaduras já existentes. Inadequadas à manufatura de compensados.

Conforme pode-se notar, os problemas ocorridos durante a laminação foram provocados pelas rachaduras de topo. A tora rachada não permite a fixação necessária das garras, principalmente das garras interiores, e quando aumenta o esforço requerido pelo corte a tora racha, tornando-se impraticável para a produção de lâminas. Esse problema, que é ilustrado pela Figura 1, torna-se mais grave quanto maiores forem as rachaduras no topo.

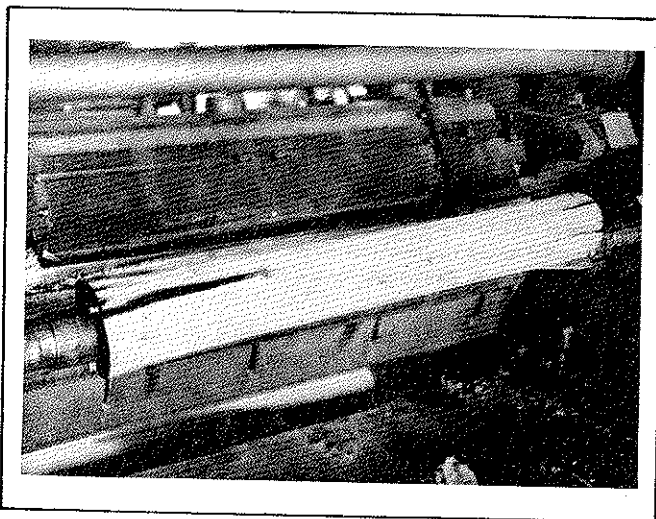


FIGURA 1. Ilustrando a expulsão da tora pelo torno devido às rachaduras de topo.

As rachaduras das toras são comuns à maioria das espécies de eucalipto, constituindo-se um dos principais entraves à utilização dessa madeira para serraria ou compensados. Todavia, a FAO (1979) recomenda a estocagem das toras sob água (imersão ou aspersão) como um procedimento para mi

nimizar as rachaduras. Outra alternativa seria estocar as toras com o máximo comprimento possível e somente cortá-las no tamanho adequado quando forem laminadas.

A madeira de eucalipto é impermeável, e quando estocadas ao ar as toras secam rapidamente nos extremos permanecendo com a parte central saturada de umidade. A retração natural, associada ou não às tensões de crescimento, provoca o aparecimento de rachaduras, que tendem a tornar-se mais profundas à medida em que a tora vai secando. Por isso, a estocagem sob água aparente ser a alternativa mais viável, pois mantendo o teor de umidade de nas toras acima de 30% evita-se que a madeira comece a retrair.

Outro grave problema é a tendência ao colapso durante a secagem das lâminas, que pode provocar ondulações e encruamento como no caso do *E. pellita* (Figura 2) ou rachaduras nas extremidades das lâminas, provenientes das rachas no topo das toras, tendem a se tornar maiores durante a secagem devido à retração da madeira no sentido tangencial. Tal comportamento é ilustrado nas Figuras 3 e 4, para o *E. saligna* e o *E. grandis* respectivamente.

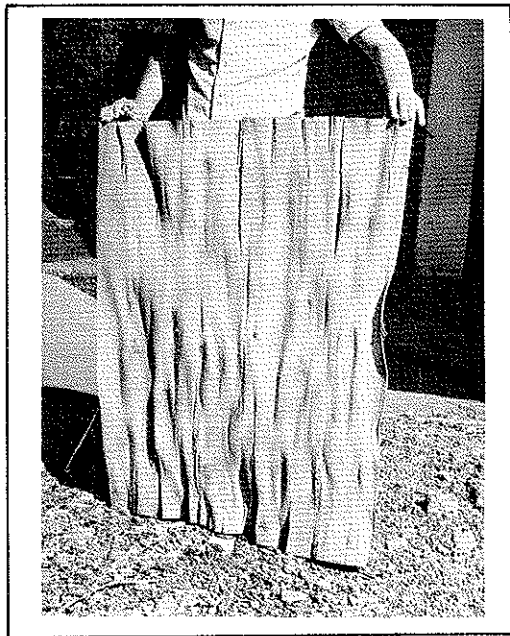


FIGURA 2. Lâmina de *E. pellita* após a secagem, mostrando ondulações e encruamento.

Mesmo considerando que a estufa utilizada na secagem das lâminas não é apropriada para esse material, os resultados mostram que a secagem do eucalipto é problemática, existindo a necessidade de estudos mais detalhados sobre essa fase específica do processamento.

Outro aspecto a ser destacado é a contradição aos resultados de JANKOWSKY (1979), em relação ao comportamento do *E. saligna* e do *E. grandis*. No presente trabalho todas as lâminas de *E. grandis* racharam durante a secagem, impossibilitando a utilização em compensados. E as lâminas de *E. saligna*, independente da procedência, apresentaram desde lâminas quase sem rachaduras até lâminas com rachaduras profundas. Contudo, foi possível produzir lâminas de *E. saligna* para a manufatura de compensados.

No trabalho anterior JANKOWSKY (1979) reporta o comportamento inverso das duas espécies. Esse fato pode ser explicado pelas diferenças no tempo de armazenamento das toras e na temperatura utilizada na secagem das lâminas. As tensões de crescimento são significativamente reduzidas durante o armazenamento (FAO, 1979), reduzindo a tendência a rachar. Por outro lado, quanto maior o tempo em estocagem, melhores tendem a ser as rachaduras de topo ocasionadas pela secagem natural das toras. Nos que diz respeito à secagem das lâminas, temperaturas elevadas agravam a tendência à rachar e colapsar.

Considerando que as rachaduras foram os únicos defeitos nas lâmi-

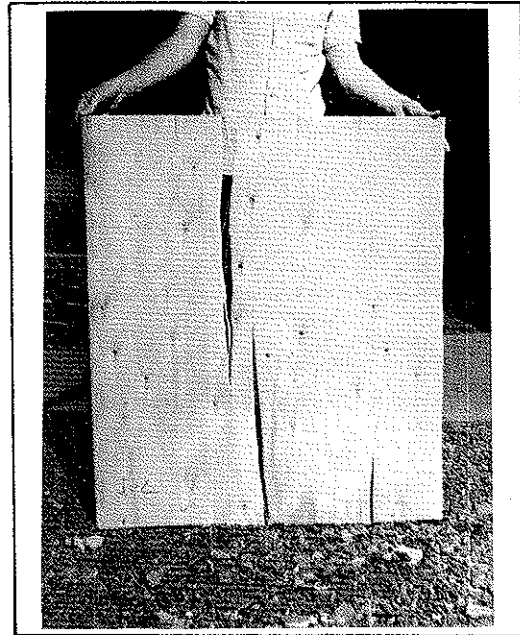


FIGURA 3. Lâmina de *E. saligna* após a secagem, mostrando rachaduras profundas.

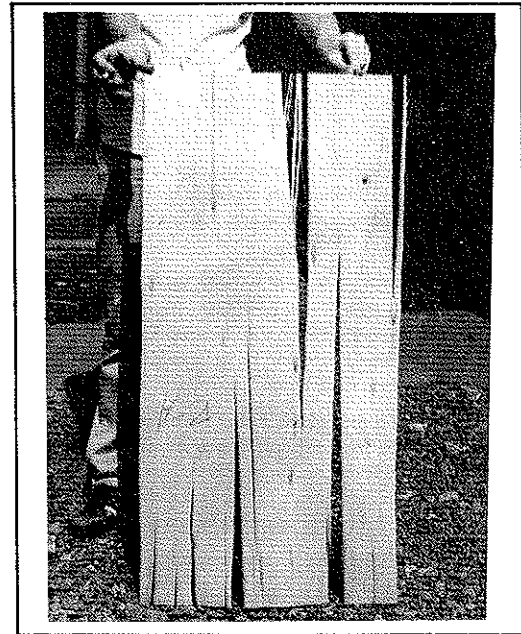


FIGURA 4. Lâmina de *E. grandis* após a secagem, mostrando rachaduras profundas.

nas que inviabilizaram a manufatura de compensados, total para o *E. grandis* e parcial no *E. saligna*, é provável que a combinação adequada do tempo e forma de estocagem das toras com as condições de secagem permita a utilização industrial das duas espécies.

4.2. Qualidade dos compensados

Devido à qualidade das lâminas foram feitos compensados apenas com *E. saligna* e *E. triantha* (3 painéis por espécie). Os resultados do teste de linha de cola constam da Tabela 2 e os valores de resistência à flexão estática são apresentados na Tabela 3. As Figuras 5 e 6 mostram dois dos painéis produzidos.

TABELA 2. Número de folhas no teste de linha de cola Tipo II (alta resistência à unidade) e Tipo III (resistência moderada à unidade).

REPETIÇÃO	<i>E. saligna</i>		<i>E. triantha</i>	
	Tipo II	Tipo III	Tipo II	Tipo III
Painel 1	3	0*	3	0*
Painel 2	4	1*	1*	0*
Painel 3	2*	2	0*	0*
MÉDIA	3,0	1,0	1,3	0

Os painéis assinalados com (*) são os que passaram no teste.

TABELA 3. Valores médios do módulo de ruptura (MOR) à flexão estática no sentido paralelo, acompanhados do respectivo erro padrão (s(m)).

REPETIÇÃO	<i>E. saligna</i>		<i>E. triantha</i>	
	MOR (kgf/cm ²)	s(m)	MOR (kgf/cm ²)	s(m)
Painel 1	754,5	18,0	725,8	13,5
Painel 2	695,0	51,0	682,5	15,6
Painel 3	623,5	38,7	643,8	58,9
MÉDIA	691,0	25,8	684,0	21,2

O valor obtido por repetição é a média de 4 corpos de prova

A unidade média dos corpos de prova foi de 11,0%, variando de 10,4% a 11,5%.

A resistência à flexão estática é semelhante para as duas espécies, com valores superiores aos obtidos para o guapuruvú (467,0 kgf/cm²) por RICHTER, TOMASELLI & MORESCHI (1975); e para araucária (551,0 kgf/cm²) por FREITAS & HAYASHIDA (1972).

A qualidade de linha de colagem diferiu em função da espécie, com o *E. triantha* mostrando-se superior ao *E. saligna*. Deve-se considerar porém que foi experimentada uma única formulação do adesivo, e que provavelmente a diminuição na porcentagem de extensor ou um aumento na pressão específica irão melhorar a qualidade da colagem.

Mesmo não tendo sido estudadas outras variáveis do processamento, como formulações do adesivo ou condições da prensagem, é possível concluir com base nos resultados obtidos que é viável produzir compensados utilizando

do como matéria-prima a madeira de *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus triantha*. Não será difícil obter painéis para fins estruturais ou mobiliário, principalmente com a possibilidade de aplicar uma lâmina decorativa na superfície do painel.

Todavia, é importante ressaltar a necessidade de estudos mais detalhados para resolver os problemas relacionados à secagem das lâminas e ao processo de colagem, para possibilitar um melhor aproveitamento dessa fonte de matéria-prima.

5. CONCLUSÕES

As conclusões obtidas deste experimento não podem ser consideradas definitivas, pois o trabalho foi desenvolvido em caráter exploratório. Assim, é mais plausível ressaltar as indicações mais importantes, baseadas nos resultados obtidos.

- o principal problema durante a laminação é a existência de rachaduras nos topos das toras. A provável solução está na forma estocagem das toras;
- a maior parte das lâminas consideradas inadequadas à manufatura de compensados tiveram como causa da rejeição as rachaduras oriundas de toras já rachadas ou provocadas pela secagem inadequada das lâminas. Esse problema pode ser minimizado impedindo que as toras rachem durante o armazenamento e/ou secando cuidadosamente as lâminas.
- a madeira de eucalipto possui potencial para ser utilizada na manufatura de painéis compensados, bastando para tal selecionar as espécies mais aptas e aprimorar a tecnologia existente;
- o *Eucalyptus saligna* e o *Eucalyptus triantha* são espécies aptas para a utilização na manufatura de compensados.

6. BIBLIOGRAFIA CITADA

- AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIAL - Annual book of ASTM standards. Part 16 (wood, adhesives). Philadelphia, ASTM, 1973.
- F.A.O., Bruxelas. - Actas de la consulta mundial sobre paneles a base de madera. Miller Freeman Publications, San Francisco, 1975. 454p.
- F.A.O., Roma. - *Eucalyptus for planting*. FAO Forestry Series n° 11. 1979. 677p.
- FEHL, O. & V. GODIN. - *Setting veneer lathes with aid of instruments*. Ottawa, Canadian Forestry Service, 1970. 41p.
- FREITAS, A.R. & K. HAYASHIDA. - Propriedades físicas e mecânicas da madeira e do contraplacado de *Pinus elliottii*. *Brasil Florestal*, Rio de Janeiro, 3(9):36-43. 1972.

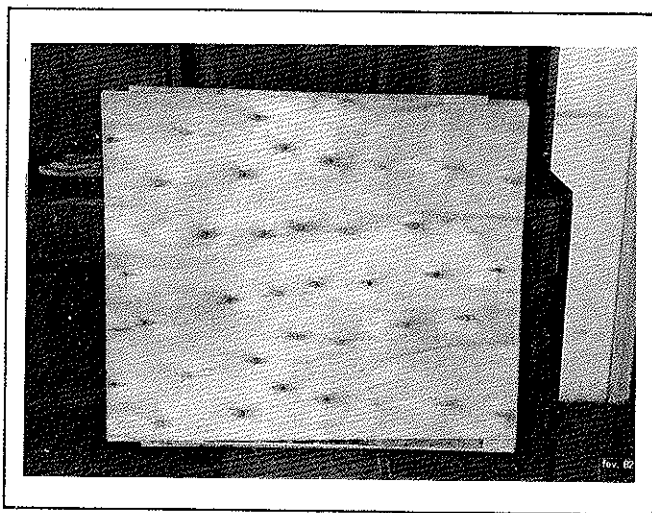


FIGURA 5. Painel manufaturado com madeira de *Eucalyptus saligna*.

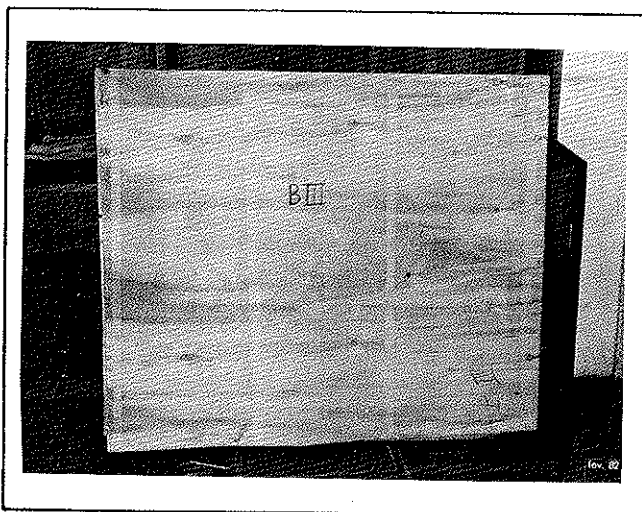


FIGURA 6. Painel manufaturado com madeira de *Eucalyptus triantha*.

Norma Brasileira para Classificação de Madeira Serrada de Folhosas (Primeira Minuta)

CLEUBER DELANO JOSÉ LISBOA
Laboratório de Produtos Florestais — IBDF
GERALDO JOSÉ ZENID
Instituto de Pesquisas Tecnológicas S.A.
JOHN BROWN PECK
FAO
EFREM DE JESUS N. GALVÃO
SUDAM
RUY ALEXANDRE DE SÁ RIBEIRO
INPA

O pleno desenvolvimento do mercado de produtos florestais está condicionado à implantação de um eficiente conjunto de regras de medição e classificação. Partindo deste pressuposto, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal oferece esta contribuição para a normalização do mercado de madeira serrada de folhosas, o que constitui uma das imprescindíveis estratégias de penetração competitiva no mercado internacional. A normalização do mercado de madeiras folhosas promoverá a utilização de inúmeras espécies abundantes, insuficientemente conhecidas e comercializadas.

A elaboração desta Norma contou com a colaboração de técnicos de reconhecidas instituições de pesquisas, de instituições de normalização e fiscalização, de organização de comércio exterior, de associações de classe, de consultores internacionais e de inúmeras serrarias da região amazônica.

A participação de consumidores internacionais de madeira serrada de folhosas foi efetivada através da utilização como texto base, das "Regras para Classificação da Madeira Serrada da África" ("Sciages Avivés Tropicaux Africains - Règles de Classement"). Estas Regras constituem-se, na realidade, em regras de classificação de madeira serrada de folhosas, em geral, e foram elaboradas após quatro anos de estudos de laboratório e de campo, envolvendo inúmeras organizações com interesses diversos, ligados ao setor, e, finalmente, foram compiladas pelo "Centro Técnico de Florestas Tropicais" ("Centre Technique Forestier Tropical"), da França.

O apoio nas "Regras Africanas", como ponto de partida, possibilitou a elaboração da Norma Brasileira em tempo recorde, economizando vários anos de pesquisas exaustivas e de custos elevados.

Naturalmente, a Norma aqui apresentada, como um todo, não será inteiramente satisfatória e não agradará a todos. Contudo foi levada em consideração a complexidade do assunto, reconhecendo-se que o comércio da madeira, como de qualquer outro material, é em primeiro lugar, um assunto a ser tratado entre o "comprador" e o "vendedor", sendo que esta Norma de Classificação se constitui em uma ferramenta básica para orientar a negociação.

A correta utilização das regras que compõem esta Norma exige um estudo cuidadoso, a utilização do bom senso para entendê-las e aplicá-las da melhor forma possível, sem

contudo se permitir que o julgamento próprio se contradiga com qualquer recomendação ou definição estabelecida.

A madeira deve ser classificada e medida como encontrada na ocasião da classificação, sem se conceder nenhuma tolerância visando elevá-la de classe de qualidade.

A classificação deve ser realizada de acordo com o estabelecido no Capítulo I - Generalidades, e de acordo com as instruções contidas:

No Mercado Geral - madeira, em geral, destinada a ser resserada anteriormente à utilização final; ou

nos Mercados Especiais - madeira, em geral, destinada a ser utilizada nas seções fornecidas ou para certos usos finais específicos.

Em adição, esta Norma permite uma numerosa possibilidade de aplicação, como:

- a classificação de espécies que comumente apresentam certos tipos de defeitos ou certas particularidades, sem contudo submetê-las a penalidades indevidas;
- a classificação considerando o preparo que as peças de madeiras receberam, tal como secagem, preservação, aparelhamento, etc.

Embora não se tenha dado tratamento especial a peças de madeiras comercializadas com dimensões fixas, esta Norma oferece várias opções para este tipo de material:

- no caso em que as dimensões requeridas são as dimensões nominais já estabelecidas na Norma, a classificação pode ser realizada dentro do Mercado Geral ou dos Mercados Especiais, com o estabelecimento de algumas cláusulas adicionais para aquelas referentes a dimensões; se as dimensões requeridas não aparecem na Norma, a classificação pode ser realizada através de cláusulas contratuais, estabelecidas entre o "comprador" e o "vendedor", de acordo com um dos métodos de classificação apresentados, ou apenas fazendo referência a itens selecionados de um ou de outro método de classificação, como por exemplo: "Classificação de Ripas", "Classificação pelo Mercado Geral omitindo os requisitos de cortes" etc.

No caso em que a transação não se enquadre em nenhum item selecionado da Norma, como pode acontecer em comercializações muito limitadas, devido à demanda limitada ou para atender a uma utilização muito específica, o "comprador" e o "vendedor" podem, possivelmente, se referir à presente Norma, através:

da modificação contratual de certos itens, a fim de se adotar um dos métodos de classificação que venha atender o caso especial em questão. Destacam-se aqui as especificações referentes às exigências nas dimensões e a qualidade

de mínima da peça de madeira permitida em uma determinada classe;
da utilização de alguns itens da Norma apenas como referência, como por exemplo os itens referentes a preparação da madeira, sua medição etc, sem entretanto considerar os outros itens nas cláusulas contratuais.

Finalmente, a transação pode ser realizada totalmente fora dos limites desta Norma. Neste caso, o contrato, uma declaração escrita entre o "comprador" e o "vendedor", é que estabelece as condições da transação.

Os sumários das classificações de madeiras destinadas ao "Mercado Geral" e ao Mercado "Especial" são apresentadas nas Tabelas I, II, III e IV.

TABELA I
SUMÁRIO DA CLASSIFICAÇÃO PARA O MERCADO GERAL
(Classificação pela pior face da peça de madeira)

Classes de qualidade			1ª Classe	2ª Classe	3ª Classe	4ª Classe
Dimensões mínimas da peça	comprimento (m)		> 2,10	> 1,80	> 1,80	> 1,80
	largura (mm)		> 150	> 125	> 100	> 100
Requisitos de Cortes	Dimensões mínimas dos cortes limpos	m x mm	1,50x100 ou 1,80x75 5x4 = 20 ou 6x3 = 18	1,20x75 ou 0,90x100 4x3 = 12 ou 3x4 = 12	0,90x75 ou 0,60x100 3x3 = 9 ou 2x4 = 8	--
		UCL				--
	Rendimento de cortes limpos		90%	80%	60%	--
	Nº de unidades de cortes da peça (UC)	Nº máximo de cortes limpos				
		até 40	--	1	1	--
		41 a 55	1	1	2	--
		56 a 90	1	2	3	--
91 a 125		2	3	4	--	
126 a 160		3	4	5	--	
a partir de 161	4	5	6	--		
Condições Gerais	Fissura de compressão, madeira ardida, podridão, medula, cerne quebradiço, furos de insetos ativos, e galerias		Não são permitidos	Não são permitidos	Não são permitidos	Não são permitidos
	Empenamento	Torcimento	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido
		Encurvamento complexo	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido
		Até 5% Encurvamento das peças de um lote ($L_1 > 3m$)	< 5mm/m	< 5mm/m	< 5mm/m	< 5mm/m sem restrição qtº ao nº de peças
		Arqueamento	< 5mm/m	< 5mm/m	< 5mm/m	< 5mm/m sem restrição qtº ao nº de peças
Encanoamento	Até 4mm abaixo de e	Até 4mm abaixo de e	Até 4mm abaixo de e	Até 4mm abaixo de e -- sem restrição quanto ao número de peças		
Requisitos de qualidade	Alburno em 1 face e 1 borda		São -- < 10% l_1 -- fora dos cortes limpos	São -- < 20% l_1 -- dentro dos cortes limpos	São -- < 25% l_1 -- dentro dos cortes limpos	São ou descolorido -- sem restrição
	Esmoado		Não é permitido	1 quina -- < 5% l_1 -- 10% L_1 , 50% e_1 -- fora dos cortes limpos	1 quina -- < 10% l_1 , 20% L_1 , 50% e_1 -- fora dos cortes limpos	1 ou 2 quinas da mesma face -- < 20% l_1 , 40% L_1 , 50% e_1
	Rachas nas extremidades		< 10% L_1 -- fora dos cortes limpos	< 10% L_1 -- fora dos cortes limpos	< 10% L_1 -- fora dos cortes limpos	< 20% L_1
	Nós		< 1/3 l_1 -- fora dos cortes limpos	< 1/3 l_1 -- fora dos cortes limpos	< 1/3 l_1 -- fora dos cortes limpos	--

NOTAS:

- UC = Unidade de Corte = um corte de 0,30m de comprimento por 25mm de largura (item 3.2.2 - Capítulo I).
- UCL = Unidade de Corte livre de defeitos (item 3.2.2 - Capítulo I).
- e = espessura nominal, e_1 = espessura real; l_1 = largura real; L_1 = comprimento real.
- Nas bordas da peça não é permitido madeira ardida, podridão e rachas.

TABELA II
SUMÁRIO DA CLASSIFICAÇÃO PARA OS MERCADOS ESPECIAIS.
CLASSIFICAÇÃO PELA MELHOR FACE

Classes de qualidade		1ª Classe *	2ª Classe	3ª Classe
Dimensões da peça	espessura (mm)	12 - 16 - 19 - 22 - 25 - 32 - 38 - 44		
	largura (mm)	50 - 75 - 100 - 125		
	comprimento (m)	> 2,10	> 1,80	> 1,80
Requisitos de elementos	Comprimento mínimo dos elementos limpos (m)	-	0,90	0,60
	Rendimento mínimo de elementos limpos	100%	80%	60%
	Nº máximo de elementos limpos	-	3	2 para $L_1 < 2,10m$ 5 para $L_1 > 2,10m$
Condições Gerais	Fissura de compressão, madeira ardida, podridão, medula, cerne quebradiço, furos de insetos ativos, galerias e empenamentos	Não são permitidos	Não são permitidos	Não são permitidos
	Rachas longitudinais	< 0,05m - fora dos elementos limpos	< 0,05m - fora dos elementos limpos	< 0,05m - fora dos elementos limpos
Requisitos de qualidade - face classificada	Alburno	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido
	Esmoado	Não é permitido	Não é permitido	Não é permitido
	Inclinação da grã	< 3%	< 6%	< 9%
	Nós (soma dos diâmetros)	Não são permitidos	< $1/5 l_1$ - fora dos elementos limpos	< $1/4 l_1$ - fora dos elementos limpos
	Furos de insetos inativos	Não são permitidos	3 furos/ $0,01m^2$ se $\phi < 2mm$ - fora dos elementos limpos	3 furos/ $0,01m^2$ se $\phi < 2mm$ - fora dos elementos limpos
Condições especiais - outra face	Alburno - 1 borda	São - < $50\% l_1, 50\% e_1$		
	Esmoado - 1 quina	< $10\% l_1, 20\% L_1, 30\% e_1$		
	Nós (soma dos diâmetros)	< $1/5 l_1$ por elemento de 0,60m de comprimento		
	Furos de insetos inativos	3 furos/ $0,01m^2$ se $\phi < 2mm$ ou 1 furo/ $0,01m^2$ se $2 < \phi < 5mm$		

NOTAS:

ϕ = diâmetro máximo de um furo de inseto.
 e_1 = espessura real; l_1 = largura real; L_1 = comprimento real.
 $0,01m^2$ é calculado a partir da largura da peça (ver fig. 5).
As bordas das peças a serem fresadas, devem ser isentas de defeitos que possam prejudicar sua utilização.
Para a 1ª Classe, a face classificada deve ser isenta de todos os defeitos.

TABELA III
SUMÁRIO DA CLASSIFICAÇÃO PARA OS MERCADOS ESPECIAIS
CLASSIFICAÇÃO PELAS QUATRO FACES

Classes de qualidade		1ª Classe	2ª Classe	3ª Classe
Dimensões da peça	espessura (mm)	$> 38\text{mm}$ e $< 100\text{mm}$		
	largura (mm)	$> 75\text{mm}$ e $< 300\text{mm}$		
	comprimento (m)	$> 2,10$	$> 1,80$	$> 1,80$
Requisitos de elementos	Comprimento mínimo dos elementos limpos (m)	1,50	1,20	0,90
	Rendimento mínimo de elementos limpos	90%	80%	60%
	Nº máximo de elementos limpos	-	-	-
Condições Gerais	Fissura de compressão, madeira ardida, podridão, medula, cerne quebradiço, furos de insetos ativos, galerias e empenamentos	Não são permitidos	Não são permitidos	Não são permitidos
	Rachas nas extremidades	$< 0,05\text{m}$ – fora dos elementos limpos	$< 0,05\text{m}$ – fora dos elementos limpos	$< 0,05\text{m}$ – fora dos elementos limpos
Requisitos de qualidade	Alburno – 2 faces adjacentes	São – $< 10\% l_1$ – fora dos elementos limpos	São – $< 20\% l_1$ – dentro dos elementos limpos	São – $< 25\% l_1$ – dentro dos elementos limpos
	Esmoado	Não é permitido	Não é permitido	1 quina – $< 10\% l_1$ – fora dos elementos limpos
	Inclinação da grã	$< 3\%$	$< 3\%$	$< 6\%$
	Nós	$< 1/10 l_1$ – fora dos elementos limpos	$< 1/5 l_1$ – fora dos elementos limpos	$< 1/5 l_1$ – fora dos elementos limpos
	Furos de insetos inativos	Não são permitidos	3 furos por 0,30m de comprimento, se $\emptyset < 2\text{mm}$ – fora dos elementos limpos	3 furos por 0,30m de comprimento, se $\emptyset < 2\text{mm}$; ou 1 furo por 0,30m de comprimento se $2 < \emptyset < 5\text{mm}$ – fora dos elementos limpos

NOTAS:

- \emptyset = diâmetro máximo de um furo de inseto.
- l_1 = largura real.

TABELA IV
SUMÁRIO DA CLASSIFICAÇÃO PARA OS MERCADOS ESPECIAIS
CURTOS

Tipos de mercados		CLASSIFICAÇÃO PELA PIOR FACE		CLASSIFICAÇÃO PELAS QUATRO FACES	
Classes de qualidades		1ª Classe *	2ª Classe **	1ª Classe ***	2ª Classe ****
Dimensão da peça	espessura (mm)	Conforme especificação para o Mercado Geral ou Mercados Especiais		Conforme especificação para o Mercado Geral ou Mercados Especiais	
	largura (mm)				
	comprimento (cm)				
Requisitos de elementos		-	-	-	-
Condições Gerais	Fissura de compressão, madeira ardida, podridão, medula, cerne quebradiço, furos de insetos ativos, galerias, nós, esmoado e empenamentos	Não são permitidos	Não são permitidos	Não são permitidos	Não são permitidos
	Rachas nas extremidades	$< 0,05\text{m}$	$< 0,05\text{m}$	$< 0,05\text{m}$	$< 0,05\text{m}$
	Inclinação da grã	$< 3\%$	$< 3\%$	$< 3\%$	$< 3\%$
Requisitos de qualidade	Alburno	Não é permitido	São – 1 quina – $< 30\% l_1$, $30\% e_1$	Não é permitido	São – 2 faces adjacentes – $< 30\% l_1$
	Furos de insetos inativos	Não são permitidos	4 furos por 0,90m de comprimento, se $\emptyset < 2\text{mm}$	Não são permitidos	Não são permitidos

NOTAS:

- \emptyset = diâmetro máximo de um furo de inseto.
- e_1 = espessura real; l_1 = largura real; L_1 = comprimento real.
- * A face classificada deve ser isenta de todos os defeitos, para a 1ª Classe.
- ** A face classificada deve ser isenta de todos os defeitos, exceto os citados acima, e a face não classificada deve ser isenta de todos os defeitos, para a 2ª Classe.
- *** As quatro faces da peça devem ser isentas de todos os defeitos, para a 1ª Classe.
- **** Duas faces adjacentes devem ser isentas de todos os defeitos, para a 2ª Classe.

Avaliação de Espécies Madeireiras da Região Amazônica com vistas a sua introdução no Mercado

ROBERTO MASSATO NAKAMURA
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF

O Brasil, sendo detentor do maior potencial de madeiras tropicais do mundo, participa com apenas uma insignificante parcela de aproximadamente 1 a 2% no mercado mundial. Esta situação decorre em parte de uma desorganização na comercialização, principalmente na Região Norte, incluindo entros outros a completa falta de controle de qualidade, e a comercialização de reduzido número de espécies e de produtos.

Assim, considerando ainda, o esgotamento das reservas florestais de outras partes do mundo intensamente exploradas, o que certamente aumentará a demanda de produtos brasileiros, o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF, através do Departamento de Comercialização - DC e de Economia Florestal - DE, desenvolveu um extenso programa para fomentar a comercialização adequada de um número cada vez mais crescente de espécies e de produtos da madeira. Dentro deste programa, que inclui atividades de melhoria da qualidade dos produtos comercializados, de controle de qualidade e de todas as atividades de "marketing" em geral, destaca-se o estudo e a promoção de espécies menos conhecidas nos mercados nacional e internacional, assunto de que trata o presente trabalho.

Com vistas à participação efetiva na Feira de Hannover na Alemanha, o IBDF através do Laboratório de Produtos Florestais, contando com o apoio do Instituto de Pesquisas Tecnológicas - IPT - SP, dentro do exiguo prazo de quarenta dias, preparou todo o material possível, para promoção de nove espécies de madeiras.

A seleção das nove espécies foi baseada em pesquisas realizadas junto à indústria madeireira de Belém e de Manaus. Critérios como, existência de estudos sobre as espécies, madeiras apropriadas à fabricação de móveis e à construção civil, volume disponível para atendimento à uma provável

demanda pelo menos por cinco anos etc, conduziram ao seletivo namento das espécies abaixo listadas.

- 1. Cumarú - Dipteryx odorata (Aubl.) Willd.
- 2. Cupiuba - Goupia glabra Aubl.
- 3. Jatobá - Hymenaea courbaril Linn.
- 4. Louro vermelho - Nectandra rubra (Mez) C. K. Allen
(sin.: Ocotea rubra Mez)
- 5. Quaruba verdadeira - Vochysia maxima Ducke
- 6. Quarubarana - Erisma uncinatum Warm.
- 7. Pará-pará - Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don
- 8. Sucupira - Bowdichia nitida Spruce ex Benth.
- 9. Tatajuba - Bagassa guianensis Aubl.

O material promocional consistiu em fichas de características contendo dados sobre os caracteres gerais, durabilidade natural, preservação, secagem, trabalhabilidade, acabamento, propriedades físicas e mecânicas e fotografia em cores da face tangencial. Estes dados foram obtidos através de extensa revisão bibliográfica, sendo consignados os dados considerados insatisfatórios, para posterior estudo em uma fase subsequente do programa.

Também foram fabricadas peças torneadas, lambris e tacos para demonstração de algumas utilizações das espécies em questão. Para a preparação deste último material, incluindo a secagem da madeira com todo o acompanhamento técnico necessário, o IBDF contou com a valiosa cooperação de diversas madeireiras e do Centro de Tecnologia da Madeira da SUDAM, em Santarém - PA.

É dentro deste espírito prático e dinâmico, que o IBDF, procurará gradativamente tornar o comércio de madeiras como ponto de destaque na geração de recursos, indispensáveis à soberania financeira do Brasil.

Estudo dos Compostos Fenólicos como Traçadores Taxonômicos das Sementes do Gênero *Eucalyptus*

ROSANI FRANCO DE FARIA NOVAES
 Curso de Pós-Graduação em Eng. Florestal — ESALQ
 HENRIQUE VIANNA DE AMORIM
 Depto. de Bioquímica — ESALQ
 LUIZ E. G. BARRICHELO
 Depto. de Silvicultura — ESALQ

Summary

Seeds of several species of *Eucalyptus* genus were studied with the objective of rapid identification of a lot of seed (up to species) by their fluorescent phenolic compounds separated by paper chromatography.

Methanol extract is applied in chromatographic paper and run in two directions. The chromatograms are viewed in U.V. light (short and long) and a map is made.

Nine species from different origins were analysed and could be identified with methodology.

Others species and hybrids still needs to be tested in order to apply this method in routine tests.

Resumo

Sementes de várias espécies de *Eucalyptus* foram estudadas com o objetivo de identificação através de seus compostos fenólicos fluorescentes, separados por cromatografia de papel.

O extrato metanólico obtido do tratamento da semente é empregado em cromatografia bidirecional. Os cromatogramas são observados em luz ultravioleta de ondas curta e longa, e a seguir é feito o mapeamento.

Nove espécies de diferentes procedências foram analisadas e puderam ser identificadas através desta metodologia.

Outras espécies e também híbridos necessitam ainda serem estudados para que o método possa ser aplicado rotineiramente.

INTRODUÇÃO

A taxonomia clássica tem recebido nos últimos vinte anos grande contribuição da taxonomia química, principalmente na elucidação de problemas relativos à classificação vegetal (HATHWAY, 1962).

A tentativa de se identificar as espécies do gênero *Eucalyptus* através de estudos em laboratório, tem primariamente um objetivo prático, isto é, identificar um lote de sementes, classificando-o dentro da espécie. O trabalho visa também, estabelecer as possíveis diferenças entre os compostos fenólicos de sementes de mesma espécie, porém, de procedências diferentes. Esta identificação tem despertado interesse por ser um processo rápido, com possibilidade de detectar sementes híbridas e também por dar subsídios a elucidação de problemas relativos à classificação de algumas espécies deste gênero, cuja confusão na literatura é marcante.

MATERIAL E MÉTODO

As análises foram realizadas utilizando-se sementes das espécies relacionadas na Tabela I.

TABELA I: Relação de espécies e procedências utilizadas para a obtenção do material de estudo

Nº	Espécie	Procedência
01-	<i>Eucalyptus grandis</i>	Coff's Harbour
		Duratex (São Paulo)
02-	<i>Eucalyptus saligna</i>	Mt. Scaugi- S. Coast-Austrália
		ESALQ-Piracicaba (SP)
		Pedreira (SP)
03-	<i>Eucalyptus urophylla</i>	Rio Claro (SP)
		Timor (Austrália)
04-	<i>Eucalyptus tereticornis</i>	São Jose (SP)
05-	<i>Eucalyptus dunnii</i>	Klabim (Paraná)
06-	<i>Eucalyptus viminalis</i>	Canela (Rio Grande do Sul)
07-	<i>Eucalyptus microcorys</i>	Cympie Dist. (Austrália)
08-	<i>Eucalyptus robusta</i>	Ouro Fino (MG)
		Maryborough (Austrália)
09-	<i>Eucalyptus pellita</i>	Cessnock (Austrália)
10-	<i>E. robusta</i> X <i>E. grandis</i> (híbrido)	ESALQ-Piracicaba (SP)

A caracterização química das espécies é baseada no teor do composto fenólico fluorescente, na sua intensidade e na distribuição das manchas fluorescentes nos cromatogramas.

Método:

As sementes das espécies citadas, acompanhadas das "impurezas" (isto é, sementes estéreis e óvulos não fecundados) são inicialmente secas à temperatura ambiente, pesadas e trituradas em um triturador de bola (Prolabo-Paris). A solução extratora é feita com metanol 80% e a extração é feita em ebulição com refluxo. Depois de feita a filtragem à quente, faz-se a redução do volume e retoma-se o concentrado à quantidade ideal com a mesma solução metanólica.

O cromatograma é desenvolvido em duas direções, a primeira com n-Butanol/ácido acético/água 4:1:2,2 (v/v/v) e a segunda com uma solução aquosa de ácido acético (30%).

A identificação é feita por fluorescência do composto sob luz ultra-Violeta de comprimento de onda 366nm e 254nm. Utiliza-se também vapor de amônia.

Cada composto visível sob luz U.V. recebeu um determinado número, totalizando vinte e oito compostos (vide tabela II, Anexo I). O mapeamento dos cromatogramas e a relação de cores observadas, estão contidos no Anexo I.

RESULTADOS

Os resultados são apresentados, resumidamente, no quadro abaixo, onde pode-se observar as diferenças entre espécies e procedências quanto ao número de compostos visíveis sob luz U.V..

Quadro resumo

Espécie*	Procedência	Compostos fluorescentes visto sob U.V.																													
		comp. 01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	A	B
1 Coff'.H		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Duratex		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
2 Austr.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
ESALQ		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Pedr.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
3 R.Cla.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Timor		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
4 São José		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
5 Klabin		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
6 Canela		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
7 Cyprie		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
8 Ouro F.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Mary b.		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
9 Cassnock		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
10 Híbrido		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

* Vide relação de espécies da Tabela I, pg. 03
 ** Compostos somente observados sob U.V. mais vapor de amônia

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os compostos mais característicos e/ou algumas peculiaridades de cada espécie serão discutidos, resumidamente, à seguir:

- *Eucalyptus grandis*: a procedência Coff's Harbour tem compostos característicos como os de números 14,16,25 e 26. A procedência Duratex tem comparativamente menor número de compostos visíveis. De forma geral, a espécie tem compostos de baixa intensidade e distribuição peculiar (vide esquemas 1 e 2 do anexo I).
- *Eucalyptus saligna*: a procedência australiana possui um número grande de compostos de alta intensidade fluorescente, como os de número 1,4 e 2; os compostos 27 e 28 são os mais característicos. As sementes dos lotes comerciais (Pedreira e ESALQ) são semelhantes, em termos de compostos fluorescentes, porém com manchas de intensidade menor do que as observadas no australiano, além de apresentarem um composto diferente, o de número 16. (vide esquemas 3,4 e 5 do anexo I).
- *Eucalyptus urophylla*: os compostos 10 e 15 são característicos para a espécie. No cromatograma da semente originária de Timor pode-se detectar o composto 17, que não foi visível no cromatograma da semente vinda de Rio Claro, além de no primeiro o tamanho e a intensidade das manchas serem menores (Esquemas 6 e 7, anexo I).
- *Eucalyptus tereticornis*: distinto das demais espécies pois, os compostos de maiores teores (números: 1,4,16,13,14,20 e 7) descrevem um "arco fluorescente" típico da espécie. (esquema 8 anexo I).
- *Eucalyptus dunnii*: possui compostos de alta intensidade fluorescente e distribuição característica. A ausência do composto 9 e a presença do 19 auxiliam a identificação desta espécie. (esquema 9, anexo I).
- *Eucalyptus viminalis*: os compostos característicos, em ordem de importância são os de números 24,5,12 e 14. As manchas de maior intensidade fluorescente como as de números 12,5,11,6

e 7 também tem importância taxonômica. (esquema 10, anexo I)

- *Eucalyptus microcorys*: dentre as espécies estudadas, esta é a que apresentou maior número de compostos, e com intensidades muito elevadas. As manchas mais características: 16,17,20,21, 22 e 24. A ausência dos compostos 4,18 e 6 também é importante na identificação da espécie (esquema 11, anexo I).
- *Eucalyptus robusta*: a principal peculiaridade desta espécie é a alta intensidade dos compostos 3,13 e 28 que formam um "triângulo violeta" quando observados sob U.V.. A espécie também se caracteriza pela presença dos compostos 12 e 14. (esquemas 12 e 13, anexo I).
- *Eucalyptus pellita*: caracterizado por apresentar um número restrito de compostos fluorescentes e todos de baixa intensidade (esquema 14, anexo I).
- HÍBRIDO (*E. grandis* X *E. robusta*): não há predominância aparente de uma ou outra espécie. O híbrido, neste caso, apresenta compostos de ambas as espécies e alguns peculiares como os de números 21 e 23. De modo geral, as manchas tem alta intensidade e ocorrem em grande número (esquema 15, anexo I).

ANEXO I

O rapeamento de cada espécie estudada pode ser observado nos esquemas de 1 à 15, contidos neste anexo. A tabela II traz as cores dos compostos visíveis. A intensidade de fluorescência dos compostos está convencionalmente enquadrada em 4 (quatro) categorias, à saber:

- +++ = máxima intensidade observada
- ++ = alta intensidade
- ++ = média intensidade
- + = baixa intensidade

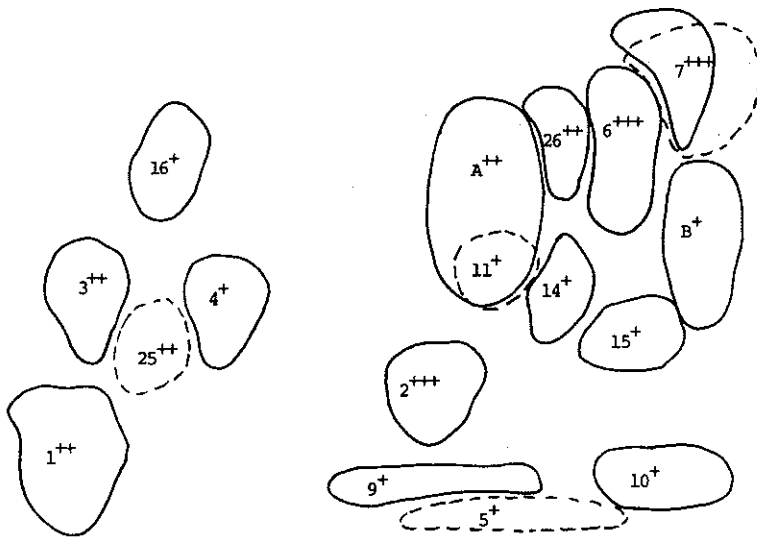
O contorno das manchas obedece a seguinte convenção:

- a- traço contínuo - visto sob U.V. de 366nm e 254nm
- b- traço descontínuo - visível apenas na U.V. de 254nm
- c- traço e ponto - visível somente na U.V. de 366nm.

Tabela II

Manchas	Côr
01	rúseo claro à rúseo intenso
02	amarelo
03	violeta
04	verde claro à verde intenso
05	absorve (marrom escuro)
06	esverdeado
07	absorve
08	absorve
09	verde claro à verde escuro
10	verde
11 e 12	absorve
13	violeta claro à violeta intenso
14	amarelo
15	azul claro
16	rúseo claro
17	esbranquiçado
18	verde-azulado
19	verde
20	violeta
21,25 e 27	verde
22 e 24	esbranquiçado
23	rúseo
26 e 28	violeta
A	verde
B	violeta
C	amarelo claro

n-Butanol/ácido acético/água (4:1:2,2)

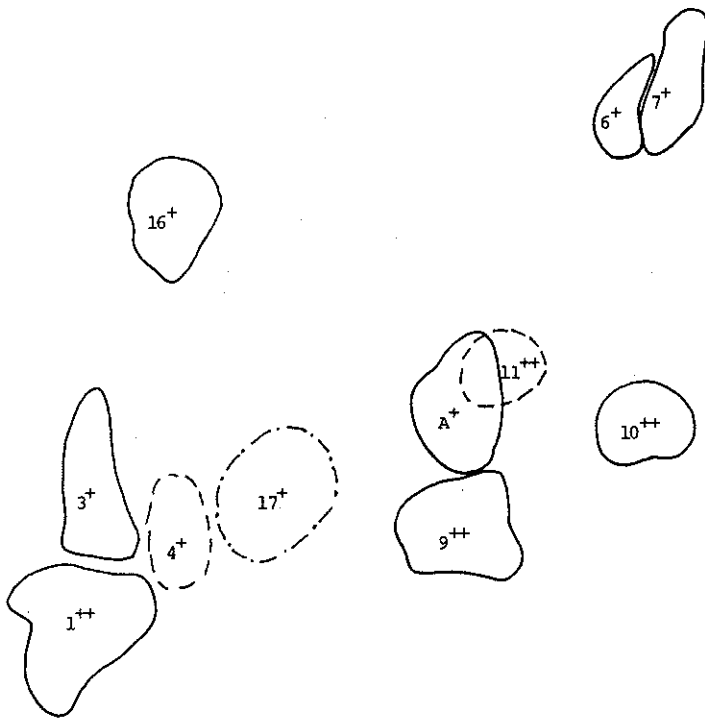


origem

Ácido acético 30%

150 μ l Esquema 1 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus grandis* procedente de ... Coff's Harbour (Austrália).

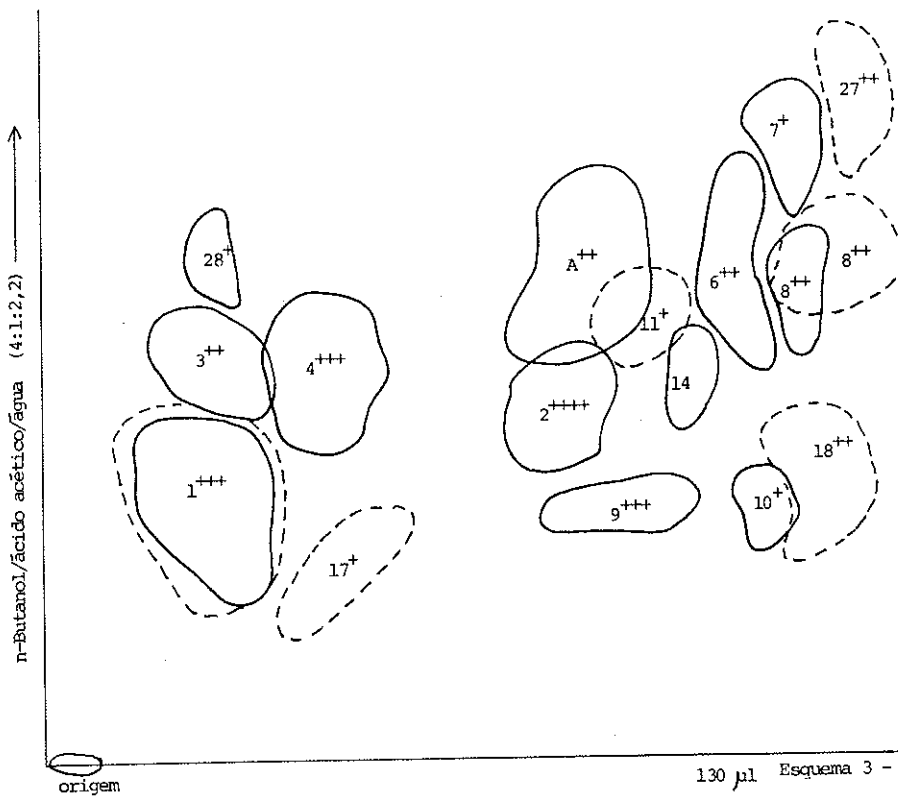
n-Butanol/ácido acético/água (4:1:2,2)



origem

Ácido acético 30%

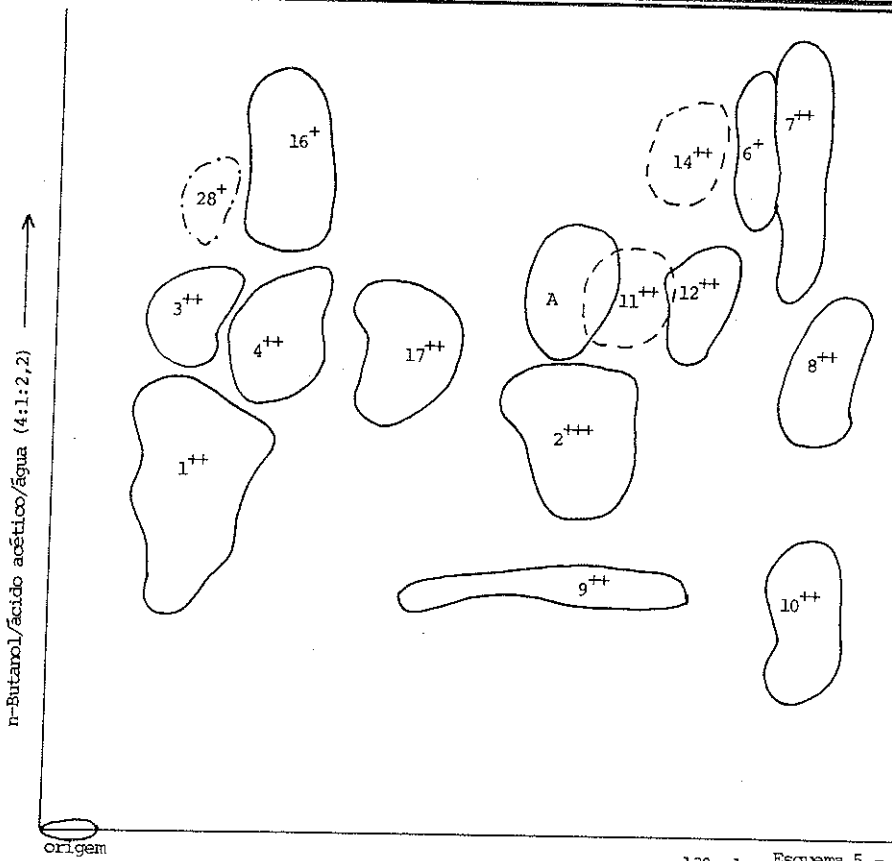
130 μ l Esquema 2 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus grandis* procedente de -/ Duratex (SP).



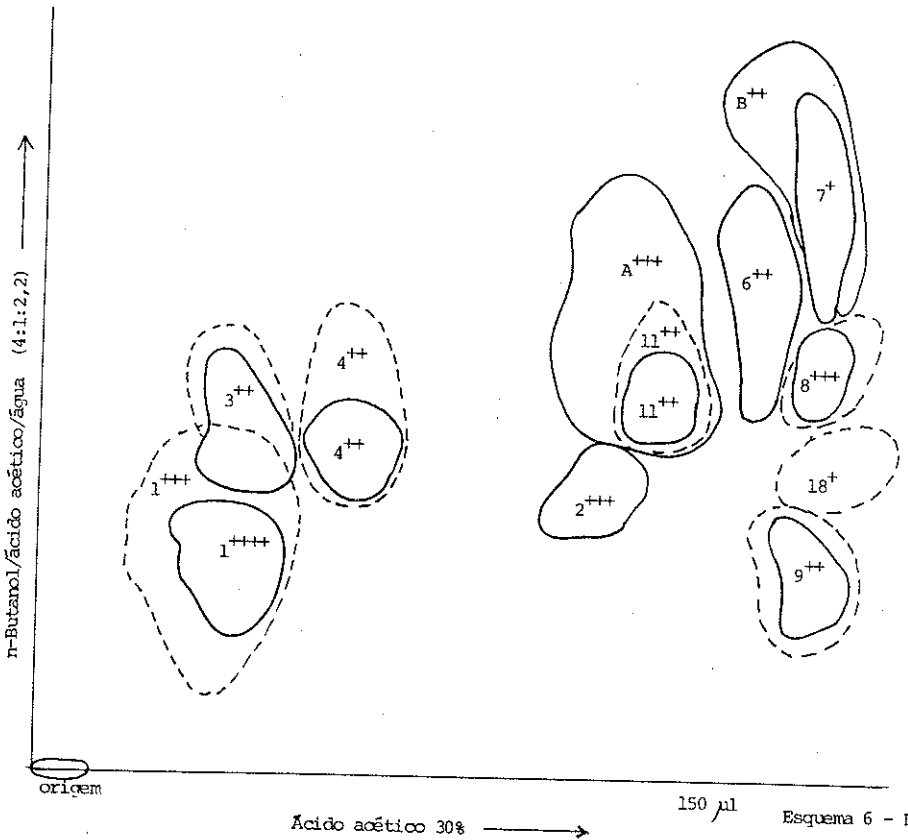
Esquema 3 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus saligna* procedente da Austrália.



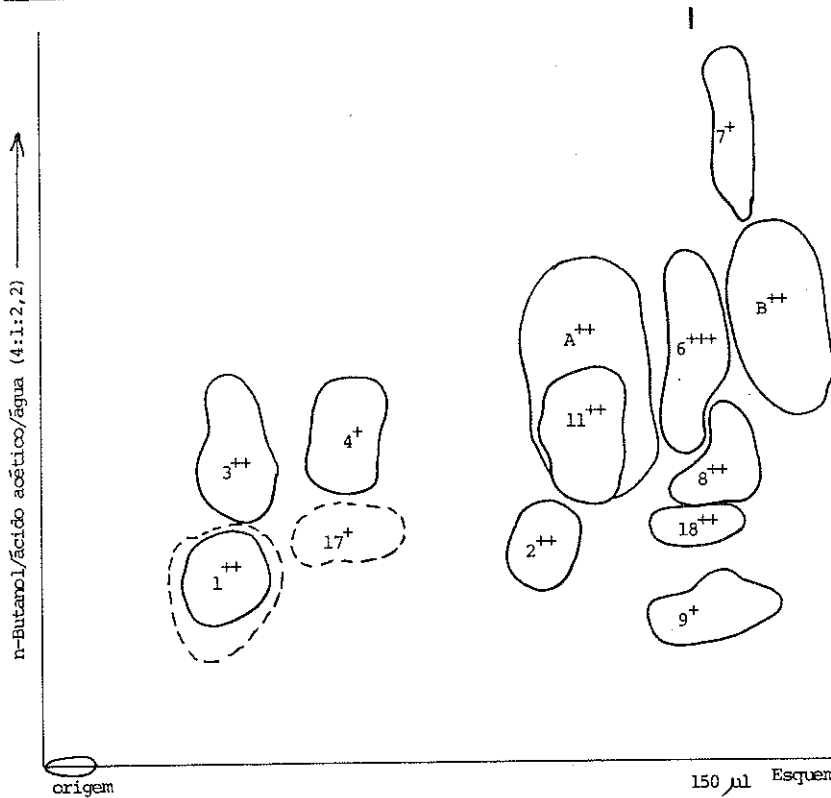
Esquema 4 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus saligna*, procedente da -/ESALQ, Piracicaba (SP).



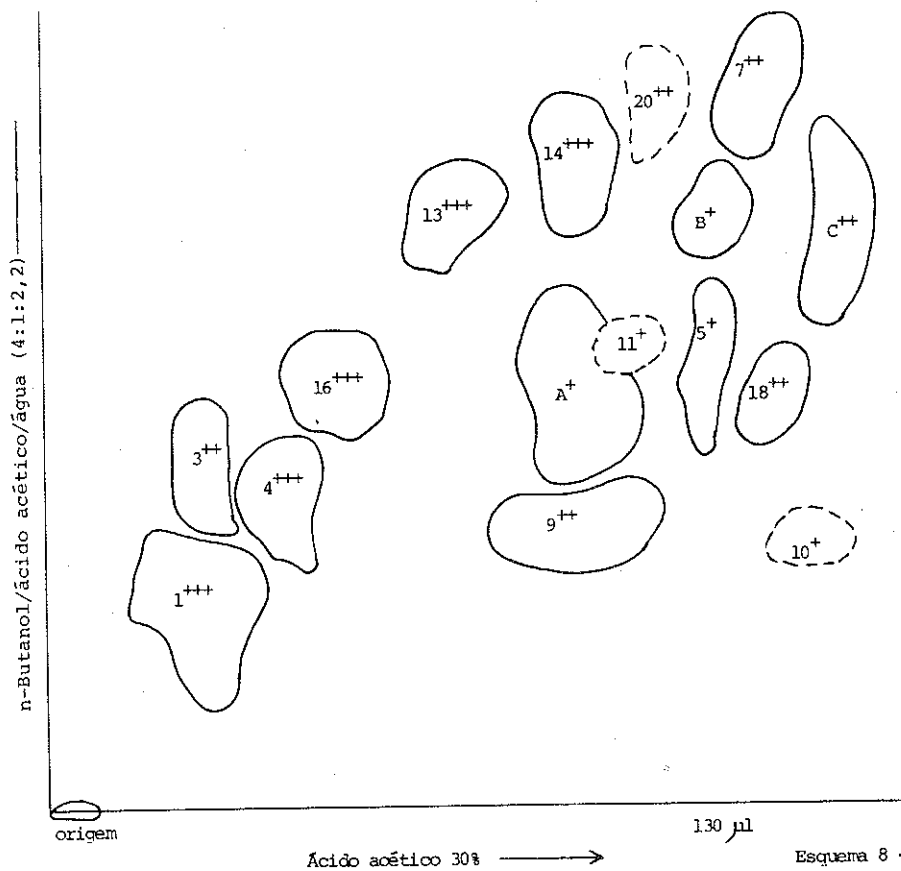
130 µl Esquema 5 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus saligna*, procedente de Pedreira (SP).



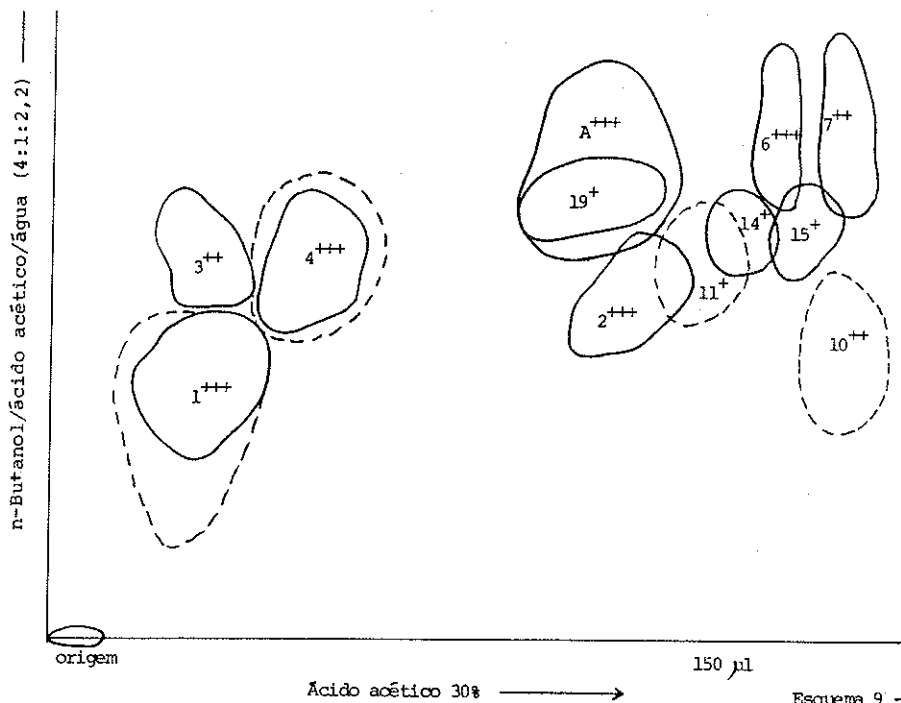
150 µl Esquema 6 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus urophylla*, procedência de Rio Claro (SP).



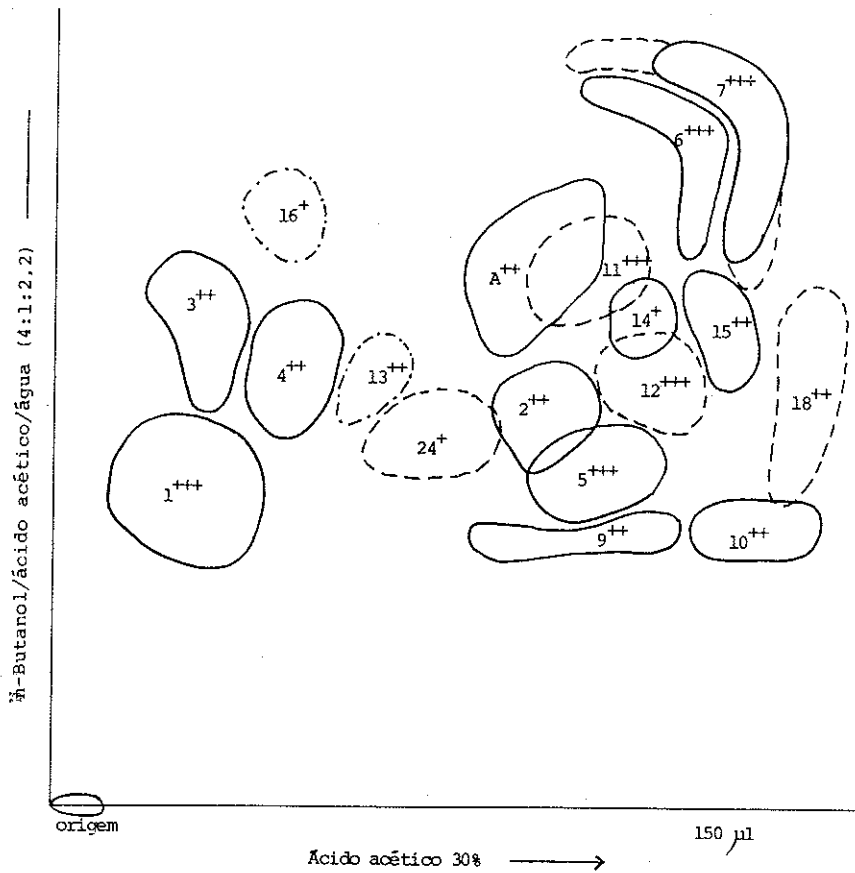
Esquema 7 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus urophylla*, procedência de Timor (Austrália).



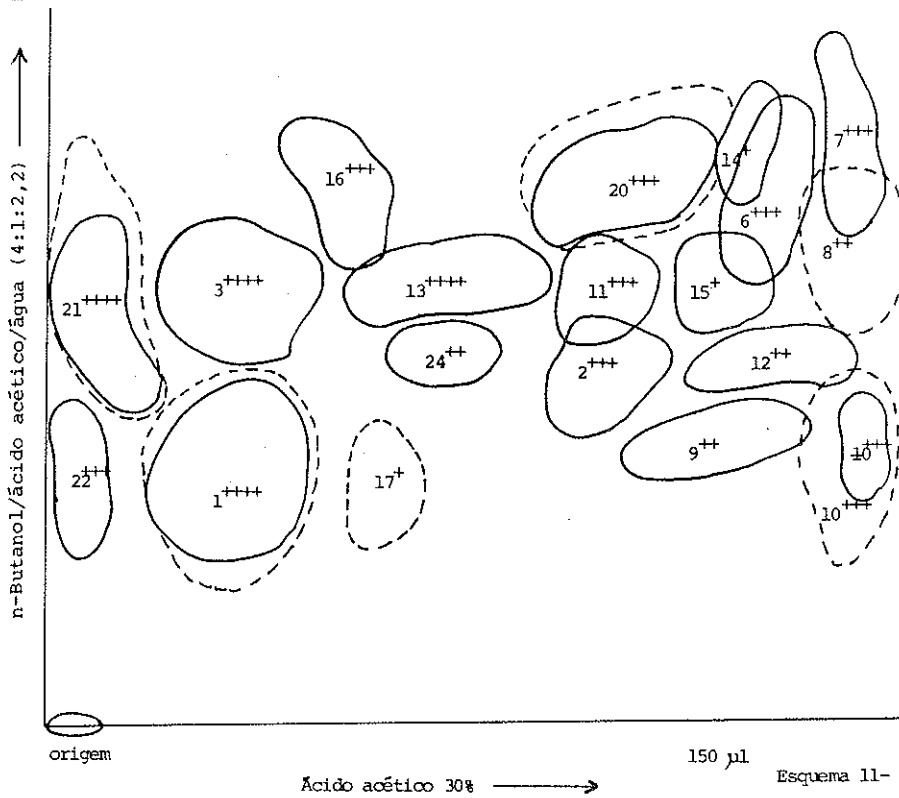
Esquema 8 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus tereticornis*, procedência São José.



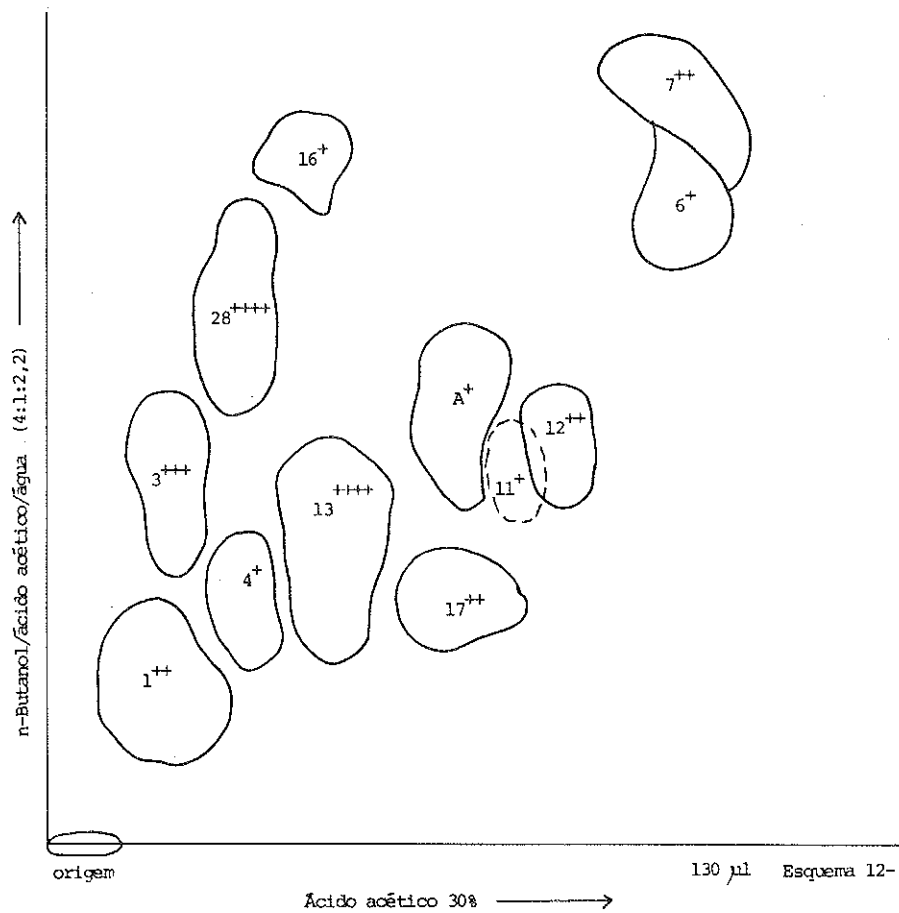
Esquema 9 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus dunni*, procedente da Klabin (Pr).



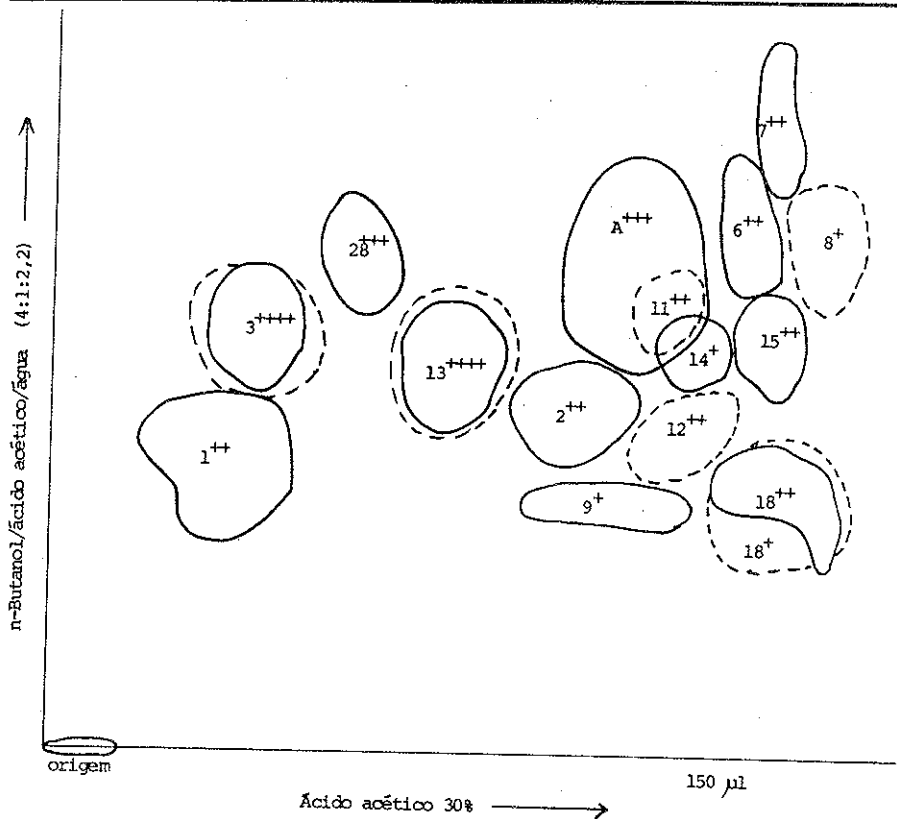
Esquema 10 - Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus viminalis*, procedente de Canela (Rio Grande do Sul).



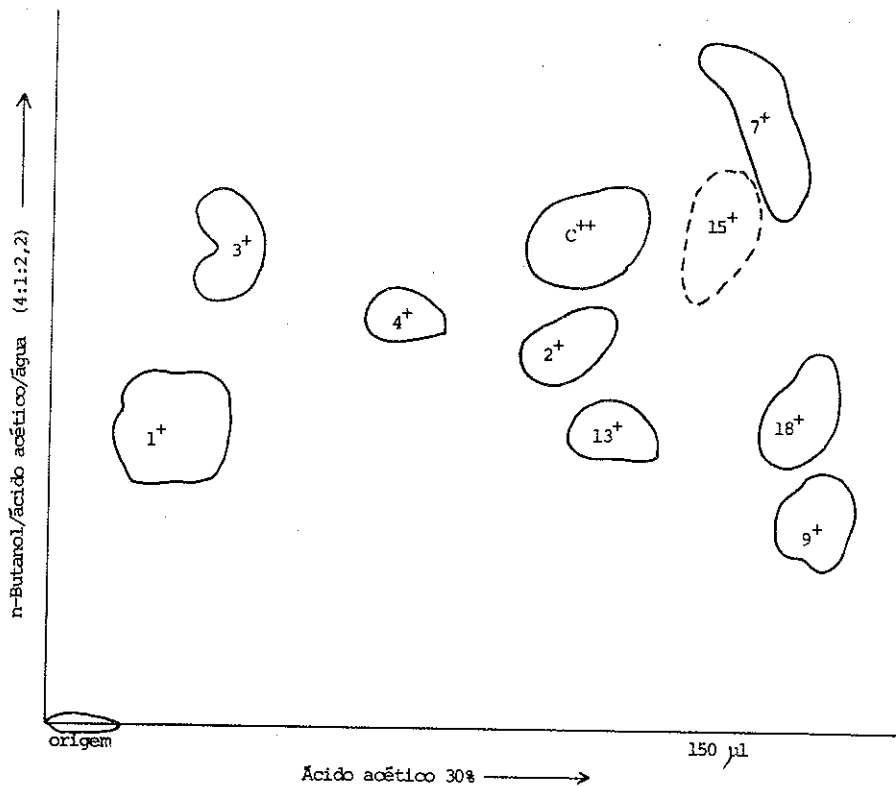
Esquema 11- Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus microcorys*, procedência de Cympie Dist. (Austrália).



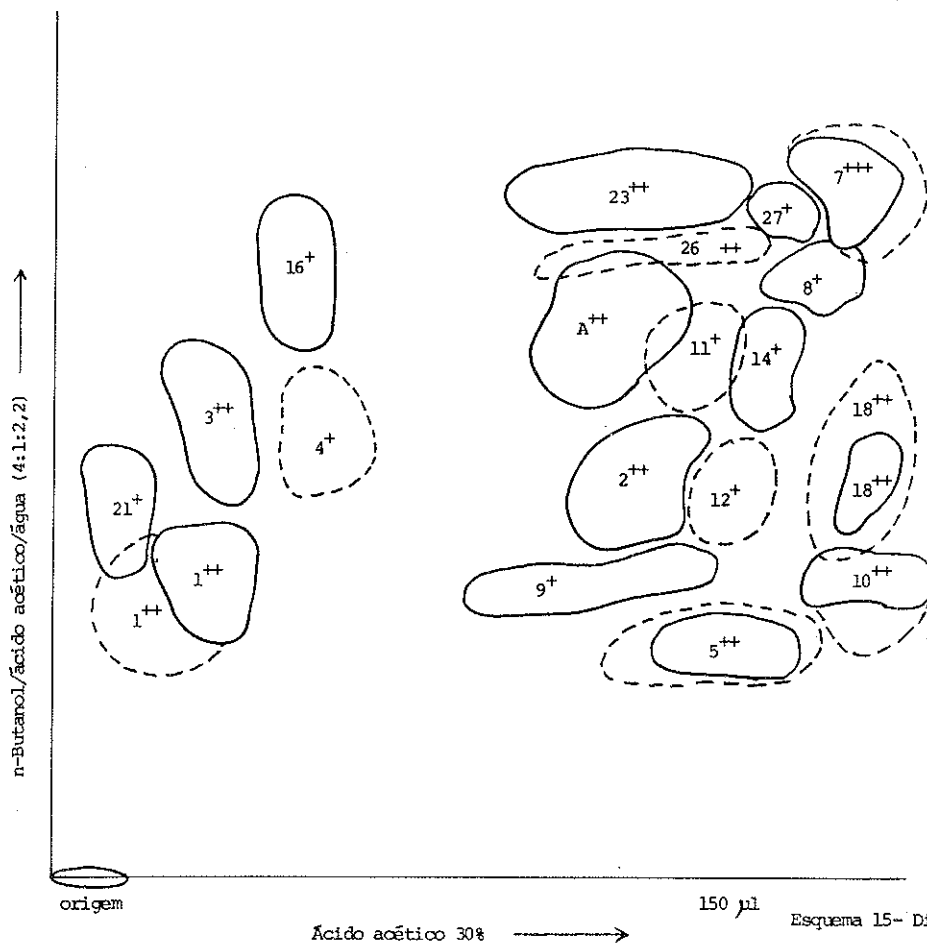
Esquema 12- Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus robusta*, procedência de -/ Ouro Fino (MG).



Esquema 13- Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus robusta*, procedente de .../ Mary bourough (Austrália).



Esquema 14- Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para *Eucalyptus reilita*, procedência de - Cessnock (Austrália).



Esquema 15- Distribuição dos compostos fenólicos no cromatograma para o Híbrido (*E. robusta* X *E. grandis*).

CONCLUSÃO

A identificação de uma espécie do gênero *Eucalyptus*, utilizando-se a fluorescência dos compostos fenólicos é baseada em um conjunto de características: número de compostos detectados; intensidade e cor das manchas visíveis; distribuição dos compostos nos -/ cromatogramas e em alguns casos até pela ausência de um composto nas demais espécies.

Deste modo, talvez seja possível caracterizar quimicamente as espécies mais plantadas no País, através de cromatografia bidimensional em papel.

Após estudo em nove espécies, constata-se que realmente o teor de compostos fenólicos é distinto para cada espécie, podendo ser estes compostos importante traçador taxonômico para as espécies do gênero *Eucalyptus*. Entretanto, novos estudos com outras espécies

e com híbridos devem ser realizados para melhor entendimento do material em si.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, H.V. *Extração, Separação, Identificação e Quantificação de compostos fenólicos*. Piracicaba, ESALQ, 1971 11p.
 HARBONE, J.B. - *Biochemistry of phenolic compounds*. London, Academic Press, 1967 618 p.
 HARTHWAY, D.E. - The use of Hidroxystilbene Compounds as Taxonomic Tracers in the genus *Eucalyptus*, *The biochemical Journal*, Combridge, 82(1): 80-4, 1962.
 HILLIS, W.E. - Polyphenols in the leaves of some *Eucalyptus* species *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, Soc. of Chemical Industry 14(12): 866-70, 1963.

Obtenção de Energia Elétrica com Gaseificadores de Pequeno Porte acoplados a Grupos Geradores Diesel

ALCIDES CASADO DE OLIVEIRA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
ALVARO AUGUSTO DE OLIVEIRA BENTO
Depto. de Águas e Energia Elétrica – DAEE
ANANIAS DE ALMEIDA SARAIVA PONTINHA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
ANTONIO LEONEL MARTINS
Depto. de Águas e Energia Elétrica – DAEE
ANTONIO ORLANDO DA LUZ FREIRE NETO
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
ARMANDO NARUMIYA
JOSÉ MARIA VENTURELLI
Depto. de Águas e Energia Elétrica – DAEE
LUIZ CARLOS COSTA COELHO
MASSAKO NAKAOKA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo
SERGIO WILSON EBERLEIN
WANDERLEY PIRES
Depto. de Águas e Energia Elétrica – DAEE

O Instituto Florestal da Secretaria da Agricultura e Abastecimento, em convênio com o DAEE – Departamento de Águas e Energia Elétrica, vem desenvolvendo estudos a fim de se obter a substituição parcial de óleo combustível por carvão vegetal em motores estacionários, do ciclo diesel, para produção de energia elétrica.

A programação estabelecida pelo convênio está em desenvolvimento na Estação Experimental de Tupi, com os seguintes objetivos:

- a) Substituição da energia elétrica convencional por carvão vegetal;
- b) Estudar o desempenho do grupo gerador em função da qualidade de carvão vegetal obtido de diferentes espécies florestais vegetais e carbonizado em diversos tipos de fornos;
- c) Qualificar e quantificar o gás produzido durante o processo de gaseificação;
- d) Estudar o rendimento do processo em função da energia produzida e do tempo útil de trabalho;
- e) Analisar o desempenho do gaseificador de pequeno porte (entre 70.000 a 700.000 kcal/hora) de diversos modelos acoplados a motores de combustão interna de potências compatíveis com a capacidade dos gaseificadores;
- f) Analisar o desempenho de motores e de grupos geradores disponíveis no mercado quanto aos rendimentos na substituição de combustível derivado de petróleo por carvão vegetal.

A alta dependência de óleo combustível e óleo diesel de nossa agro-indústria e propriedades agrícolas isoladas aliada à gravidade dos problemas causados pela crise energética com reflexos na economia, mais a premente necessidade de desenvolvimento de técnicas e processo que viabilizam formas de energia alternativa ao petróleo e seus derivados, ensejou o Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE em convênio com a Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, através do Instituto Florestal, a definir o Programa "Gasogênios de pequeno porte acoplados a grupos geradores diesel", conforme o esquema I, em anexo.

Neste contexto, surgiu o Projeto de Substituição Parcial de óleo diesel em motores estacionários, tendo em destaque os seguintes objetivos:

- substituir parcialmente o óleo diesel (até 80%), em motores estacionários, por carvão vegetal (e/ou outros derivados da biomassa), em condições econômicas aceitáveis;
- otimizar o desempenho de gaseificadores acoplados a geradores diesel, em função da qualidade do carvão vegetal obtido de diferentes espécies florestais e carbonizada em diversos tipos de fornos;
- qualificar e quantificar o gás produzido durante o processo de gaseificação;
- analisar o desempenho de motores e de grupos geradores disponíveis no mercado quanto aos rendimentos na substituição de combustível derivado de petróleo por carvão vegetal.

Este projeto pretende o acoplamento de gasogênios de pequeno porte, com capacidade para produzir de 70.000 a 700.000 kcal/h a grupos motores/geradores diesel estacionários, até 350 cv. Tais limites são compatíveis com os motores disponíveis normalmente no atual mercado brasileiro de motores diesel para uso estacionário.

O grupo diesel é particularmente adequado ao suprimento de energia em propriedades agrícolas ou industriais isoladas e no fornecimento de energia elétrica a pequenas comunidades. Igualmente, retirando-se o gerador, o conjunto poderá ser utilizado como unidade de força ou como motor-bomba para irrigação. O sistema de gaseificação, isoladamente, poderá, eventualmente, ser utilizado em processos de aquecimento e secagem industrial e agrícola.

É importante destacar que a definição de substituição, parcial ou total, atualmente só existe, com êxito confirmado, a alternativa para o combustível automotivo – álcool – enquanto que para o combustível óleo diesel há diversas iniciativas sendo pesquisadas, notadamente a partir de óleos vegetais, mas que dependem de inovações tecnológicas para serem efetivadas.

Com relação à substituição do óleo diesel, por gás pobre proveniente da gaseificação de carvão vegetal, as experiências até agora realizadas, comprovam na prática que pode ser uma das alternativas mais interessantes, por ser imediata e de baixo custo pois satisfazem plenamente

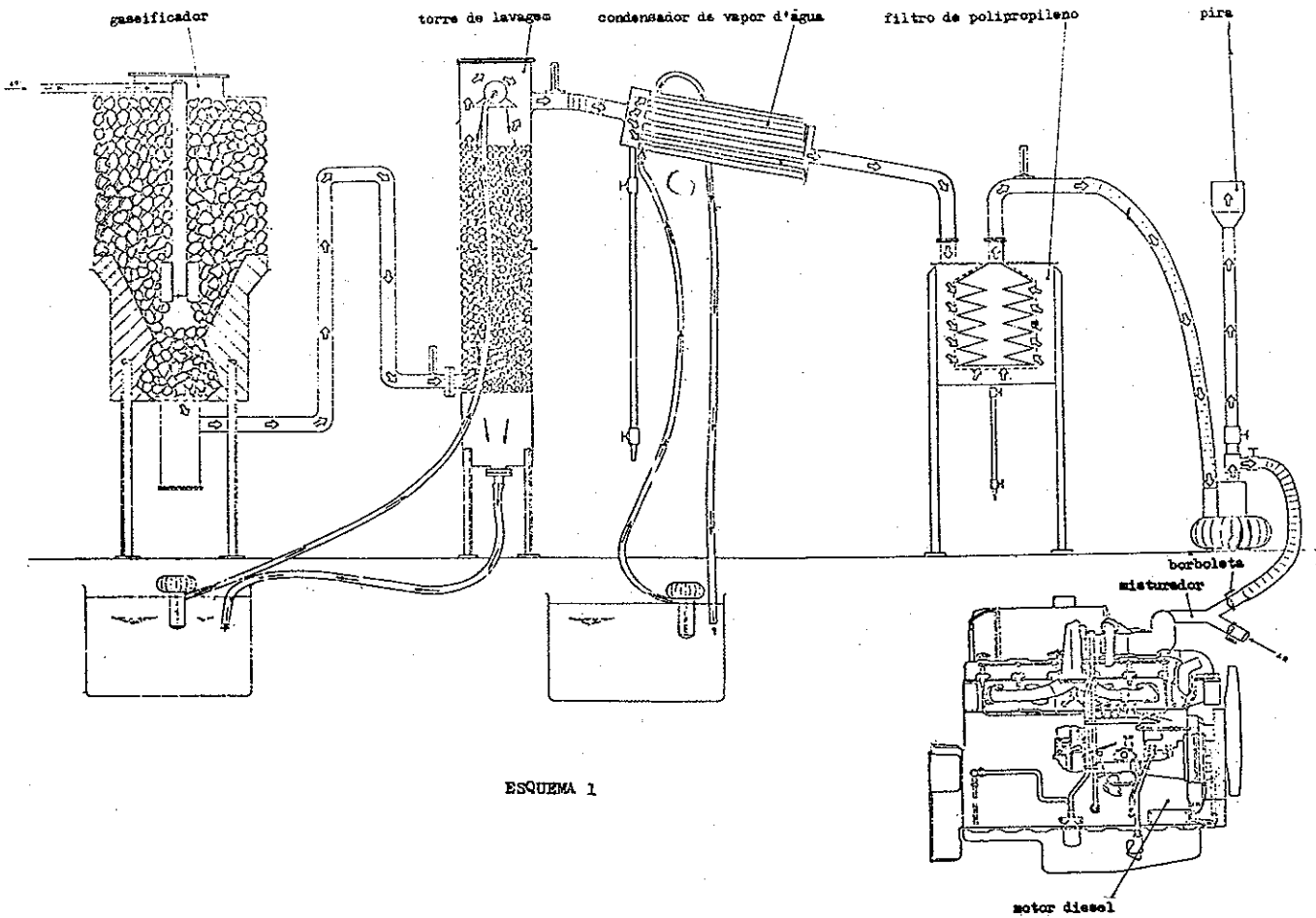
os aspectos quanto à substituição e/ou complementação nas suas diversas aplicações.

A produção de carvão vegetal no que se refere a tecnologia de obtenção, ainda é bastante empírica no Brasil. Não existem estudos detalhados no que se refere a produção e qualidade de carvão vegetal e a melhor espécie florestal para tal finalidade.

No Brasil, a grande maioria do carvão vegetal produzido é destinado à siderurgia e, este apresenta-se bastante heterogêneo, pois é produzido por pequenos produtores que utilizam na fabricação espécies essencialmente nativas.

Há ainda, outros inconvenientes, e, estes se referem aos tipos de fornos e qualidade da madeira utilizados na fabricação de carvão vegetal. É patente, que o forno e a espécie utilizada têm influência na quantidade e na qualidade do carvão vegetal obtido. Assim sendo, faz-se mister o desenvolvimento de fornos e escolha de melhor espécie florestal cuja finalidade seja: a produção de carvão vegetal para gaseificadores e, além deste, a condensação dos gases despreendidos durante o processo de carbonização, usando condensadores de baixo investimento, a fim de atender os pequenos e médios produtores que constituem quase 70% dos fornecedores de carvão vegetal.

GASEIFICADOR DE PEQUENO PORTE, ACOPLADO A GERADOR DIESEL



ESQUEMA 1

Introdução Industrial de Adesivos de Tanino

FLORIANO PASTORE JUNIOR
MARCOS ANTONIO E. SANTANA
Laboratório de Produtos Florestais - IBDF
MANOEL SOBRAL FILHO
H. J. VAN DER SLOOTEN
Centro de Pesquisas em Produtos Florestais -
INPA/CNPq

1. INTRODUÇÃO

Os adesivos tradicionais das indústrias de compensado e aglomerado são resinas fenólicas e de uréia, obtidas pela condensação de formaldeído com fenol ou uréia, ambos produtos derivados de petróleo. Dada a intensa utilização destas resinas na transformação da madeira para obtenção de chapas, houve, desde os aumentos iniciais do preço do petróleo, grande preocupação em substituir estes derivados químicos na fabricação de compensados e aglomerados.

O tanino vegetal, obtido da casca da acácia negra (*Acacia decurrens*, Willd. var. *molissima*), de características químicas similares ao fenol, é o mais provável substituto, em larga escala, como componente básico das resinas para produção de chapas de madeira. No Brasil, que detém uma das cinco maiores produções mundiais de tanino, a acácia negra é reflorestada em larga escala no sul do país. O tanino tem seu emprego maior no curtimento de peles e, atualmente, vem sendo ampliado o número de suas possíveis utilizações.

O Laboratório de Produtos Florestais (DE/IBDF) iniciou em 1975 um programa de estudos sobre a viabilidade técnica de utilização de adesivos à base de tanino-formaldeído na fabricação de compensados, aglomerados e vigas laminadas. A nível de laboratório, as formulações desenvolvidas apresentaram resultados promissores (1, 2, 4, 5 e 6) e passou-se então aos experimentos direcionados a introduzir industrialmente este adesivos. Por razões de viabilidade técnica dos testes nas fábricas, optou-se pela introdução, primeiro dos adesivos para compensado. Nesta categoria, duas resinas são atualmente utilizadas:

1. fenólicas, com extensão em torno de 20% de farinha de trigo, para uso exterior (formas de concreto, tapumes, etc) e
2. uréicas altamente extendidas (em torno de 100% de farinha de trigo), para uso interior (móveis, divisórias, etc) De imediato, a cola de tanino para compensado competiria favoravelmente, em termos de custo, com a cola fenólica. Também tecnicamente, o tanino, dada a sua composição polifenólica, produz na reação com formaldeído, uma ligação resistente à água, portanto apta para utilização exterior. A médio prazo, o custo da cola de tanino competi-

ria com vantagens com o da cola de uréia, tendo em vista o gradual corte do subsídio governamental à farinha de trigo.

2. EXPERIMENTOS

Nos experimentos realizados na fábrica de compensados Amaplac (Manaus), foi utilizada uma única formulação de adesivo, sendo coladas lâminas de diferentes espécies, virgola, muiratinga e copaíba, mais comumente usadas pela fábrica. As condições de confecção do compensado, descritas abaixo, foram também aquelas de uso comum daquela indústria:

- gramatura: 380 g/m² (quantidade de cola por lâmina dupla de colagem).
- pré-prensagem: 2 min.
- temperatura: 130°C
- tempo de prensagem: 7 min.
- pressão: 10 Kg/cm²
- montagem: 25 min. (período entre a aplicação da cola e a prensagem, sendo o número acima referente à primeira chapa de cada prensagem, enquanto as outras chapas tem tempo menor que este).

Foram feitos tres tipos de chapa: no primeiro, lâminas da capa de muiratinga e miolo de virgola (20 chapas), no segundo, capas e miolo de muiratinga (15 chapas) e no terceiro, capas e miolo de copaíba (10 chapas). A espessura das capas e miolos foram 1 mm e 3 mm, respectivamente. Do primeiro tipo, 5 chapas a mais foram confeccionadas e tiveram tempo de montagem dobrado. Todavia, estas 5 não foram ensaiadas em laboratório.

3. RESULTADOS

Após esquadramento na serra e resfriamento, as chapas foram testadas com uma faca especial para teste de compensado ("knife test") pelo gerente de produção. Os resultados de todas as chapas testadas surpreenderam o especialista, pela alta aderência apresentada.

Foram selecionadas ao acaso, 7 chapas do primeiro tipo, 7 do segundo e 6 do terceiro, serradas em peças de 60 x 60 cm que foram conduzidas ao laboratório para testes em condição natural e após ciclo de envelhecimento acelerado. Destas peças foram confeccionados corpos de prova de cisalhamento segundo normas internacionais para testes de compensado, Ps 1-74 (3). Estes corpos foram testados em máquina de testes Universal Instron modelo 1115 em condição natural e após ciclo de envelhecimento que consistiu em 4 horas de fervura, 20 horas de estufa a 65°C e mais 4 horas de fervura, sendo testados corpos úmidos e secos. Para cada tipo de condição foram testados sete corpos de prova por chapa e

os resultados mostrados abaixo representam a média entre sete corpos de prova.

O teste de cisalhamento produz duas respostas: a tensão de ruptura e a porcentagem de falha na madeira. O primeiro dado é objetivo, enquanto o segundo, de caráter subjetivo, constitui uma estimativa, feita por um único técnico para todos os corpos de prova. Os resultados obtidos para todas as chapas estão na Tabela 1.

4. DISCUSSÃO E CONCLUSÃO

Dos resultados depreende-se que as chapas do primeiro tipo colaram melhor, seguindo-se as do terceiro tipo e, então, as do segundo. Em hipótese, as chapas de compensado que apresentaram melhor calagem, tiveram este comportamento pelo miolo ser de virola, que, em laboratório, sempre apresentam os melhores resultados. A virola é, das tres espécies, a mais escura, seguida da copaíba, sendo que a muiratinga é uma madeira macia e clara. Esta diferença de tonalidade traz uma diferente composição química da madeira, especialmente da superfície da lâmina, que joga fundamental papel na adesão. Ainda mais, as cores mais escuras seriam explicáveis por uma maior quantidade de compostos de natureza fenólica, altamente cromóforos, na madeira. Sempre em hipótese, melhor adesividade seria conseguida com madeiras com maiores quantidades de grupos fenólicos, pois que as modernas teorias de adesão atribuem à adsorção (ligações secundárias, intermoleculares) a maior componente pela adesão. Assim, os adesivos de tanino (polifenólico) seriam melhor adsorvidos pelas superfícies, quanto maior fosse o conteúdo de polife

nóis da própria madeira. Naturalmente, trata-se de uma hipótese que deverá ser confirmada ou rejeitada em experimentos específicos e melhor controlados do que foi permitido nestes testes.

Da Tabela 2, verifica-se também que a tensão de ruptura do corpo de prova, quando a falha na madeira é maior que 50%, é proporcional à resistência ao cisalhamento da madeira sólida. Isto porque, sendo a linha de cola mais resistente que a madeira, naturalmente, o cisalhamento dar-se-á no interior da madeira. Por outro lado, sendo a madeira mais resistente (menor % de falha na madeira do que 50%) a tensão de ruptura, refletirá mais a carga suportada pela linha de cola.

De forma geral, os resultados de falha na madeira não alcançaram o mínimo exigido pela norma (PS 1-74), de 80% após o ciclo de envelhecimento e teste seco. Estes resultados (60, 45 e 56%, Tabela 2) apesar de abaixo do mínimo, refletem uma boa performance da cola de tanino, tendo em vista que foi uma primeira tentativa industrial e ainda muitas variáveis não puderam ser controladas. Acredita-se que, com um maior número de experiências, adequando as características da cola às condições de fábrica e também, no sentido inverso, quando possível, a tendência será de melhoria da colagem podendo chegar aos níveis exigidos pelas normas internacionais.

Como conclusão geral, estas primeiras experiências industriais com adesivos de tanino conduzidas pelo LPF (IBDF), CPPF (INPA), produziram resultados bastante alentadores que indicam a potencialidade do adesivo de tanino. As experiências industriais continuarão e poderão mesmo evoluir ainda em

TABELA 1 - Resultados dos testes de cisalhamento

ESPÉCIE	CHAPAS	CONDIÇÃO NATURAL		02 CICLOS (ÚMIDO)		02 CICLOS (SECO)	
		TENSÃO DE RUPTURA Kg/cm ²)	FALHA MAD. %	TENSÃO DE RUPTURA Kg/cm ²	FALHA MAD. %	TENSÃO DE RUPTURA Kg/cm ²	FALHA MAD. %
Capa de Muiratinga e miolo de Virola	1	10	92	7	44	7	76
	2	10	83	7	54	8	71
	3	7	84	4	76	7	56
	4	11	61	7	62	8	71
	5	11	70	7	58	7	40
	6	8	88	5	61	7	61
	7	11	72	8	32	8	48
Média		10	79	6	55	7	60
Capa e miolo de Muiratinga	8	7	62	4	24	5	41
	9	9	52	4	16	5	31
	10	7	66	4	20	5	49
	11	7	72	4	40	5	48
	12	7	67	4	28	6	52
	13	7	48	4	28	5	40
	14	8	80	4	26	5	56
Média		7	64	4	26	5	45
Capa e miolo de Virola	15	11	63	6	40	8	43
	16	12	69	5	41	8	54
	17	14	74	8	44	10	69
	18	12	46	8	35	11	58
	19	12	70	8	39	9	62
	20	11	55	8	42	9	54
Média		12	63	7	40	9	57

1982 para uma produção contínua acompanhada, ou seja, um estágio piloto, antes da sua implantação definitiva.

AGRADECIMENTOS

Os autores desejam expressar seu sincero agradecimento à direção da Amaplac S.A. (Manaus) por ter colocado uma das suas linhas de produção à disposição da equipe para a realização dos testes industriais dos adesivos de tanino.

5. BIBLIOGRAFIA CITADA

1. Coppens, H. 1979. Adesivo à base de tanino resorcinol para laminados de pinheiro do Paraná para uso exterior. DPq - Série Técnica nº 3 - IBDF, Brasília, pp. 17.

2. Coppens, H., Santana, M.A.E. and Pastore Jr. F. 1980. Tannin-formaldehyde adhesive for exterior-grade plywood and particleboard manufacture. Forest. Prod. J. 30 (4) p. 38-42.
3. National Bureau of Standards. 1974. U.S. Product Standard (PS 1-74) for construction an industrial plywood. Washington. D.C. August. 32 pp.
4. Pastore Jr. F. 1978. Tannin adhesives. MSc Dissertation and research Project. The City University - London. pp. 118.
5. Santana, M.A.E., Coppens, H.A., Pastore Jr., F. e Nakamura R. M. 1979. Adesivo de tanino-formaldeído para fabricação de compensado e aglomerado para uso interior e exterior. DPq.
6. Santana, M.A.E., Pastore Jr. F. 1981. Adesivo de tanino-formaldeído para aglomerado: Influência do pH de refluxo e pH de utilização nas propriedades do adesivo.

Influência da Idade de Corte nas Características do Carvão e da Madeira de *Eucalyptus grandis*

LUIZ ROBERTO RAMALHO
MARCUS ALEXANDRE PIRES
WESLEY BOCELLI FALCONI
A Rural Mineira S.A.

Summary

This work aims to evaluate physical and chemical characteristics of charcoal and subproducts obtained by distillation of juvenile wood of *Eucalyptus grandis*.

It deals the study of the perfect age to cut the forest, thinking over the efficiency of the process.

Resumo

O trabalho tem como objetivo, avaliar as características físico-químicas de carvão e dos subprodutos obtidos da destilação da madeira juvenil de *Eucalyptus grandis*.

Procurou-se estudar a idade mais propícia para se proceder o corte do povoamento, levando-se em consideração a maximização dos rendimentos dos produtos obtidos.

1 - Introdução

Com a crescente demanda da utilização de produtos alternativos para a substituição do combustível fóssil, se torna necessário incrementar o desenvolvimento de pesquisas específicas, visando determinar a época mais propícia da idade de corte do eucalipto para atender a produção de carvão vegetal, bem como da utilização de subprodutos existentes.

Desde a introdução do incentivo fiscal aplicado ao reflorestamento, o espaçamento bem como a idade de corte empregados pelos cultivadores de madeira, foram utilizados parâmetros para atender a demanda de papel, celulose e chapa dura, ou seja, a utilização de ciclos mais longos e espaçamentos amplos, visto que, neste período o emprego de carvão se restringia apenas a utilização de cerrados e matas nativas existentes.

Com a escassez da matéria-prima nativa aliada a demanda do emprego de carvão vegetal por parte da siderurgia, e mais recentemente pelas indústrias cimenteiras se tornou obrigatório a implantação de florestas de rápido crescimento, as quais deveriam ser dadas um tratamento especial no que diz respeito ao manejo de plantio e da exploração propriamente dita, de forma que, o material utilizado para a carbonização apresentasse as melhores características físicas e químicas no que diz respeito ao aproveitamento total do processo.

2 - Revisão Bibliográfica

OLIVEIRA e ALMEIDA (1), analisando a influência das propriedades do carvão vegetal na performance dos equipamentos de redução, citam a composição química, a densidade, a reatividade e a resistência mecânica como as mais importantes.

BRITO e BARRICHELO (2) em carbonizações realizadas a 300°C, observaram que a celulose praticamente não contribui para o teor de carbono fixo. Já a lignina, por ser mais resistente à degradação térmica, apresenta uma maior contribuição para o teor de carbono fixo, quando comparada com a celulose.

JUVILLAR (3) mostra que, baseando em dados experimentais, a lignina sofre apenas uma pequena variação a redor de 25% em madeira de *Eucalyptus* com idades de 5 a 8 anos. O autor ainda cita o prejuízo da elevada umidade da madeira a ser carbonizada no tocante a fragmentação e qualidade do carvão.

TARKOW (1.978), citado por MATOS e colaboradores (4) cita que qualquer procedimento que venha a atrasar a formação de cerne, reduzirá a ocorrência de fissuras, durante o processo de carbonização, com conseqüente redução na quantidade de finos. Os próprios autores citam que o único modo de se controlar a formação de cerne, consiste na utilização de árvores jovens, com conseqüente redução da idade de corte.

ASSIS e BRAGA (5) analisando os parâmetros de qualidade de carvão vegetal, concluíram que uma elevação na densidade do redutor de 240 para 320 kg/m³ implica em uma economia de 5,7 kg de carbono por tonelada de gusa. O mesmo estudo ainda indica que a substituição de um carvão de 70% por outro de 86% de carbono fixo implica na redução de 4,3 kg de carbono por tonelada de gusa.

Estudos realizados pelo CETEC, citados por MATOS e colaboradores (4) apresentam como características diretamente relacionadas com a geração de finos, o diâmetro e o comprimento das peças, além do teor de umidade da madeira a ser carbonizada.

3 - Metodologia

3.1 - Fase de campo:

O material analisado foi coletado em um povoamento comercial de *Eucalyptus grandis*, procedência Não Forest-Rhodésia, de propriedade da Companhia Ferro Brasileiro, com 3.550 ha de efetivo plantio, e espaçamento de 3,0 x 1,5 m, localizado no município de Antônio Dias - MG.

Serão caracterizadas 3 idades, sendo o material lenhoso coletado aos 3, 4 e 5 anos.

Foram locadas ao acaso 3 parcelas de 30,0 x 15,0 m, contendo aproximadamente 100 árvores cada uma. Dentro de cada parcela foram escolhidas aleatoriamente 3 árvores, sendo uma dominante, uma codominante e uma dominada, das quais foi retirada a cada 2 metros, até o final do fuste comercial, um disco de 2,5 cm de espessura. A partir destes discos foram realizadas análises relativas à madeira. O material restante foi cortado em peças de 45 cm para serem carbonizadas.

Os testes de carbonização foram realizados em retortas elétricas com volume útil de 35,0 l., e capacidade entre 17 e 19 kg de madeira com 45 cm de comprimento, a uma velocidade de 19c/min.

Para cada tipo de árvore e temperatura de carbonização foram feitas duas repetições, sendo considerado o valor médio encontrado nas respectivas fornadas.

Quadro I - Relação das fornadas realizadas em função da temperatura (450 °C e 700 °C) e da posição das árvores no povoamento.

Posição das árvores no povoamento	Dominante	Codominante	Dominada
Temperatura (°C)	450 700	450 700	450 700
Fornada (nº)	D-450 D-700	C-450 C-700	d-450 d-700

3.2 - Fase de Laboratório

3.2.1 - Madeira:

1.0 - Análise Química

1.1 - Umidade: segundo a norma ASTM - D - 2.016 - 74.

1.2 - Holocelulose - (Hemicelulose mais Celulose). Através de Hidrólise com HCL.

1.3 - Lignina: Através de extrator tipo SOXHLET, diluição / em H₂SO₄ e fervura sobre refluxo.

1.4 - Extrativos: em aparelho de SOXHLET, na presença de ácido sulfúrico.

1.5 - Cinzas: calcinação progressiva em temperatura de 680 - 700 °C.

2.0 - Densidade verdadeira e aparente: segundo a norma ASTM - D - 2.395.

3.2.2 - Destilação Seca (Carbonização):

As peças terão um comprimento de 45 cm, devendo ser isentas de fendas.

O material será cubado e pesado, e o empilhamento no forno será feito verticalmente.

Serão utilizadas duas temperaturas de carbonização (450 °C e 700 °C), sendo que durante esta operação serão recolhidos os gases condensáveis para ser feita a análise quantitativa.

3.2.3 - Carvão:

1 - Análise Química Imediata: segundo a norma ASTM - D - 1.762 - 74, para a determinação dos teores de umidade, carbono fixo, materiais voláteis e cinzas.

2 - Tamboramento: para a determinação do grau de friabilidade.

3 - Densidade Aparente e Verdadeira: segundo a norma ASTM - D - 167 - 73.

4 - Resultados e Discussão

A seguir serão apresentados vários quadros mostrando os resultados das análises efetuadas na madeira e no carvão aos 3 anos de idade da espécie *Eucalyptus grandis* - procedência Rhodésia na região do Vale do Rio Doce.

Quadro II - Rendimentos médios por hectare obtido na amostragem de *Eucalyptus grandis*.

Eucalyptus grandis - Idade: 3 anos				
Densidade Básica (g/cm ³)	I.M.A Vol. (m ³ /ha/ano)	Volume Total/ha (m ³ /ha)	Peso Seco Total (t/ha)	I.H.A.P.S (t/ha/ano)
0,49	19,11	57,23	28,09	9,36

Os resultados encontrados no quadro II representam a média entre as árvores de todas as características no maciço.

Quadro III - Resultados da análise química da madeira (%).

	Extrativos	Lignina	Holocelulose		Cinzas
			Hemicelulose	Celulose	
Dominante	2,50	27,52	21,63	47,93	0,42
Codominante	2,00	28,36	20,36	48,76	0,53
Dominada	1,53	25,48	23,17	49,25	0,57
Média	2,01	27,12	21,72	48,65	0,50

Através dos resultados obtidos no quadro III, foram analisadas as médias dos componentes da madeira, verificando que as árvores / codominantes coletadas no campo mostraram-se com teores intermediários, quando comparados com as duas demais categorias, exceto a lignina.

Os valores apresentados acima para as árvores dominantes são superiores para os componentes extrativos e lignina enquanto que para os componentes Hemicelulose e Celulose e Cinzas se mostraram inferiores ao das árvores dominadas.

QUADRO IV - RENDIMENTO BASE ÚMIDA E SECA DO CARVÃO, DO LÍQUIDO E DO GÁS

FORNADA	UMIDADE DA LENHA U.C. (%)	PESO DA MADEIRA P.M. (g)	PESO DO CARVÃO P.C. (g)	PESO DO LÍQUIDO DO CONDENSADO P.L.C. (g)	VOLUME DO LÍQUIDO DO CONDENSADO V.L.C. (ml)	PESO DO GÁS NÃO CONDENSÁVEL P.G.N.C. (g) (1)	RENDIMENTO EM PESO EM RELAÇÃO A MADEIRA ENFORNADA - B. ÚMIDA (%)			RENDIMENTO EM PESO EM RELAÇÃO A MADEIRA ENFORNADA - B. SECA (%)		
							CARVÃO	LÍQUIDO	GÁS N. COND.	CARVÃO (4)	LÍQUIDO (2)	GÁS N. COND. (3)
D 450 °C	43,3	11.521,0	2.321,2	7.448,6	7.340,0	1.751,2	20,2	64,6	15,2	35,53	37,67	26,80
D 700 °C	43,3	12.260,0	2.145,2	7.998,9	7.880,6	2.115,9	17,5	65,2	17,3	30,86	38,71	30,43
C 450 °C	39,7	12.180,0	2.753,0	7.669,4	7.550,9	1.757,6	22,6	63,0	14,4	37,48	38,59	23,93
C 700 °C	39,7	12.260,0	2.265,2	7.876,7	7.752,7	2.118,1	18,5	64,2	17,3	30,64	40,71	28,65
d 450 °C	31,1	12.037,6	2.896,8	7.280,5	7.192,0	1.860,3	24,1	60,5	15,4	34,93	42,64	22,43
d 700 °C	31,1	12.033,5	2.315,0	7.580,9	7.437,0	2.137,6	19,2	63,0	17,8	27,92	46,30	25,78

(1) Obtido por diferença (PM - P.C - P.L.C = P.G.N.C)

(2)
$$Liq = \frac{\text{Peso do líquido} - \text{Peso da lenha} \times \frac{\text{umidade}}{100}}{\text{Peso da lenha} \times \frac{100 - \text{umidade}}{100}} \times 100$$

(3)
$$\text{Gás} = \frac{\text{P.G.N.C.}}{\text{P.L. Base Seca}} \times 100$$

(4)
$$= \frac{\text{P. Carvão}}{\text{P. Madeira Seca}}$$

QUADRO VI - RESULTADO DAS ANÁLISES QUÍMICA E RENDIMENTO EM CARBONO FIXO

FORNADA	UMIDADE DA MADEIRA (%)	PESO DA MADEIRA (g)	PESO DO CARVÃO (g)	UMIDADE DO CARVÃO (%)	ANÁLISE QUÍMICA BASE ÚMIDA (%)			ANÁLISE QUÍMICA BASE SECA (%)			REND. EM CARVÃO BASE SECA (%)	REND. EM C. FIXO BASE SECA (%) (1)
					CARBONO FIXO	MATÉRIAS VOLÁTEIS	CINZAS	CARBONO FIXO	MATÉRIAS VOLÁTEIS	CINZAS		
D 450 °C	43,3	11.521,0	2.321,2	2,17	76,84	19,7	1,29	78,54	20,14	1,32	35,53	27,91
D 700 °C	43,3	12.280,0	2.145,2	2,70	88,95	6,4	1,95	91,42	6,58	2,00	30,86	28,21
C 450 °C	39,7	12.180,0	2.753,0	3,26	74,97	20,7	1,12	77,49	21,35	1,16	37,48	29,04
C 700 °C	39,7	12.260,0	2.265,2	3,86	89,08	5,7	1,39	92,65	5,90	1,45	30,64	28,39
d 450 °C	31,1	12.037,6	2.896,8	3,30	77,70	16,5	2,54	80,35	17,02	2,63	34,93	28,07
d 700 °C	31,1	12.033,5	2.315,0	3,65	87,41	6,5	2,40	90,72	6,79	2,49	27,92	25,33

$$1 = \frac{\text{Peso Carvão} \times (\% \text{ C. Fixo B.S.})}{\text{Peso Madeira} \times (100 - (\% \text{ umidade}))} \times 100$$

$$1 = \frac{\text{Rendimento Carvão B.S.} \times (\% \text{ C. Fixo B.S.})}{100} \times 100$$

Madeira base seca =
$$\text{Peso da madeira} \times (100 - U \% \text{ Mad.}) \times 100$$

Quadro V - Média dos rendimentos em Peso de Carvão (%) líquido, condensável e gás não condensável em função da temperatura de carbonização. Base Seca.

Temperatura	Carvão	Líquido	G.N.C
450 °c	35,98	39,64	24,38
700 °c	29,81	41,91	28,28

Nota-se que para uma temperatura menor de carbonização (450 °c) o rendimento em carvão é superior ao obtido aos 700 °c, enquanto que, para o rendimento dos gases não condensáveis ocorre ao inverso.

Quadro VII - Média dos rendimentos em carvão e carbono fixo. Base / Seca.

Temperatura	Rendimento em Carvão	Rendimento em Carbono Fixo	Teor Médio de Carbono Fixo
450 °c	35,98	28,34	78,79
700 °c	29,81	27,31	91,60

No tocante aos resultados obtidos no quadro VII verifica-se que os rendimentos em carbono fixo não sofreu alteração significativa com a mudança de temperatura, o que valeria dizer que a medida / que se consegue um teor de carbono fixo maior temos por outro lado um menor rendimento em carvão e conseqüentemente para fornos de alvearia haverá um maior consumo de madeira.

Quadro VIII - Resultado dos ensaios de tamboramento e densidade do Carvão.

Fornada	Unidade da mad. (%)	Densidade da mad. (g/cm ³)	% Finos < 13 mm ger. em Tamboram.	Densid. Verd. do Carvão	Densid. Apar. do Car. (g/cm ³)	Porosid. * (%)
D-450	43,3	0,49	10,5	1,34	0,28	79,10
D-700	43,3	0,49	10,6	1,57	0,32	79,62
C-450	39,7	0,49	10,7	1,54	0,31	79,87
C-700	39,7	0,49	10,8	1,67	0,33	80,24
d-450	31,1	0,49	10,1	1,32	0,31	76,52
d-700	31,1	0,49	9,6	1,58	0,30	81,01

* Obtido por: $100 - \left(\frac{\text{Densidade Aparente}}{\text{Densidade Verdadeira}} \times 100 \right)$

Quadro IX - Média dos Resultados dos Testes de Tamboramento (%).

Temperatura	% Finos < 13 mm
450 °c	10,43
700 °c	10,33

De acordo com testes realizados de tamboramento no CETEC / (6) foi demonstrado que a medida que se utiliza peças de madeira

com maior umidade, diâmetro e comprimento, existe uma tendência na elevação da formação de finos. Para os resultados acima não foi detectada nenhuma diferença significativa entre as fornadas realizadas nas várias temperaturas e categorias da madeira decorrente, talvez / da pouca idade e da pequena diferença entre as categorias do material coletado no maciço. No presente caso a variação de temperatura de carbonização não alterou a percentagem de formação de finos.

Quadro X - Média dos valores de densidade da madeira e do carvão em função da temperatura.

Temperatura	Densidade da Madeira (g/cm ³)	densidade do Carvão (g/cm ³)
450 °c	0,49	0,30
700 °c	0,49	0,32

Quadro XI - Rendimento em Peso do Líquido do Alcatrão obtidos por condensação de gases.

FORNADA	PESO DA MADEIRA ENFORNADA (g)	UNIDADE DA MADEIRA (PA)	PESO DA MADEIRA (BASE SECA) (g)	PESO DO LÍQUIDO CONDENSADO (g)	PESO DO ÁCIDO * FROLENHOSO (g)	PESO DO ALCATRÃO * INSOLÚVEL (g)	VOLUME DO ALCATRÃO * INSOLÚVEL (ml)	RENDIMENTO DO ALCATRÃO INSOLÚVEL EM RELAÇÃO A MAD. SECA (ml/g)
D-450	11521,0	43,3	6532,4	7.448,67	0.080,4	368,2	340,9	5,64
D-700	12260,0	43,3	6.951,4	7.998,97	0.537,5	461,4	426,0	6,64
C-450	12180,0	39,7	7.344,5	7.669,47	0.105,0	564,4	523,1	7,68
C-700	12260,0	39,7	7.392,8	7.876,77	0.559,5	317,2	295,0	4,29
d-450	12037,6	31,1	8.293,9	7.280,56	0.725,9	554,6	510,0	6,69
d-700	12033,5	31,1	8.291,1	7.580,97	0.095,3	485,6	454,3	5,86

* Obtidos através de decantação (1) = $\frac{\text{Peso do Alcatrão}}{\text{Peso da Madeira B.S.}} \times 100$

Para o material coletado nota-se que a variação do rendimento em alcatrão não foi significativa com a alteração da temperatura.

Quadro XII - Média dos rendimentos em Alcatrão em função da temperatura.

Temperatura	Rendimento em alcatrão insólvel em relação a madeira seca (%)
450 °c	6,67
700 °c	5,60

Quadro XIII - Resultados médios das análises dos gases gerados na carbonização em função da temperatura.

Temperatura	H ₂	CH ₄	CO	C ₂ H ₆	CO ₂
°c	%	%	%	%	%
450	6,50	15,62	35,77	0,36	41,76
700	9,58	18,15	29,89	1,02	41,36

A exceção do gás carbônico e do monóxido de carbono, os demais componentes não condensáveis apresentaram maior teor quando / carbonizados com maiores temperaturas (700 °c).

Quadro XIV - Projeção dos rendimentos em carvão e carbono fixo / hectare.

Temperatura de Carbonização	Peso Seco da madeira / ha (kg)	Rendimento da Carbonização (%)	kg Carvão/ ha	% Carbono Fixo	Kg. Carb Fixo / ha
450 °c	28.090	35,98	10.107	28,34	7.961
700 °c	28.090	29,81	8.374	27,31	7.671

Analisando as curvas de secagem notamos que a madeira espalhada perde maior unidade no decorrer do período em relação a madeira empilhada, enquanto que para ambos os casos analisados ao ar livre, notou-se que a perda da unidade foi muito mais lenta, a ponto de ter elevado o teor de unidade nos primeiros dias após o corte. / (Vide Quadro XV).

Em se tratando de uma região que apresenta elevada percentagem de unidade do ar recomenda-se adiar ao máximo o empilhamento da madeira de forma que a mesma não apresente prejuízos à brotação. Por outro lado ficou evidenciado que a madeira pode ser carbonizada logo após aos 70 dias do corte, tendo em vista a estabilização do teor de unidade após este período.

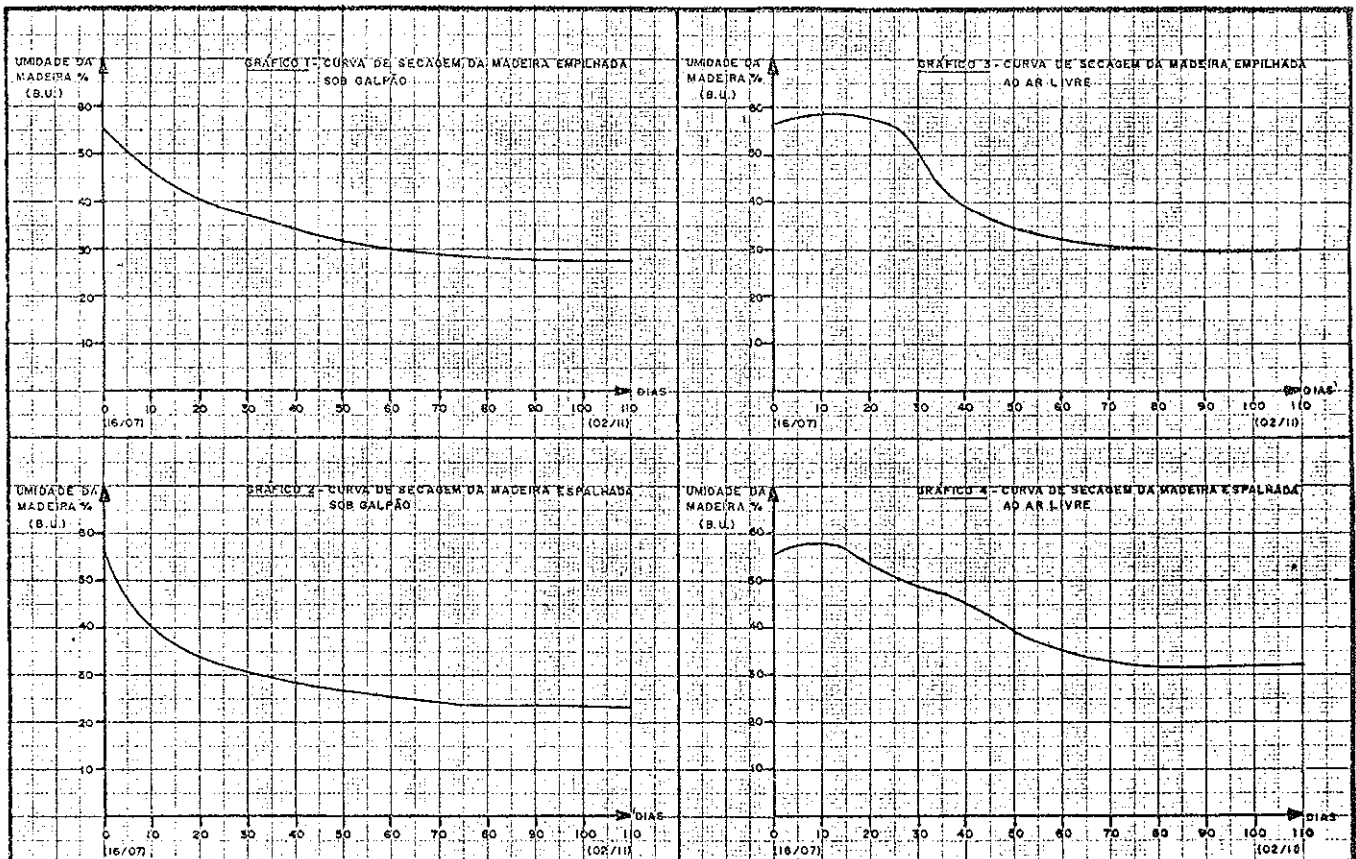
Considerando que o presente ensaio tem uma duração prevista para três anos, não serão apresentadas conclusões definitivas, /

tendo em vista que os resultados obtidos deverão ser comparados com as demais idades, para finalmente ser feita uma avaliação da idade / mais propícia para o corte visando a maximização dos incrementos e da qualidade do carvão obtido.

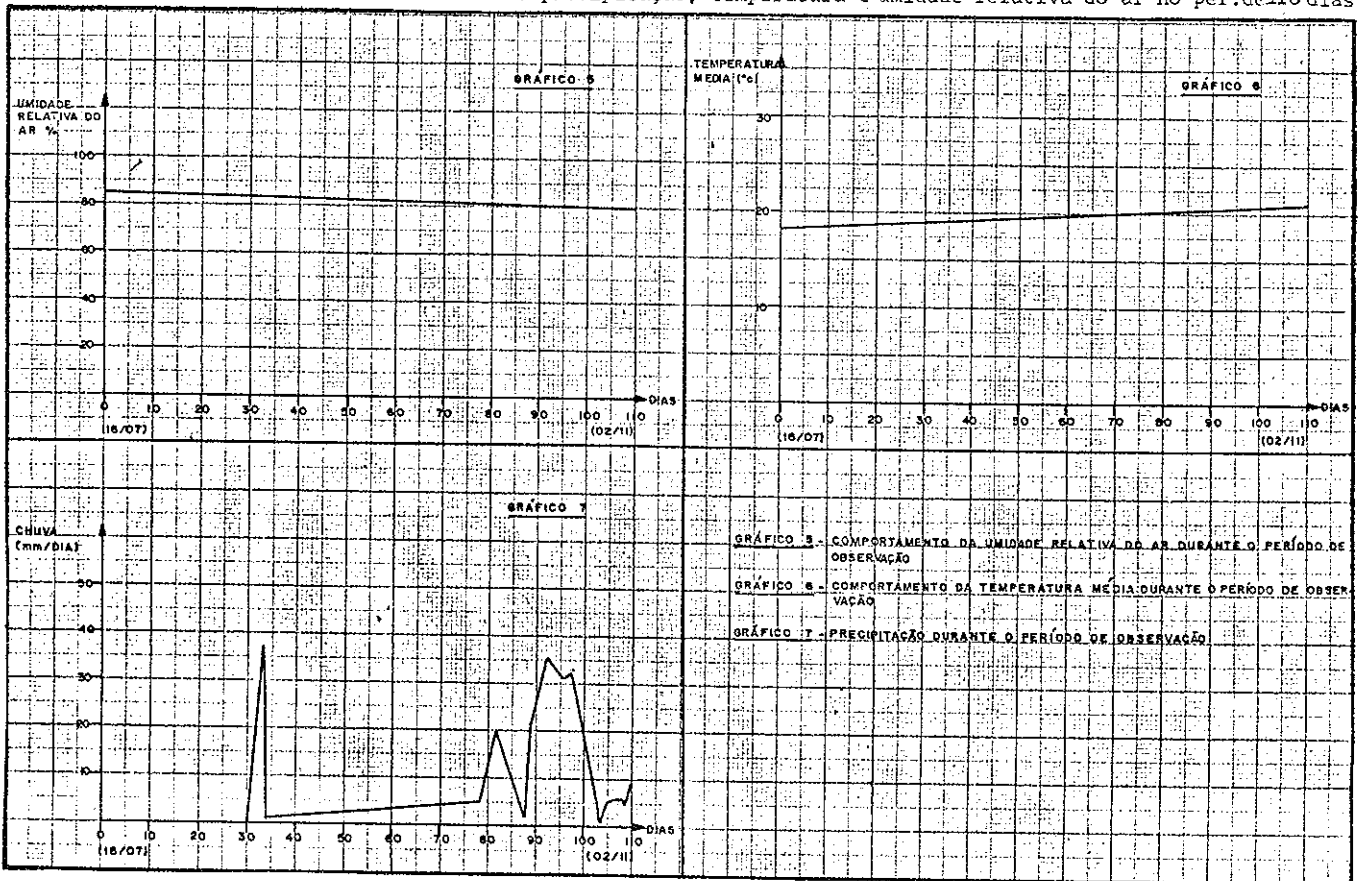
5 - Bibliografia Citada

- 01 - OLIVEIRA, L.T. e ALMEIDA, M.R., Avaliação de carvão vegetal. Uso da madeira para fins energéticos. CETEC-Belo Horizonte/1.980.
- 02 - BRITO, J.O., BARRICHELO, L.E.G., Comportamentos isolados da lignina e da Celulose da madeira frente à carbonização. IPEF - Circular Técnica nº 28 - Piracicaba - S.P.
- 03 - JUVILLAR, J.B., O carvoejamento da madeira e seus reflexos na qualidade do carvão: Qualidade da madeira. IPEF - Circular Técnica nº 64 - Piracicaba, setembro/1.979.
- 04 - MATOS, M. de et. alli., Características dos produtos de carbonização da madeira. Gaseificação da madeira e do carvão vegetal. CETEC - Belo Horizonte/1.980.
- 05 - ASSIS, P.S. e BRAGA, R.N., Impacto da tecnologia de produção de carvão vegetal nos altos fornos. Experiência de ACESITA. METALURGIA ABM, vol. 37 - nº 287 - Outubro/1.981 - p. 565/70.

Quadro XV - Curvas de Secagem da madeira



Quadro XVI - Dados sobre precipitação, temperatura e umidade relativa do ar no período de 10 dias



Resinagem de *Pinus caribaea* MOR. VAR. *bahamensis*

CLÓVIS RIBAS
LEDA MARIA DO AMARAL GURGEL GARRIDO
MARCO ANTONIO DE OLIVEIRA GARRIDO
JOSÉ LUIZ ASSINI
NOBOR HAGA
Instituto Florestal do Estado de São Paulo

Summary

The commercial exploration of oleoresin of *Pinus elliotii* Engelm var. *elliotii* trees in Brazil starts in the Spring and finishes in the end of the Autumn.

During the Winter the oleoresin harvest is discontinued due to the low production of the trees.

This experiment was installed in the Santa Bárbara Forest Experiment Station of São Paulo State Forest Instituto to study the influence of the climatic condition in the oleoresin yield of *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis* trees. The plantation was 10 years old and the average D.B.H. of the 170 studied trees was 19,7 cm.

The study consisted of the 17 treatments that differed one of the other by the time of beginning of the oleoresin exploration.

During 357 days, a total of 17 streaks and 17 harvests carried out and a 21 days observed between two following streaks and harvests.

The analysis of variance (χ^2 test) showed no significance difference among the treatments. The comparison of the yield of the 17 consecutive harvests showed a increasing oleoresin yield up to the 4th harvest (12nd weeks) followed by a gradual decreasing until the last harvest (51th week).

Resumo

A espécie tradicionalmente utilizada na produção de resina é o *Pinus elliotii* var. *elliotii* mas como seu plantio, por razões climáticas, é restrito a certas áreas das regiões Sul e Sudeste do Brasil, necessário se faz o estudo de outras espécies, para que suas características principais, como produtoras de resina, sejam verificadas.

BRITO et alii (1978) evidenciaram a potencialidade do *Pinus caribaea* var. *bahamensis* quando comparados com outras espécies/variedades de *Pinus* tropicais.

A extração comercial de resina, é realizada durante uma determinada época do ano, que tem início na primavera e prolonga-se até o outono, sendo que durante os meses de inverno os trabalhos de resinagem são interrompidos devido à grande diminuição da produção. Para se conhecer a importância dos fatores climáticos no regime anual de produção de resina por árvores de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, foi instalado o presente estudo na Floresta de Santa Bárbara, pertencente ao Instituto Florestal, localizado no município de Águas de Santa Bárbara. As árvores pertencentes ao experimento possuíam 10 anos de idade e foram plantadas no espaçamento 1,80 x 2,80 m tendo sofrido um desbaste de 40%. O DAP médio dessas árvores era de 19,7 cm com um coeficiente de variação de 2,7%.

O experimento constou de 17 tratamentos, diferenciados entre si pela época de início e fim das operações de resinagem, aplicados a 10 árvores cada um. Todos os tratamentos tiveram a duração de 357 dias e durante esse período foram realizadas 17 estrias e 17 coletas de resina, a intervalos regulares de 21 dias.

A análise de variância, através do teste não apresentou resultado significativo entre as produções de resina das diferentes épocas de início da resinagem, tanto para as produções de um ano (17 coletas) como para aquelas de 39 semanas (13 coletas). Também não se encontrou relação entre as produções dos diferentes tratamentos e os dados climáticos de precipitação e temperatura média mensal.

Quando se compararam as produções por ordem de coleta a partir do início das operações de resinagem, verificou-se diferença altamente significativa, confirmada pelo teste de Tukey. Através do cotejo das médias por coleta em todos os tratamentos constatou-se um aumento da produção de resina até a 4.^a coleta (12.^a semana), seguido de um decréscimo gradual até a 17.^a coleta (51.^a semana).

Observaram-se ainda altos valores para os coeficientes de variação devido à grande oscilação de produção de árvore por árvore que chegou a ser de 79% dentro de um tratamento.

I- INTRODUÇÃO

A espécie tradicionalmente utilizada na produção de resina é o *Pinus elliotii* var. *elliotii* mas seu plantio, por razões climáticas, é restrito a certas áreas das regiões Sul e Sudeste do país, ao contrário dos pinheiros tropicais que por apresentarem um bom desenvolvimento, vem sendo largamente utilizados no reflorestamento de áreas situadas ao norte do Trópico de Capricórnio.

A extração comercial de resina é realizada durante uma determinada época do ano que se inicia na primavera e se prolonga até o outono, sendo que durante os meses de inverno os trabalhos de resinagem são interrompidos devido ao grande decréscimo da produção de resina.

Necessário se faz portanto, o estudo das características da produção de resina por outras espécies de Pinus para que suas potencialidades como produtores de resina sejam avaliadas. Dentro desse objetivo o presente estudo visa determinar a importância dos fatores climáticos no regime anual de produção de resina por árvores de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*.

II- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Analisando a distribuição dos plantios de coníferas no Brasil, SANDERMANN (1973) verificou que devido a inexistência de mercado consumidor para a madeira, os povoamentos localizados em certas regiões podem ser orientados exclusivamente para a produção comercial de resina.

BRITO et alii (1978) comparando espécies de pinheiros tropicais como produtores de resina evidenciaram as possibilidades da utilização de *Pinus caribaea* var. *bahamensis*, tendo em vista a boa qualidade e também o volume de resina produzido.

A potencialidade do aproveitamento do *Pinus caribaea* var. *bahamensis* em resinagens comerciais foi constatada também por estudos realizados por NICOLIELO & BERTOLANI (1978), CAPITANI et alii (1980).

III- MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi levado a efeito em um talhão florestal de *Pinus caribaea* Mor. var. *bahamensis*, plantado em 1968, na Floresta de Santa Bárbara, pertencente ao Instituto Florestal, localizada no município de Águas de Santa Bárbara, cuja latitude é de 22°53' Sul e cuja longitude é de 49°14' Oeste. O clima da região é do tipo Cwa, quente de inverno seco e o solo pertence ao grupo Regosol. As árvores integrantes do experimento atualmente com 10 anos de idade, foram plantadas no espaçamento 1,80 m x 2,80 m, tendo sofrido um desbaste de 40%. O DAP médio dessas árvores é de 19,7 cm, sendo o maior DAP igual a 20,6 cm e o menor 19,1 cm, acarretando esses valores, um coeficiente de variação de 2,7%.

O experimento constou de 17 tratamentos, diferenciados entre si pelas datas de início e término das operações de resinagem, aplicados a 10 árvores cada um. Todos os tratamentos tiveram a duração de 357 dias e durante esse período, foram realizados

para cada tratamento um total de 17 estrias e 17 coletas, a intervalos regulares de 21 dias, conforme TABELA 1.

Foram efetuadas as análises de variância (teste F), complementadas pelo teste Tukey, quando necessário, das observações de resina total, produção de resina até a 13ª coleta e produção de resina de acordo com a ordem de coleta.

A produção de resina até a 13ª coleta corresponderia a um período de resinagem normalmente utilizado na prática.

A análise entre as produções de resina correspondente a cada ordem de coleta (da 1ª a 17ª coleta), tem a finalidade de verificar se há diferença de produção conforme a época em que ocorre dentro do tratamento. Os dados utilizados para análise são as médias por coleta das 10 árvores que constituem cada tratamento, sendo que cada tratamento, neste caso atua como um bloco.

TABELA 1- Relação dos tratamentos realizados e respectivas datas de início e término das operações de resinagem.

TRATAMENTO	INÍCIO DA RESINAGEM	TÉRMINO DA RESINAGEM
01	25-09-78	27-08-79
02	16-10-78	17-09-79
03	06-11-78	08-10-79
04	27-11-78	29-10-79
05	18-12-78	19-11-79
06	08-01-79	10-12-79
07	29-01-79	31-12-79
08	19-02-79	21-01-80
09	12-03-79	11-02-80
10	02-04-79	03-03-80
11	23-04-79	24-03-80
12	14-05-79	14-04-80
13	04-06-79	05-05-80
14	25-06-79	26-05-80
15	16-07-79	16-06-80
16	06-08-79	07-07-80
17	27-08-79	28-07-80

A TABELA 2 mostra os valores da precipitação e da temperatura média mensal, observados durante o desenvolvimento do ensaio.

TABELA 2- Valores Mensais referentes às precipitações pluviométricas e às temperaturas médias observadas durante o período de agosto de 1978 a julho de 1980.

MES	PRECIPITAÇÃO (mm)			TEMPERATURA °C		
	1978	1979	1980	1978	1979	1980
JANEIRO		106,2	124,4		22,1	23,6
FEVEREIRO		115,7	296,4		24,4	23,8
MARÇO		70,5	55,7		23,2	24,6
ABRIL		72,4	62,7		20,8	22,4
MAIO		123,0	17,9		18,6	19,8
JUNHO		0,5	56,2		16,4	16,7
JULHO		55,0	37,8		15,7	18,7
AGOSTO	16,0	100,8		17,7	19,4	
SETEMBRO	122,6	145,9		19,8	19,1	
OUTUBRO	109,2	108,3		23,0	22,9	
NOVEMBRO	176,4	113,2		22,8	21,8	
DEZEMBRO	189,1	121,6		23,4	23,8	

IV- RESULTADOS

Apresentam-se na TABELA 3 as produções médias de cada tratamento (médias de 10 árvores).

TABELA 3- Produções médias de resina para cada tratamento (em g).

TRATAMENTO INÍCIO RESINAGEM	PRODUÇÃO RESINA (g)	TRATAMENTO INÍCIO RESINAGEM	PRODUÇÃO RESINA (g)
25-09-78	2816,0	02-04-79	3234,5
16-10-78	3458,0	23-04-79	3592,0
06-11-78	3537,0	14-05-79	3026,0
27-11-78	2855,5	04-06-79	2946,0
18-12-78	2756,5	25-06-79	2945,5
08-01-79	2729,0	16-07-79	3398,0
29-01-79	3333,0	06-08-79	2721,5
19-02-79	2684,5	27-08-79	3158,5
12-03-79	2766,0		

Na TABELA 4 aparecem as produções médias de cada tratamento considerando-se apenas 13 coletas.

Nas TABELAS 5 e 6 são apresentados os resultados da Análise de Variância para produção de resina nos diferentes trata-

mentos, respectivamente para as 17 coletas (produção de um ano todo) e para 13 coletas (produção do período tradicional de resinagem).

TABELA 4- Produção média de resina (em g) para cada tratamento (13 coletas).

TRATAMENTO INÍCIO RESINAGEM	PRODUÇÃO RESINA (g)	TRATAMENTO INÍCIO RESINAGEM	PRODUÇÃO RESINA (g)
25-09-78	2404,5	02-04-79	2459,5
16-10-78	2972,5	23-04-79	2851,0
01-11-78	3022,0	14-05-79	2452,5
27-11-78	2357,0	04-06-79	2341,0
18-12-78	2324,5	25-06-79	2407,5
08-01-79	2296,5	16-07-79	2773,0
29-01-79	2646,5	06-08-79	2249,5
19-02-79	2087,5	27-08-79	2582,5
12-03-79	2120,0		

TABELA 5- Análise de Variância para épocas de início de resinagem (produção de 17 coletas em g.).

FONTES DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	DP	↳
ÉPOCA	16	15 699 629	981 266,86	990,6	0,90 n.s
RESÍDUO	153	185 689 447	1213 656,52	1101,7	
TOTAL	169	201 389 077			

O coeficiente de variação foi de 36 %.

TABELA 6- Análise de Variância para épocas de início de resinagem (produção de 13 coletas em g.).

FONTES DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	DP	↳
ÉPOCA	16	12 381 309	773 831,84	879,7	0,99 n.s
RESÍDUO	153	121 331 418	743 015,80	890,5	
TOTAL	169	133 712 727			

O coeficiente de variação foi da ordem de 36 %.

Na TABELA 7 aparece a análise de variância referente aos dados de cada coleta em todos os tratamentos.

TABELA 7- Análise de Variância para ordem de coleta. Dados de produção de resina (g) (média de 10 árvores).

FONTES DE VARIACÃO	GL	SQ	QM	DP	↳
COLETAS	16	319 296,71	19956,04	141,37	2,80 **
BLOCOS	16	93 332,48	ooo	ooo	
RESÍDUO	256	650 819,29	2542,26	50,42	
TOTAL	288	1063 448,48			

O coeficiente de variação foi de 28 %.

Apresenta-se na TABELA 8 o resultado do teste Tukey em que se comparam as ordens de coleta de resina. Dados de produção média em g por coleta. Valores da d.m.s a 5 % = 59,86 g; a 1 % = 67,6 g.

V- DISCUSSÃO

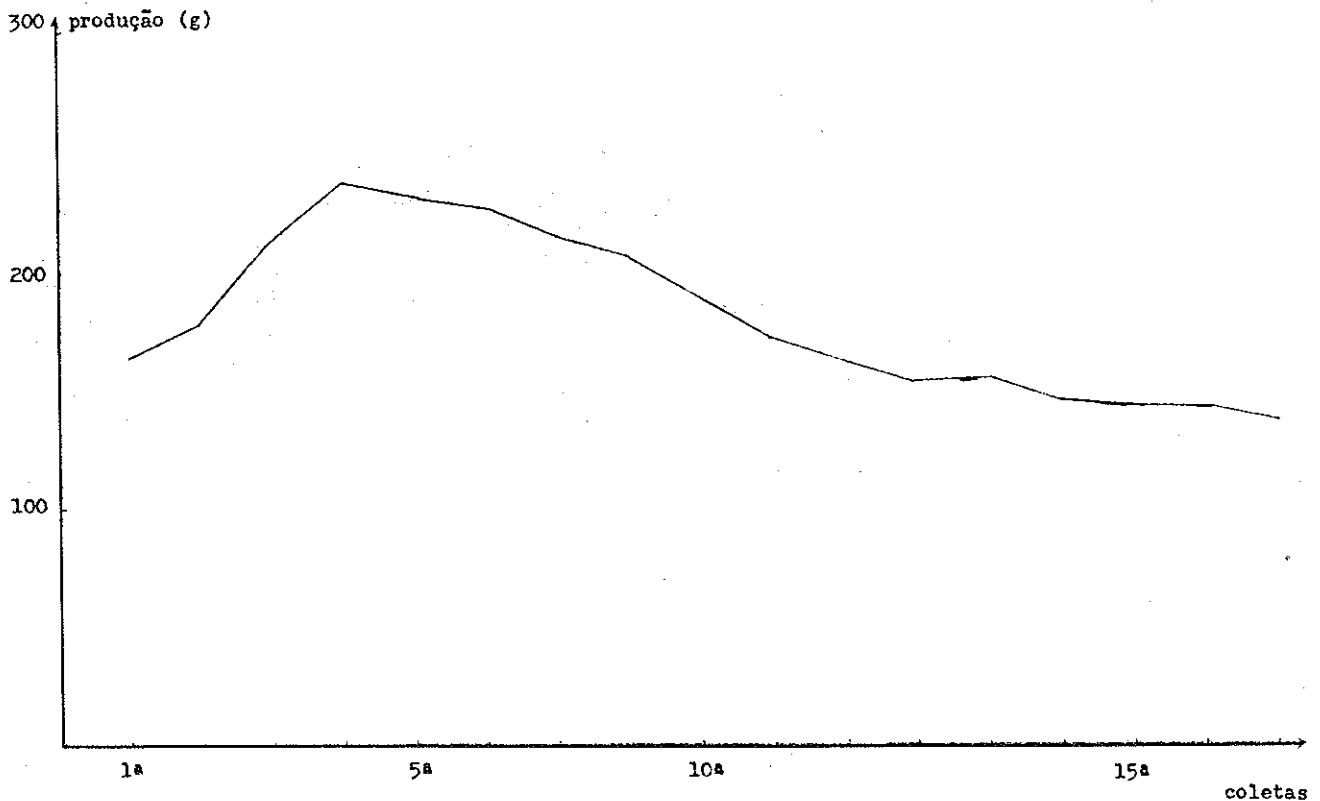
Observando-se a TABELA 5, nota-se que não houve efeito significativo para tratamento-épocas de início de resinagem. Além disso, pela TABELA 3 não se pode estabelecer uma ordenação nas épocas por seus resultados de produção que venham indicar a supremacia de alguns meses para início da resinagem. Mesmo ao se tentar comparar os resultados da TABELA 3 com os valores climáticos da TA

TABELA 8- Resultado do teste Tukey para médias de coleta.

ORDEM DE COLETAS	4	5	6	7	3	8	9	2	10	1	11	13	12	14	15	16	17
PRODUÇÃO MÉDIA (g)	237	231	226	214	212	205	188	178	171	164	161	154	153	145	143	142	137
	-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	**	**	**	**	**	**	**	**
		-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	*	**	**	**	**	**	**	**
			-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	**	**	**	**	**	**	**
				-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	**	**	**
					-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	*	*	*	**
						-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
							-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
								-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
									-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
										-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
											-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
												-	n.s	n.s	n.s	n.s	n.s
													-	n.s	n.s	n.s	n.s
														-	n.s	n.s	n.s
															-	n.s	n.s
																-	n.s
																	-

† A parte da TABELA em que apareceriam os resultados não significativos (n.s) deixa de ser apresentada por ser desnecessária.

FIGURA 1- Produção de resina (g) por coleta (21 dias).



BELA 2 não se consegue estabelecer uma relação de dependência dos valores de produção de resina e época por influência de fatores climáticos, tais como precipitação e temperatura. Aliás, BRITO et alii (1978) trabalhando com o *Pinus caribaea* var. *bahamensis* - também não encontrou influência das condições climáticas na produção de resina.

A TABELA 6 com a análise de variância dos dados de produção individual, considerando-se apenas 13 coletas, o que constitui o período de resinagem normalmente usado na prática, deixa mais evidente a ausência de efeito da época de início da resinagem. Cabem aqui ainda, as mesmas considerações do caso anterior ao se comparar as TABELAS 2 e 4.

Os valores altos encontrados para ambos os coeficientes de variação (TABELAS 5 e 6), devem-se à alta variabilidade existente entre as produções individuais de resina. A maior variação encontrada entre árvores do mesmo tratamento foi de 1500 a 6990 g (79 %) e a menor: 2340 a 3450 (32 %).

Das TABELAS 7 e 8 conclui-se haver diferença significativa entre as coletas, sendo que pelo teste Tukey pode-se observar a localização dessas diferenças.

Os valores das produções médias agrupadas por ordem de coleta aumentam da 1ª à 4ª coleta ou seja até a 12ª semana do iní

cios dos trabalhos de resinagem. A seguir as produções começam a diminuir gradativamente até o final da resinagem, o que pode ser confirmado pela FIGURA 1.

Nota-se também neste caso o coeficiente de variação - bastante elevado (28 %) devido às grandes variações existentes nas produções de coleta para coleta.

VI.- CONCLUSÕES

À vista dos resultados obtidos pode-se concluir que:

- A época de início dos trabalhos de resinagem não apresentou influência na produção global de resina, quer se considere a produção do ano inteiro (17 coletas) quer se considere a produção de 39 semanas (13 coletas);
- não se pode caracterizar nenhuma influência dos fatores climáticos: precipitação e temperatura, sobre a produção total de resina;
- a produção de resina aumenta do início da resinagem até por volta da 12ª semana (4ª coleta) decrescendo paulatinamente até o final dos trabalhos, e
- as produções individuais estão sujeitas a grandes variações, o

que vem acarretar coeficientes de variação bastante altos quando se analisam esses dados.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRITO, J. O et alii. 1978. Condições climáticas e suas influências sobre a produção de resinas de pinheiros tropicais. IPEF. Piracicaba. (16): 37-45.

CAPITANI, L. R. et alii. 1980. A potencialidade de resinagem de

quatro espécies de Pinus tropicais, na região de Sacramento, MG
Piracicaba. IPEF. 15 p. (Circular Técnica, 110).

NICOLIELO, N & BERTOLANI, F. 1978. Resinagem em escala comercial na Cia. Agro-Florestal Monte Alegre. Agudos (SP). In: ANAIS DO 3º CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO. V.2. Silvicultura. São Paulo (14): 172-177.

SANDERMANN, W. 1974. Sobre as possibilidades de um aproveitamento econômico da resina no Brasil. Boletim Técnico do IBDF. Brasília. (4): 3-24.

Informações Botânicas sobre *Cordia goeldiana* HUBER

IRENICE ALVES RODRIGUES
CPATU — EMBRAPA

Summary

This paper deals with exterior morphology of freijo (*Cordia goeldiana* Huber). It introduces original informations from herbarium and field investigations. The fruit diameter presented in the original species description (2 cm) was found to be in fact 3-5mm. An original and detailed figure showing branches, flowers, fruits and seeds is also given.

Resumo

Trata de morfologia externa de freijó (*Cordia goeldiana* Huber), contendo informações originais advindas de consulta em material de herbário e de campo. Corrige a medida do diâmetro dos frutos apresentada na descrição original da espécie, reduzindo-a de 2 cm para 3-5mm. Apresenta estampa ilustrativa, original, mostrando ramos, flores, frutos e sementes, com de talhes.

1. SISTEMÁTICA

Cordia goeldiana Huber

Huber in *Bol. Mus. Emilio Goeldi* 6:89-90, 1909

= *Gerascanthus goeldiana* (Hub.) Kuhlmann & Mattos, *Loefgrenia* 47(1), 1970.

Classificado na família Boraginaceae, o gênero *Cordia* possui cerca de 250 espécies tropicais e subtropicais, conhecidas vulgarmente por "louro" no sul do Brasil e "freijó" na Amazônia.

A espécie estudada neste trabalho é *Cordia goeldiana* Huber, com denominações vulgares e comerciais de "freijó", "freijó-cinza", e "frei-jor ge" no Brasil, e "brazilian walnut", "jennie wood" ou "cordia wood" em outros países.

Posição sistemática (segundo o sistema de Cronquist, 1968):

Reino: Vegetal

Divisão: Angiosperma

Classe: Magnoliopsida

Sub-classe: Asteridae

Ordem: Lamiales

Família: Boraginaceae Juss.

Sub fam.: Cordioideae

Gênero: *Cordia* L.

Seção: *Gerascanthus* P. Brown

Espécie: *Cordia goeldiana* Huber

2. DESCRIÇÃO

Árvores com até 45m de altura; em árvores jovens 5 a 7 ramos por

verticilo, com internódios bem definidos; raízes secundárias superficiais; casca rugosa, de coloração cinza quando jovem e escura na idade adulta, quando uma substância de cor e consistência de cinza desenvolve-se com evidência na base do tronco, provavelmente produzida por um fungo ou líquen. Folha com pecíolo de 1,5 a 5cm de comprimento; alternas, membranáceas, glabras; lâmina foliar oblonga ou obovada-oblonga ápice obtuso acuminado ou cuspidado, base aguda, margem lisa, ligeiramente ondulada, as inferiores medindo de 8 - 14 cm de comprimento por 3,5cm de largura, as superiores variando de 10-15 cm de comprimento por 3,8 - 6,5 cm de largura.

Inflorescências terminais, congestas. Flores de corolas brancas, vistas, cálice cilíndrico esverdeado a ferrugíneo, tomentoso, sulcado, 2-3 raro 4 dentado, com 5 - 7 mm de comprimento; corola infundibuliforme, glabra, ultrapassando o cálice, 5 raro 6 lobada, lobos com 1-2 cm de comprimento por 5-9mm de largura; estames do mesmo número das pétalas, inseridos na fauce destas e providos de pêlos na base. Ovário súpero, sub-globoso, sêssil, sincarpo, bicarpelar, inicialmente bilocular e posteriormente com 4 lóculos devido ao desenvolvimento de um falso septo, cada lóculo contendo um único óvulo ortotropo. Estilete ultrapassa os estames, bifido no ápice. Fruto drupa sub-globosa, medindo de 3-5 mm de diâmetro por 5,5 - 7,5mm de comprimento, com cálice e corola persistentes, de coloração castanho-escura, quando maduro formado com 4 pirenas que por aborto são reduzidas a 1 ou raro 2 sementes. Embrião reto, com cotilédones plicados.

Typus: "Hab. in silvis primaevis ad viam ferream inter Belém et Bragança (Estação Experimental "Augusto Montenegro") 23 IX 1907 leg. André Goeldi, in cuius honorem hanc speciem denominavi (H. A.M.G. 8319), 22 x 1907 leg. Rod. Sig. Rodrigues (8788)"

Material estudado: Parã, Belém, mata do Utinga, leg. J.M. Pires 1785 (20/VIII/1949) IAN; Belém, Bosque Municipal, leg. A. Ducke 2345 (10/IX/1954) IAN, Belém, IAN, leg. J.M. Pires 3170 (02/04/1951) IAN; Belém, mata do Cafezal, leg. J.M. Pires 1849 (05/01/1950) IAN; Belém, AEE/CPATU, leg. Manoel dos Reis Cordeiro 1652 (27/10/81) IAN; Castanhal, leg. G.A. Black 49 - 8607 (10/12/1949) IAN; Castanhal, leg. R.L. Frões 24884 (08/12/1949) IAN; Santarém, leg. Argemiro 2402(12/09/74) IAN; Santarém, leg. Moacir 2405 (26/11/74) IAN; Belém-Brasília Km 93, leg. M. Kuhlman e S. Jimbo 162 (29/08/59) IAN; Amapã, Serra do Navio, leg. Richard S. Cowan s/nº (19/11/1954) IAN.

Talvez por erro de tipografia, a descrição original de Huber relata diâmetro do fruto como 2cm, porém todos os frutos até hoje observados variam de 3 a 5 mm de diâmetro.

No campo, esta espécie é bem diferenciada de outras pelo aspecto das cascas do tronco e dos ramos, as quais possuem um pó de cor cinza, mais acentua do na base dos troncos bem desenvolvidos. Suas flores apesar de numerosas caem com facilidade, pois muitas delas não são fecundadas.

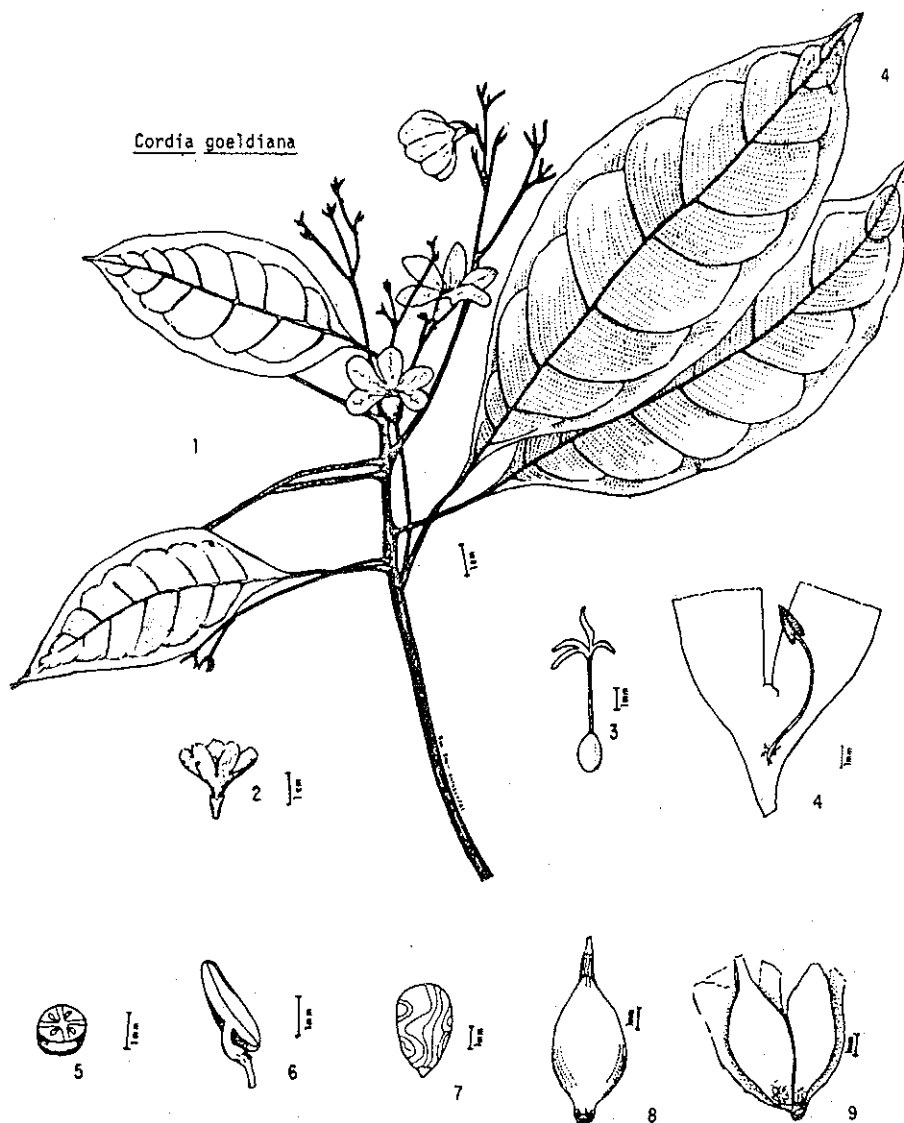


FIG. 1. 1 - Habitus 2 - Fruto com cálice e corola persistentes 3 - Ovário e estigmas 4 - Detalhe da inserção dos filetes na parte interna da corola 5 - Detalhe mostrando os lóculos do ovário 6 - Inserção do filete na antera 7 - Embrião com cotilédones plicado 8 - Semente 9 - Detalhe de um fruto com duas sementes.

3. LITERATURA CONSULTADA

- BRADE, A. C. Os gêneros *Cordia* e *Tournefortia* (família das Boraginaceae) no herbário do Museu Nacional. Boi. Mus. Nac., Rio de Janeiro, 8:13-47, 1932.
- CRONQUIST, A. The evolution and classification of flowering plants. Boston, Houghton Mifflin Co., 1968. 396p.
- GUIMARÃES, E. F.; BARROSO, G. M.; ICHASO, C. L. F. & RANGEL, A. B. Flora da Guanabara, Flacourtiaceae, Olacaceae, Boraginaceae. Rodriguesia, Rio de Janeiro, (38):194-6, 1971.

- HUBER, J. Novitate florae Amazonicae. Belém, Museu Goeldi de História Natural e Ethnografia, 1909. p.89-90 (Museu Paraense Emilio Goeldi, Boletim, 6).
- KUHLMANN, M. & MATTOS, J.R. Restabelecimento do gênero *Gerascanthus* T. Brown (Boraginaceae). Loefgrenia, São Paulo, (47): 1, jun. 1970.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. da & ALENCAR, J. da C. Essências madeireiras da Amazônia. Manaus, INPA, 1979, v.1. 245p. p.165-6.
- RADFORD, A. E.; DICKISON, C.W.; MASSEY, J. R. & BELL, R. C. Vascular plant systematic. London, Harper & Row, 1974. 891p. p.606-79.

Avaliação da Densidade Básica da Madeira em Árvores Vivas

SEBASTIÃO CARLOS DA SILVA ROSADO
Depto. de Engenharia Florestal — Fund. de Ensino
e Tecnologia de Alfenas
ARNO BRUNE
Depto. de Engenharia Florestal — UFV

Summary

The device called "pilodyn" was tested on four eucalypt species, in order to determine whether the pilodyn readings correlated well with actual wood specific gravity data obtained by traditional hydrostatic scale determinations.

Eucalyptus grandis and *Eucalyptus urophylla* gave good precision determinations, while those with *Eucalyptus citriodora* and *Eucalyptus saligna* were of low precision.

For mass selection, gains in time justify the use of the "pilodyn" device. Adjustments of the device are proposed, so that better use of it can be made for *Eucalyptus* spp.

Resumo

Com o objetivo de testar a aplicabilidade do aparelho denominado "Pilodyn" na avaliação da densidade básica da madeira em árvores vivas, conduziu-se este estudo em árvores de *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus saligna* e *Eucalyptus grandis* com 2 anos de idade e em árvores de *Eucalyptus citriodora* com 23 anos de idade. Os dados foram coletados em áreas pertencentes à Florestal Acesita S.A., localizadas em Conceição da Barra (ES) e Timóteo (MG).

Acharam-se precisões médias na estimativa da densidade básica média da madeira em *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus grandis* e precisões baixas em *Eucalyptus citriodora* e *Eucalyptus saligna*.

O Pilodyn poderá ser utilizado com êxito na seleção massal de árvores em futuros programas de melhoramento genético desta característica, pois a sua facilidade e rapidez no manuseio fornece grande economia de tempo, além de não prejudicar o desenvolvimento da árvore.

Propõe-se modificações no diâmetro e impacto da agulha do aparelho e na metodologia de coleta de dados de penetração para melhorar a aplicabilidade do aparelho para *Eucalyptus* spp.

1. INTRODUÇÃO

A densidade da madeira é uma característica importante da qualidade da madeira para fins tecnológicos e industriais. Esta característica está intimamente relacionada com a qualidade do carvão e seu rendimento em termos volumétricos (6,7,9). Na indústria de papel e ce-

lulose, a densidade está relacionada com a qualidade e rendimento da polpa (2, 14). A densidade da madeira pode determinar o uso de uma espécie (8).

O controle genético de densidade da madeira normalmente é alto. Sendo a herdabilidade alta (1,10,12), há boas possibilidades de se aumentar a densidade através de melhoramento. A seleção de árvores para melhoramento de densidade implica no abate e teste de grande número de árvores; o que por sua vez leva grande número de indivíduos à morte. O teste com amostras retiradas da árvore viva são lentos e pouco eficiente para seleção genética.

Devido a essas razões, testaram-se outros métodos diretos e indiretos de medição não destrutiva de densidade, tais como raios-x, medidas de dureza do lenho e outros. O aparelho denominado "Pilodyn" relaciona a profundidade de penetração de uma agulha de aço injetada a uma força constante na árvore, com a densidade da madeira (4, 5).

Este trabalho teve como objetivo avaliar a aplicabilidade do "Pilodyn" na avaliação da densidade básica da madeira em árvores vivas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Espécies, Idades e Localidades Estudadas

Foram testadas 4 espécies em idades diferentes, em dois locais distintos da Florestal Acesita S.A., conforme o quadro seguinte.

Espécie*	Idade (anos)	Localidade
<i>Eucalyptus urophylla</i>	2	Conceição da Barra (ES)
<i>Eucalyptus saligna</i>	2	Conceição da Barra (ES)
<i>Eucalyptus grandis</i>	2	Conceição da Barra (ES)
<i>Eucalyptus citriodora</i>	23	Timóteo (MG)

* As árvores pertencentes às 4 espécies foram produzidas por sementes procedentes de Rio Claro (SP).

2.2. Delineamento experimental

Admitindo-se uniformidade ambiente nas áreas ocupadas pelas árvores das 4 espécies em estudo, adotaram-se amostragens simples ao acaso, sendo que os tamanhos das amostras para *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus saligna*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora* foram respectivamente de 55, 37, 63 e 36 árvores. As precisões das amostragens nas quatro espécies foram estimadas através da fórmula

$$d = \frac{t \cdot s}{\sqrt{n}} \quad (11),$$

onde:

S - Desvio padrão da amostra;

t - Valor da tabela de distribuição "t" de STUDENT tomado com n-1 graus de liberdade a um nível de probabilidade pré-fixado;

n - Tamanho da amostra em uma população infinita;

d - Precisão da amostragem (erro permissível expresso em % da média).

Para o cálculo de n, utilizou-se a fórmula

$$n_c = \frac{n}{1 + n/N} \quad (11),$$

Onde:

n_c - Valor de n corrigido para uma população finita;

N - Número de elementos da população em estudo.

Como a relação n/N foi menor que 0,05, foi desprezada (11). Assim o tamanho da amostra em uma população finita pode ser considerada como sendo igual ao de uma amostra infinita.

2.3. Coleta de Dados

Em cada árvore das quatro espécies fizeram-se três medidas de profundidade de penetração da agulha do "Pilodyn" na madeira à 1,3 m (altura do peito). À 0,3, 1,3 e 2,0 m de altura retiraram-se discos de madeira com 3,0 cm de espessura, que após identificação, foram encaminhados ao laboratório onde se processaram as medições das densidades básicas.

Estas medições foram descritas por BROWNING (3) e PANSHIN e ZEEUW (13). A densidade básica, neste caso, é obtida através de balança hidrostática.

2.4. Análises Estatísticas dos Dados

Fez-se uma análise de regressão dos dados obtidos pelo método da balança hidrostática e, pelo "Pilodyn".

Avaliou-se o grau de ajustamento dos modelos usados aos dados pelos coeficientes de determinação corrigidos r^2 ; pela significância

dos coeficientes de regressão avaliados pelo teste "t" de STUDENT e através dos desvios da regressão testados pelo teste "F" a um nível de até 5% de probabilidade.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média das densidades básicas médias das árvores, a média das densidades básicas à altura do peito, o desvio padrão destas e a precisão da amostragem encontram-se no Quadro 1.

No Quadro 2 são apresentados os modelos selecionados nas análises de regressão aplicadas aos dados de densidade básica média, densidade básica à altura do peito e profundidade de penetração da agulha do "Pilodyn".

Verificou-se que o modelo linear simples foi o que melhor se ajustou em todas espécies estudadas. Em todos modelos testados, os valores dos coeficientes de determinação corrigidos e dos desvios da regressão foram semelhantes e significativos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F". Esta mesma forma linear foi utilizada por DOWN(4) em *Pinus radiata* com 10 e 35 anos de idade, fornecendo uma estimativa da densidade básica da madeira, através do "Pilodyn", com uma precisão de 92% e 74% respectivamente.

Eucalyptus urophylla foi a espécie que forneceu as melhores estimativas de densidade básica (Figuras 1 e 2), apresentando coeficientes de determinação corrigidos (r^2) iguais a 79,42% e 70,34%. Estes valores indicam que 79,42% das variações ocorridas na densidade básica média da madeira e 70,34% das variações ocorridas na densidade básica da madeira à altura do peito são explicadas pelas variações ocorridas na dureza da madeira à altura do peito; esta foi expressa em termos de profundidade de penetração média da agulha do "Pilodyn" na madeira à mesma altura.

Verificou-se, também, que em todos modelos selecionados as estimativas dos coeficientes de regressão testadas pelo teste "t", foram significativas ao nível de 1% de probabilidade.

Em *Eucalyptus urophylla*, *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus citriodora*, observou-se que a estimativa da densidade básica média da madeira é mais eficiente que a estimativa da densidade básica da madeira à altura do peito. Em *Eucalyptus saligna* constatou-se uma situação inversa.

Quadro 1 - Valores referentes às estimativas das precisões (d) das amostragens realizadas em *Eucalyptus urophylla*, *E. saligna*, *E. grandis* e *E. citriodora*.

Espécie	n(*)	t(**)	Média		Desvio Padrão		d(% da Média)	
			DBM ¹	DBAP ²	DBM ¹	DBAP ²	DBM ¹	DBAP ²
<i>E. urophylla</i>	55	1,675	0,455	0,445	0,042464	0,042120	2,11	2,14
<i>E. saligna</i>	37	1,689	0,427	0,415	0,031404	0,028838	2,04	1,93
<i>E. grandis</i>	63	1,671	0,424	0,421	0,033592	0,039475	1,67	1,97
<i>E. citriodora</i>	36	1,691	0,683	0,678	0,043606	0,059224	1,80	2,46

(*) Tamanho da amostra para uma população finita;

(**) Valores da tabela de "t" de STUDENT tomado com n-1 graus de liberdade a um nível de probabilidade de 90%.

1 - DBM - Referente à densidade Básica Média da árvore, expressa em gramas por centímetro cúbico;

2 - DBAP - Referente à densidade Básica à Altura do Peito, expressa em gramas por centímetro cúbico

Quadro 2 - Valores referentes às estimativas das constantes de regressão (\hat{b}_0 e \hat{b}_1), dos coeficientes de regressão (\hat{c}_0 e \hat{c}_1), dos coeficientes de determinação corrigidos (\bar{r}^2), dos Desvios de Regressão (D.R.) e os valores calculados de "F", referentes aos modelos selecionados para as quatro espécies em estudo.

Espécie	Modelo selecionado	\hat{b}_0	\hat{b}_1	\hat{c}_0	\hat{c}_1	\bar{r}^2 (%)	D.R.	F
<i>E. urophylla</i>	$Y_i = b_0 + b_1 X_i + l_i$	0,749768	-0,0159953**1	---	---	79,42	0,019273	209,386**2
	$Z_i = c_0 + c_1 X_i + l_i^*$	---	---	0,719971	-0,0149468**1	70,34	0,022938	129,082**2
<i>E. saligna</i>	$Y_i = b_0 + b_1 X_i + l_i$	0,724592	-0,0147183**1	---	---	43,54	0,023597	28,761**2
	$Z_i = c_0 + c_1 X_i + l_i^*$	---	---	0,707659	-0,0144826**1	50,41	0,020306	37,604**2
<i>E. grandis</i>	$Y_i = b_0 + b_1 X_i + l_i$	0,659995	-0,0107908**1	---	---	61,72	0,020784	100,962**2
	$Z_i = c_0 + c_1 X_i + l_i$	---	---	0,659661	-0,0109128**1	45,29	0,029200	52,351**2
<i>E. citriodora</i>	$Y_i = b_0 + c_1 X_i + l_i$	0,977600	-0,0256121**1	---	---	51,31	0,030428	37,882**2
	$Z_i = c_0 + c_1 X_i + l_i$	---	---	1,048260	-0,0322155**1	43,59	0,044482	28,045**2

**1 - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "t";

**2 - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste "F".

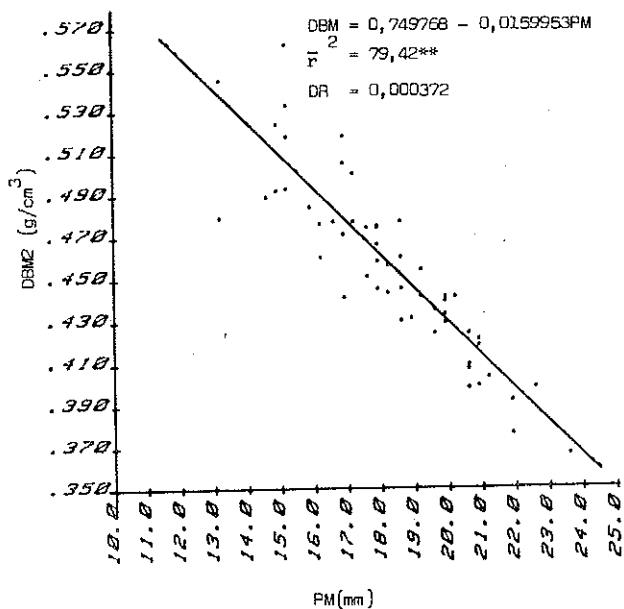


FIGURA 1 - Relação entre Densidade Básica Média da madeira de árvores com 2 anos de idade (DBM2), expressa em gramas por centímetro cúbico e profundidade de Penetração Média da agulha do "Pilodyn" na madeira à altura do peito (PM) expressa em milímetros, em *E. urophylla*.

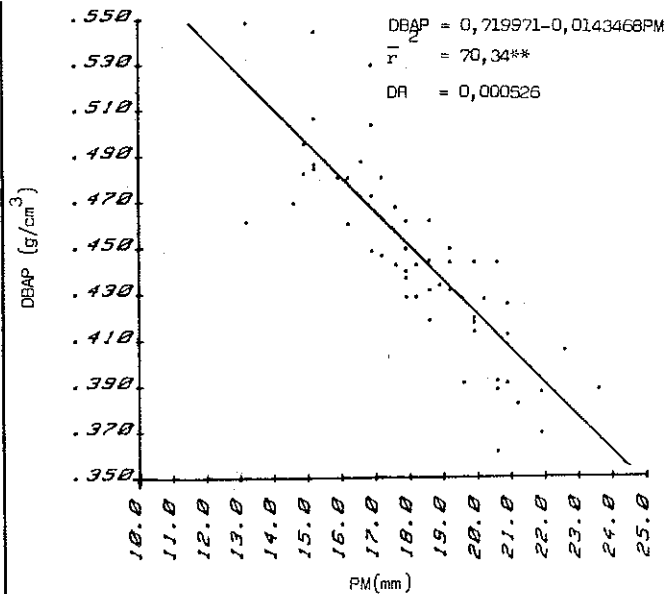


FIGURA 2 - Relação entre Densidade Básica da madeira à altura do peito de árvores com 2 anos de idade (DBAP), expressa em gramas por centímetro cúbico e profundidade de penetração Média da agulha do "Pilodyn" na madeira à mesma altura (PM), expressa em milímetros, em *E. urophylla*.

4. CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram tirar as seguintes conclusões:

1. Constataram-se precisões médias na estimativa da densidade básica média da madeira em *Eucalyptus urophylla* (Coeficiente de determinação corrigido (\bar{r}^2) igual a 79,42% e Desvio da Regressão (D.R.) igual a 0,0192273 g/cm³) e em *Eucalyptus grandis* ($\bar{r}^2 = 61,72\%$ e D.R. = 0,020784 g/cm³) e precisões baixas em *Eucalyptus citriodora* ($\bar{r}^2 = 51,31\%$ e D.R. = 0,030428 g/cm³) e

Eucalyptus saligna ($\bar{r}^2 = 43,54\%$ e D.R. = 0,023597 g/cm³).

2. Devido à facilidade e rapidez no manuseio do aparelho, esta pode ser utilizado com êxito, fornecendo considerável ganho de tempo na seleção massal de árvores para futuros programas de melhoramento genético de densidade básica da madeira.
3. Modificações no diâmetro e impacto da agulha do aparelho e na metodologia de coleta de dados de penetração devem ser estudadas para melhorar a eficiência na estimativa da densidade da madeira.

S. LITERATURA CITADA

1. ALMEIDA, C.M.V. de, Estimativas de herdabilidades e correlações em progênies jovens de Eucalyptus citriodora Hook. Viçosa, U.F.V., 1981. 62 p. (Tese de M.S.).
2. BLAIR, R., ZOBEL, B., HITCHINGS, R.G. & JETT, J.B. Pulp yield and physical properties of young loblolly pine with high density juvenile wood. Applied Polymer Symposium, 28:435-444. 1976.
3. BROWNING, B.L. Method of wood chemistry, New York. Interscience Publishers, 1967.
4. COWN, D.J. Comparison of the Pilodyn and torsionmeter methods for the rapid assessment of wood density in living trees. New Zealand J. For. Sci. 8(3):384-91, 1978.
5. COWN, D.J. Evaluation of the Pilodyn wood tester for the assessment of wood density in standing trees. Technical Note. C.S.I.R.O. Traralgon, Vic, Australia, 1979, 4pp.
6. JUWILLAR, J.B. O carvoejamento da madeira e seus reflexos na qualidade do carvão: Qualidade da madeira. Piracicaba, IPEF, 1979. 6 p (Circular Técnica Nº 64).
7. JUWILLAR, J.B. Tecnologia de transformação de madeira. IN: Fenedo, W.R., ed. Uso da madeira para fins energéticos, Belo Horizonte, CETEC/SPT-001, 1980, p.69-82.
8. KLOOT, N.H. Methods of assessing properties. Proc. XVI IUFRO World Congress. Div. V, 76-99, Noruega, 1976.
9. MAGALHÃES, J.G.R. Tecnologia de obtenção da madeira. In: Fenedo, W.R., ed., Uso da madeira para fins energéticos. Belo Horizonte, CETEC/SPT-001, 1980, p.56-66.
10. MATZIRIS, D.I. & ZOBEL, B.J. Inheritance and correlation of juvenile characteristics in loblolly pine (Pinus taeda, L.). Silvae Genetica Frankfurt, 22(1-2):38-45. 1973.
11. OLIVEIRA, L.M. Teoria da amostragem. Viçosa, UFV. 1976. 109 p.
12. OLIVEIRA, R.J.D.P. de, Variação da densidade básica da madeira e capacidade de regeneração entre e dentro de origens de Eucalyptus grandis. Hill ex. Maiden, Viçosa, U.F.V., 1981. 67 p. (Tese de M.S.).
13. PANSHIN, A.J. & ZEEUW, C. Textbook of wood technology, 3ª ed. New York, MACGRAW - Hill, 1970. 705 p.
14. VAN BUIJTENEN, J.P. Relationships between wood properties and pulp and paper properties. In: SECOND WORLD CONSULTATION ON FOREST TREE BREEDING, Washington, 1969. Invited Papers, Washington, 1969. 13p. (FO - FTB - 69 - 4/5).

Desenvolvimento de Adesivos Tanino Formaldeído: Efeito da Quantidade de Carga (Filler) na Qualidade da Colagem

MARCOS A. E. SANTANA
Laboratório de Produtos Florestais — IBDF
MANOEL SOBRAL FILHO
Centro de Pesquisas em Produtos Florestais —
INPA/CNPq

Summary

Wood adhesives are a major component of plywood manufacturing costs in Brazil. This study was made to determine if high quality plywood could be made with tannin formaldehyde glues incorporating 2, 10, 15 and 20% wood powder, in order to get lower costs. Analysis of plywood shear test results flour that panels made with formulations with 15 and 20% wood flour had the strongest and most durable glue lines, showing results even better than commercial phenolic plywood panels tested at the laboratory under the same conditions. Moreover, a cost analysis showed that these two tannin formulations compare favorable with phenol glue.

Resumo

Os adesivos necessários à fabricação do compensado representam um dos mais altos componentes do custo deste produto. Neste estudo foi testada a viabilidade técnica de incorporar pó de madeira à formulação de um adesivo tanino-formaldeído, de forma a viabilizar economicamente a substituição de colas petroquímicas por uma formulação à base do tanino, recurso natural renovável. Testes de cisalhamento efetuados em amostras em condições normais e em amostras submetidas a severos ciclos de envelhecimento acelerado revelam que, entre as formulações testadas (2, 10, 15 e 20% de pó de madeira), o uso das duas com mais alta percentagem de pó (15 e 20%) resultou em compensados de melhor qualidade. Mais significativamente ainda, os compensados fabricados com estas duas formulações revelaram melhor desempenho que um compensado comercial manufaturado com cola fenólica e testado nas mesmas condições. Pelo lado econômico, verificou-se que as formulações tanino-formaldeído com 15 e 20% de pó de madeira apresentam custo mais reduzido que a à base de fe

ção melhora a capacidade de adesão da resina. A farinha de trigo é o mais representativo dos extensores, sendo usada mundialmente nesta aplicação. O trigo é o único cereal que possui a proteína denominada glúten, cujas propriedades adesivas e a capacidade de manter constante a viscosidade da resina estendida, tornam a farinha deste cereal o mais conhecido e atrativo extensor (3).

São considerados cargas os materiais que não possuem propriedades adesivas próprias, mas cuja adição é de grande importância no controle das funções de mobilidade da resina, principalmente o espalhamento e a penetração, e no aumento da capacidade do adesivo em preencher os espaços vazios e irregularidades na superfície das lâminas. As cargas podem também ser adicionadas com o intuito de reduzir o custo do adesivo e modificar a cor da linha de cola.

A quantidade de cargas ou extensores adicionados depende substancialmente do tipo da resina usada na colagem. A indústria de compensado de coníferas nos Estados Unidos, emprega essencialmente resinas fenólicas misturadas com farinha de trigo (extensor) e com uma carga à base de furafil (material lignocelulósico, sub-produto da manufatura do furfural), sendo que este último é adicionado em quantidade superior à farinha de trigo. Na indústria americana de compensado de folhosas (compensado para móveis e uso decorativo), o adesivo comumente empregado é à base de uréia-formaldeído misturado com quantidades substanciais de farinha de trigo e quantidades menores de cargas lignocelulósicas. A participação do extensor e da carga nos adesivos uréicos situa-se ao redor de 80 - 100% e para os adesivos fenólicos, em torno de 50%, em ambos os casos, calculando-se a percentagem em relação ao peso dos sólidos resinosos contidos nas resinas.

No Brasil o uso de cargas não está difundido, e as fábricas de compensado geralmente restringem-se ao uso da farinha de trigo com extensor. Nas fábricas que operam com uréia-formaldeído, a farinha de trigo adicionada chega a representar 150% da quantidade de sólidos resinosos da mistura. Nas colagens com fenol-formaldeído, das quais se exige qualidade para uso exterior, a participação da farinha de trigo normalmente não excede 50% dos sólidos resinosos da mistura.

A literatura indica (3) que o extensor, no caso a farinha de trigo, não pode substituir parte dos sólidos da resina fenólica, e que a qualidade da colagem decresce substancialmente quando a quantidade de sólidos resinosos é inferior a 97-137 g/m² por linha dupla de cola (20 - 28 lb/MDGL), apesar do decréscimo em sólidos resinosos ter sido compensado pelo aumento do extensor. Recentes normas de qualidade da "American Plywood Association" (Associação Americana de Compensados) (3) fixam em 40% (baseado no peso dos sólidos resinosos da mistura) a quantidade máxima de extensor permitida em colas empregadas na fabricação de compensado para uso exterior.

INTRODUÇÃO

A adição de substâncias extensoras ("extenders") e cargas ("fillers") aos adesivos de uréia - formaldeído e fenol - formaldeído é prática comum na indústria de compensado. O fato de que resinas "estendidas" e/ou "carregadas" são superiores às resinas puras é aceito por unanimidade pela indústria de compensado. Os materiais tradicionalmente usados para carregar e/ou estender a resina podem ser classificados em três grandes grupos:

1. Materiais ligno-celulósicos (pó de madeira, pó de casca de espécies madeireiras ou côco, sub-produtos da manufatura do furfural, etc.),
2. Materiais inorgânicos (gypsum, talco, material argiloso, etc.)
3. Materiais proteico-amiláceos (farinha de trigo, farinha de soja, farinha de sorgo, etc.)

Uma distinção adicional é necessária para que se possa classificar o material no que se considera carga (filler) ou, no que é considerado extensor ("extender"). No âmbito deste trabalho, são considerados extensores os materiais que possuem alguma propriedade adesiva e cuja adição

O Laboratório de Produtos Florestais de Brasília (LPF/DE/IBDF), conduz atualmente um programa de pesquisa objetivando introduzir um terceiro adesivo, tanino-formaldeído, na fabricação de compensado do país. O adesivo tanino-formaldeído, cujo principal componente, o tanino, pode ser extraído de espécies nativas ou plantadas no país, é um adesivo com excelente potencial para substituir os onerosos adesivos urêicos e fenólicos, ambos de origem petroquímica.

Os estudos iniciais do LPF (1,4), com algumas formulações tanino-formaldeído desenvolvidas e testadas na produção de compensado, revelaram desempenho similar às resinas fenólicas e superior às urêicas.

No plano econômico a produção e utilização da resina tanino-formaldeído revela-se ligeiramente favorável à resina fenólica. No entanto, como as formulações desenvolvidas para a resina tanino-formaldeído não utilizam extensores, e somente possuem uma quantidade ínfima de carga (2% baseado no peso dos sólidos resinosos), o seu emprego compara-se desfavoravelmente, em termos de custo, com a fortemente estendidas (150% de farinha de trigo, baseado nos sólidos resinosos da mistura) resina à base de uréia-formaldeído.

Tentativas preliminares de estender as formulações da resina tanino-formaldeído com farinha de trigo não se revelaram promissoras. As dificuldades técnicas encontradas com o uso da farinha de trigo, aliadas ao progressivo corte do subsídio governamental ao trigo, aumentando substancialmente o preço da farinha para os fabricantes de compensado, conduziram estudos visando incorporar outros extensores e cargas à resina tanino-formaldeído, com o duplo propósito de elevar a qualidade da formulação e melhorar sua competitividade econômica com as resinas de uréia-formaldeído e fenol-formaldeído.

O presente trabalho, o primeiro de uma série em cargas e extensores para resinas à base de tanino-formaldeído, examinou o efeito de diferentes porcentagens de uma carga lignocelulósica (pó de *Virola* sp), no desempenho de uma resina tanino-formaldeído usada na fabricação de compensado em condições experimentais. Objetivou também, melhorar a qualidade da cola formulada inicialmente, através de um maior controle do espalhamento e penetração, e reduzir substancialmente seu custo, de forma a torná-la competitiva com resinas urêicas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho usou-se como matéria-prima, o produto comercial da Seta S/A, tanino em pó extraído da casca da acácia-negra (*Acácia decurrens* Willd. var. *molissima*), proveniente de plantações do sul do país; formalol de padrão técnico; hidróxido de sódio P.A. e lâminas de *Virola* sp adquiridas na Região Norte. Como carga utilizou-se pó de madeira com 200 mesh de granulação, da espécie *Virola* sp.

2.1. Preparação da resina

Uma solução de tanino/água a 50% foi preparada e deixada em repouso por 12 a 14 horas, para completa hidratação do tanino (4). Em seguida adicionou-se a porcentagem de carga determinada para cada formulação e o equivalente em água, para que a porcentagem de sólidos totais fosse mantida constante. o pH foi elevado para 5,1 - 5,2 com adição de hidróxido de sódio 4N, e por último adicionou-se formalina (solução de formaldeído 37% por peso) como endurecedor. As formulações dos adesivos utilizados estão apresentados na Tabela 1.

A viscosidade inicial e a vida útil dos adesivos utilizados, foram medidas em um viscosímetro COLORA, tipo "falling ball".

Tabela 1: Formulações dos adesivos com os respectivos pH.

FORMULAÇÕES	COMPONENTES (Partes por massa)					pH
	TANINO (SECO)	ÁGUA	CARGA (PÓ DE VIROLA)	NaOH (4N)	FORMALINA	
F-2	100	102	2	1,4	25	5,13
F-10	100	110	10	1,4	25	5,12
F-15	100	115	15	1,4	25	5,20
F-20	100	120	20	1,4	25	5,12

2.2. Fabricação dos compensados

Lâminas de *Virola* sp com espessura de 0,10 a 0,22 cm e superfície de 60 x 60 cm, foram secadas até um conteúdo de umidade final de 3%. A quantidade de cola de 300 g/m² por linha dupla de colagem, foi distribuída sobre a superfície da lâmina por uma encoladeira automática Martil.

Foram confeccionados 6 painéis trilaminados para cada formulação, com aplicação de cola apenas na lâmina central.

Após o espalhamento da cola e montagem do painel, aguardou-se 10 min. como tempo de montagem. Em seguida o painel foi prensado à uma temperatura de 150°C e pressão de 12 Kg/cm², durante 6 minutos.

2.3. Avaliação da qualidade dos compensados

Compensados comerciais, trilaminados, para uso exterior (resina fenólica), foram adquiridos no mercado local para serem testados da mesma forma como os fabricados experimentalmente, objetivando a comparação da qualidade de ambos.

Após o acondicionamento dos compensados em sala climatizada a 18°C e 65% de umidade relativa, a fim de se atingir um conteúdo de umidade de aproximadamente 12%, foram cortados e selecionados ao acaso, 30 amostras de cada painel para testes de cisalhamento em condição natural (zero ciclo) e após 2, 5, 10 e 25 ciclos de envelhecimento acelerado, sendo que cada ciclo corresponde a 4 horas de cozimento em água fervente, seguido de 20 horas em estufa a 65°C. A preparação das amostras e o procedimento dos testes seguiram as especificações da Norma PS 1-74 (2).

As amostras foram submetidas a teste de cisalhamento em uma máquina de teste universal INSTRON 1115, com uma velocidade de carregamento de 0,12 cm/min. A percentagem de falha na madeira foi calculada visualmente, sempre pelo mesmo técnico.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 mostra a viscosidade inicial, vida útil e pH da resina tanino-formaldeído carregada com as diferentes porcentagens (2,10,15 e 20%) de pó de virola, bem como a porcentagem de polifenóis e sólidos totais.

O pH das 4 formulações manteve-se praticamente constante (5,1 - 5,2). Este comportamento estava previsto, já que as modificações introduzidas na formulação original (4), consistiram basicamente na substituição percentual de parte do tanino por pó de virola, materiais que apresentam pHs similares (4,7 para o tanino e 5,1 para o pó de virola). Por outro lado, a viscosidade inicial e a vida útil diferiram significativamente em função da quantidade de pó de vi

Tabela 2: Características da resina tanino-formaldeído

FORMULAÇÕES	VISCOSIDADE DE INICIAL (cP)	VIDA ÚTIL (HORA)	pH	POLIFENÓIS (%)	SÓLIDOS TOTAIS (%)
F-2	721	9,67	5,13	43,78	48,00
F-10	1.307	6,20	5,12	40,58	48,03
F-15	3.020	3,67	5,20	39,00	48,20
F-20	4.235	2,00	5,12	37,54	48,30

rola na formulação, devido a insolubilidade destas partículas, mesmo sendo finamente pulverizadas (200 mesh).

A vida útil das formulações F-15 (15% de carga) e F-20 (20% de carga), foram de 3,7 horas e 2,0 horas, respectivamente, o que diminui a flexibilidade no manuseio da cola a que estão habituadas as fábricas de compensados no Brasil, no entanto, acredita-se que esta ligeira desvantagem não impossibilitará a introdução destas formulações, desde que seja comprovado que as mesmas possam proporcionar colagens de alta qualidade a custos sensivelmente inferiores.

Em geral, adesivos à base de tanino são mais viscosos do que os adesivos fenólicos, fato atribuído ao maior tamanho das moléculas polifenólicas do tanino e à presença de gomas neste extrativo (5). O uso de elevada porcentagem de carga, de certa forma agravou o problema da alta viscosidade e diminui a vida útil. O uso industrial das formulações com 15 e 20% de carga possivelmente exigirá maior diluição dos seus sólidos, a fim de baixar a viscosidade inicial e aumentar a vida útil, de forma a adequá-las à prática das fábricas. Outra possível solução para aumentar a vida útil, será a utilização de paraformaldeído como endurecedor, o qual é menos reativo que a formalina, ou ainda a diminuição do pH das formulações que tenham maior quantidade de carga, pois o progresso da reação de polimerização é consideravelmente retardado quando o pH é mantido na faixa ácida.

Os resultados do teste de cisalhamento das amostras de compensados em condição natural e submetidos aos diversos ciclos de envelhecimento acelerado estão apresentados na Tabela 3. Cada resultado representa a média dos testes de 36 amostras, ou seja, 6 amostras de cada uma das 6 replicações.

A análise de variância através do teste F de Snedecor, ao nível de 5% de probabilidade de erro, para os valores de falha na madeira observados para os compensados com as diversas porcentagens de carga e para o compensado comercial, indicou haver diferenças significativas entre as médias do teste efetuado. Aplicou-se então o teste de Duncan, ao mesmo nível, para averiguar dentre quais destas médias se encontravam tais diferenças. Os resultados do teste de Duncan estão na Tabela 4.

Tabela 4: Comparações das médias de falha na madeira através do teste de Duncan.

CICLOS	CARGA (%)	MÉDIAS
0	15	98,78
0	20	97,07
2	20	96,10
2	15	87,39
0	2	83,98
2	Comercial	82,84
0	10	82,53
5	20	81,83
0	Comercial	79,39
10	20	77,07
5	Comercial	75,87
5	15	72,56
10	15	71,06
2	10	66,97
2	2	62,46
10	Comercial	55,12
25	20	54,42
5	2	50,98
5	10	42,67
25	15	41,52
25	Comercial	38,50
10	2	33,50
25	2	23,67
25	10	16,19
10	10	15,15

Médias ligadas pela mesma barra vertical não são significativamente diferentes ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados da Tabela 3 demonstram que na faixa testada o aumento da quantidade de pó de virola leva a significativas elevações da falha na madeira nos testes de cisalhamento, realizados nas diversas condições, indicando que a ação da carga é necessária para um melhor desempenho da colagem. Observa-se na Tabela 4 que o primeiro grupo, cujas porcentagens de falha na madeira não diferem significativamente, é formado em grande parte, pelos adesivos com maior porcentagem de carga, como é o caso do adesivo com 20% de pó de virola, que tem resultados para o teste de cisalhamento

Tabela 3: Resultados do teste de Cisalhamento

FORMULAÇÕES	CICLOS DE ENVELHECIMENTO									
	0		2		5		10		25	
	TENSÃO DE RUP TURA (Kg/cm ²)	FALHA NA MADEIRA (%)	TENSÃO DE RUP TURA (Kg/cm ²)	FALHA NA MADEIRA (%)	TENSÃO DE RUP TURA (Kg/cm ²)	FALHA NA MADEIRA (%)	TENSÃO DE RUP TURA (%)	FALHA NA MADEIRA (%)	TENSÃO DE RUP TURA (Kg/cm ²)	FALHA NA MADEIRA (%)
F-2	21,28	83,98	17,08	62,46	14,22	50,98	13,01	32,50	10,17	23,67
F-10	24,34	82,53	18,32	66,97	15,52	42,67	14,34	15,15	10,58	16,19
F-15	19,56	98,78	15,62	87,39	16,99	72,56	14,46	71,06	10,71	41,52
F-20	19,83	97,07	15,85	96,10	15,35	81,83	13,89	77,07	11,76	54,42
Comercial	18,30	79,39	16,25	82,84	16,07	75,87	11,84	55,12	13,38	38,50

to em quatro condições (natural, 2, 5 e 10 ciclos de envelhecimento) classificados neste primeiro grupo, o que prova a sua boa qualidade, pois mesmo com a progressão do envelhecimento acelerado, apresentou resultados similares.

O adesivo com 15% de carga apresentou a mais alta média para a falha na madeira e está representado por dois resultados no primeiro grupo (condição natural e 2 ciclos), cujas médias não diferem significativamente. O compensado comercial teve três resultados neste primeiro grupo (condição natural 2 e 5 ciclos) e os demais adesivos com 2 e 10% de carga apresentaram um único resultado (condição natural) neste grupo.

As regressões lineares dos resultados dos testes de cisalhamento (% de falha na madeira) em relação à variável independente (quantidade da carga), realizadas separadamente para as diferentes condições de teste, indicam que na faixa testada há uma relação linear entre a porcentagem de falha na madeira e a quantidade de carga. O modelo linear com uma variável independente não explica mais que 70% da variabilidade observada para a falha na madeira, confirmando que no teste de cisalhamento diversas variáveis não incluídas no modelo, tais como a variação intrínseca das amostras de madeira e irregularidades na superfície das lâminas originadas na sua preparação, influem substancialmente nos resultados observados. Estes resultados estão apresentados na Figura 1.

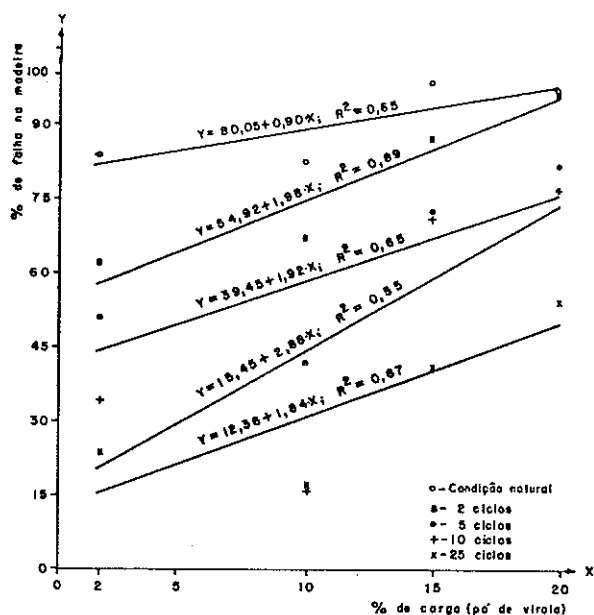


Figura 1: Curvas do modelo regressivo (Linear simples) entre % de falha na madeira (Y) e % de carga (X).

O aumento da falha na madeira (melhor desempenho da cola), à medida que se aumenta a quantidade de pó de virola, não surpreende, pois a ação da carga no sentido de manter a resina na superfície das lâminas, evitando penetração excessiva e o desperdício de cola pelas bordas ("squeeze-out"), e mais completa cobertura de irregularidades e poros, indubitavelmente proporciona um melhor desempenho às formulações com maior quantidade de carga.

Por outro lado, os excelentes resultados nos níveis mais altos de carga (15 e 20% de pó de virola) não deixam de surpreender, pois as formulações das resinas foram ajustadas para conteúdos de sólidos similares, sendo que os aumentos na quantidade de carga levaram a uma diminuição percentual dos sólidos resinosos (polifenóis). A Tabela 2 mos

tra que a formulação com 21% de carga possui 43,78% de sólidos resinosos, enquanto que a formulação com 20% de carga apresenta apenas 37,54% de sólidos resinosos. A julgar pelo conhecimento acumulado na colagem de madeira com resinas fenólicas e uréicas, esperava-se que tal diferença de sólidos resinosos resultasse em desempenho substancialmente superior para as formulações com porcentagem mais elevada de sólidos resinosos, no entanto, os resultados mostram que o melhor desempenho foi alcançado com a formulação com maior nível de carga e, conseqüentemente, com menor porcentagem de sólidos resinosos.

Um exame detalhado dos corpos de prova após os testes de cisalhamento revelou que o aumento da carga foi determinante na diminuição da secagem ("dry-out") da resina. O aumento de pó de virola no sistema, afetou a quantidade de água livre, devido à alta higroscopicidade deste material. Outra hipótese que pode ser levantada para explicar o melhor desempenho das formulações com maior porcentagem de carga, é a possível reação dos grupos OH presentes na celulose do pó de virola reagindo com partes das cadeias poliméricas formadas pela reação dos polifenóis do tanino e o formaldeído. Esta possível interação pode ter atingido níveis significativos quando o teor de pó de virola elevou-se a 15-20%, possibilitando o estabelecimento de pontes entre segmentos de cadeias durante o processo de polimerização, elevando assim a resistência da colagem. Estes argumentos de interação química são, no entanto, de caráter especulativo, e sua possível comprovação depende da realização de experimentos especificamente delineados com este objetivo.

A Figura 2 ilustra para os diversos níveis de carga as porcentagens de falha na madeira obtidas nos testes em condição natural e após os ciclos de envelhecimento acelerado. Os resultados mostrados no gráfico indicam que a adição de carga a níveis de 15 e 20% aumenta substancialmente a durabilidade da colagem, avaliada aqui através dos testes após o envelhecimento acelerado. Enquanto as amostras das chapas manufaturadas com resinas nos níveis de 2 e 10% de carga apresentaram respectivamente, apenas 28 e 20% de falha na madeira obtida na condição natural nos testes após 25 ciclos de envelhecimento, as amostras das chapas com níveis de carga 15 e 20% retiveram, respectivamente, 42 e 56% dos valores obtidos em condição natural.

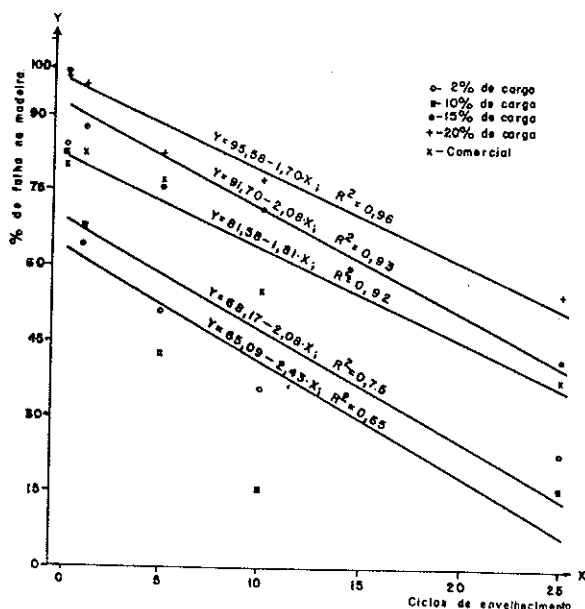


Figura 2: Curvas do modelo regressivo (linear simples) entre % de falha na madeira (Y) e ciclos de envelhecimento acelerado (X).

O compensado comercial apresentou-se inferior aos compensados das formulações com 15 e 20% de carga (Tabela 3 e 4, e Figura 2), em todas as condições testadas (natural, 2, 5, 10 e 25 ciclos). No teste após 25 ciclos de envelhecimento acelerado o compensado comercial reteve 48% da falha na madeira observada nos testes em condição natural, o que compara-se desfavoravelmente com os 56% retidos nas chapas com 20% de carga.

Outra importante observação a ser extraída deste trabalho é a necessidade de se proceder no mínimo 5 ciclos de envelhecimento antes do teste de cisalhamento, para conseguir-se dados mais confiáveis para se estimar a durabilidade da colagem. Os testes em condição natural, e mesmo após 2 ciclos, revelaram diferenças (entre as diversas formulações) de muito menor magnitude do que os testes efetuados após 5, 10 e 25 ciclos. Em recente trabalho, Wilkie e Wellons (6) correlacionaram através de regressões lineares os resultados de testes após diversos ciclos de envelhecimento com os resultados de testes efetuados em amostras previamente submetidas a 12 meses de exposição em ambiente exterior. A análise revelou que os resultados de colagens submetidas a um período de 12 meses de exposição exterior, só poderiam ser previstos submetendo o material a pelo menos 5 ciclos de cozimento/secagem (envelhecimento acelerado), antes do teste de cisalhamento.

A Tabela 5 mostra o custo dos adesivos tanino-formaldeído em função da porcentagem de carga. As formulações que apresentam melhor desempenho técnico, 15 e 20% de carga, são também as que possuem menores preços, podendo ser produzidas a custos substancialmente inferiores à resina de fenol-formaldeído, mesmo quando esta está com extensão ao nível de 20%, e custo apenas 10% superior em relação à resina uréica com 100% de extensão.

Tabela 5: Custos comparativos das colas de tanino com as colas comerciais fenólicas e uréicas.*

Custo por Kg (Cr\$)	C O L A S					
	F-2	F-10	F-15	F-20	FENÓLICA**	URÉICA***
	41,00	38,00	37,00	36,00	70,00	33,00

* Preços de agosto/81

** Cola estendida com 20% de farinha de trigo

*** Cola estendida com 100% da farinha de trigo

4. CONCLUSÃO

Fica comprovado neste trabalho que a introdução de porcentagens mais elevadas de carga ligno-celulósica (pó de virola), até 20%, nos adesivos à base de tanino-formaldeído, melhora a colagem, como pode ser observado nos resultados de falha na madeira para as formulações com 15 e 20% de pó de virola, que foram superiores aos resultados das formulações com 2 e 10%.

Em termos econômicos, o aumento da porcentagem de carga e a conseqüente redução relativa de tanino na formulação, torna o adesivo tanino-formaldeído mais competitivo quando comparado às resinas petroquímicas atualmente em uso.

Os excelentes resultados obtidos com as formulações F-15 e F-20, indicam que elas são perfeitamente adequadas para a produção de compensado com qualidade similar ou superior ao comercializado no mercado para uso exterior. Para maior flexibilidade na indústria, no manuseio do adesivo, as formulações com 15 e 20% de carga, poderão sofrer uma pequena diluição dos seus sólidos, para diminuir a viscosidade inicial.

5. LITERATURA CITADA

1. COPPENS, H. A., M. A. E. Santana e F. Pastore Jr. 1980. Tannin Formaldehyde adhesive for exterior-grade plywood and particleboard manufacture. Forest Prod. J. 30 (4): 38-42.
2. NATIONAL BUREAU OF STANDARDS. 1974. U.S. Product Standard (PS 1-74) for construction and industrial plywood. Washington, D. C. August. 32 pp.
3. ROBERTSON, Joe E., e R. R. Phil Robertson. 1979. Fillers and extenders in plywood production - U.S. and foreign practices. Forest Prod. J. 29 (6): 15-21.
4. SANTANA, M. A. E., H. A. Coppens, F. Pastore Jr., e R. M. Nakamura. 1979. Adesivo de tanino-formaldeído para a fabricação de compensado e aglomerado para uso interior e exterior. DPq - Série Técnica n° 2 IBDF.
5. SCHARFETTER, H., A. Pizzi, and D. du T. Rossouw. 1977. Some new ideas on tannin adhesives for wood. Presented at the IUFRO meeting of Processing Subject Group, Oct. 1977, Merida, Venezuela. 11 p.
6. WILKIE, G. R. Jr., and J. D. Wellons. 1978. Accelerated aging methods for exterior plywood faced with southeast asian hardwood veneers. Forest Prod. J. 28 (7): 34:40.

Aproveitamento dos Resíduos de Sisal

CLAUDIO HELENO FERNANDES DOS SANTOS
Cia. de Celulose da Bahia

Summary

For the last two years or so, Cia de Celulose da Bahia has been systematically studying the best ways to use the residues from the sisal fiber extraction process.

The inicial results from the study of dry residues uses, as an energy feedstock in place of fuel oil, served to stimulate and intensify these studies.

Various tests were performed during the course of 1981 on both pilot and industrial scales with the pre-drying, drying, compacting and burning of residues. The results of these tests clearly demonstrates that the use of residues as an energy feedstock is technically viable.

Resumo

A COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA, há aproximadamente dois anos, vem estudando sistematicamente o aproveitamento dos resíduos gerados no processo extrativo da fibra de sisal.

Os resultados obtidos inicialmente no estudo do aproveitamento dos resíduos secos, como insumo energético substituto do óleo combustível, motivaram a continuação e intensificação das pesquisas.

No decorrer de 1981, foram realizados diversos testes em escala piloto e industrial da pré-secagem, secagem, compactação e queima dos resíduos, cujos resultados viabilizaram, tecnicamente, a utilização dos resíduos como insumo energético.

INTRODUÇÃO

A CCB produz celulose a partir de fibras de sisal. O sisal, como é comumente conhecida a Agave Sisalana Perrine, é uma planta originária do México, requerendo, para o seu desenvolvimento, clima quente e grande luminosidade. Sua resistência às estiagens prolongadas a transformou na melhor opção de plantio para as regiões semi-áridas do Nordeste.

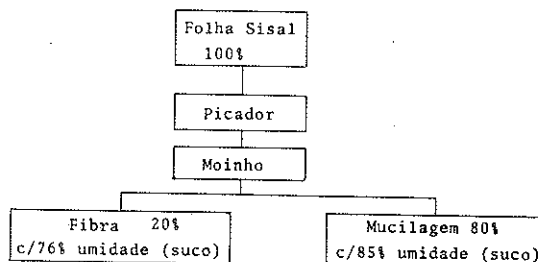
Para atender às necessidades de matéria-prima da fábrica, a CCB possui cerca de 34.000 hectares de terras próprias destinadas ao cultivo de sisal, bem como, terras arrendadas e contratos de extensão rural com plantadores de sisal.

Em outubro de 1980, foi criado pela diretoria da CCB, o Grupo Tarefa-Projeto Fibra, para dar continuidade às pesquisas, desenvolvimentos e implantações dos sistemas de colheita, beneficiamento e transporte de sisal, para o abastecimento de matéria-prima à fábrica de celulose, localizada em Camaçari.

Em decorrência da dependência da fábrica ao fornecimento de óleo combustível para queima na caldeira de força e forno de cal, decidiu-se pela inclusão, no escopo do trabalho do Projeto Fibra, do estudo de alternativas para aproveitamento dos resíduos de sisal como insumo energético. Este estudo, abrange, também, num segundo plano de prioridade, o aproveitamento dos subprodutos na indústria farmacêutica, química e alimentícia.

DESENVOLVIMENTO

No processo extrativo da fibra de sisal em usinas fixas, a folha de sisal é picada em cavacos e desfibrada em moinhos do tipo mar telo, obtendo-se fibra e resíduos a 76% e 85% de umidade, respectivamente.



Como se pode observar, apenas uma pequena parte da folha é aproveitada para fabricação de celulose. A grande quantidade de resíduos gerada no processo extrativo é atualmente retornada à cultura como adubo orgânico.

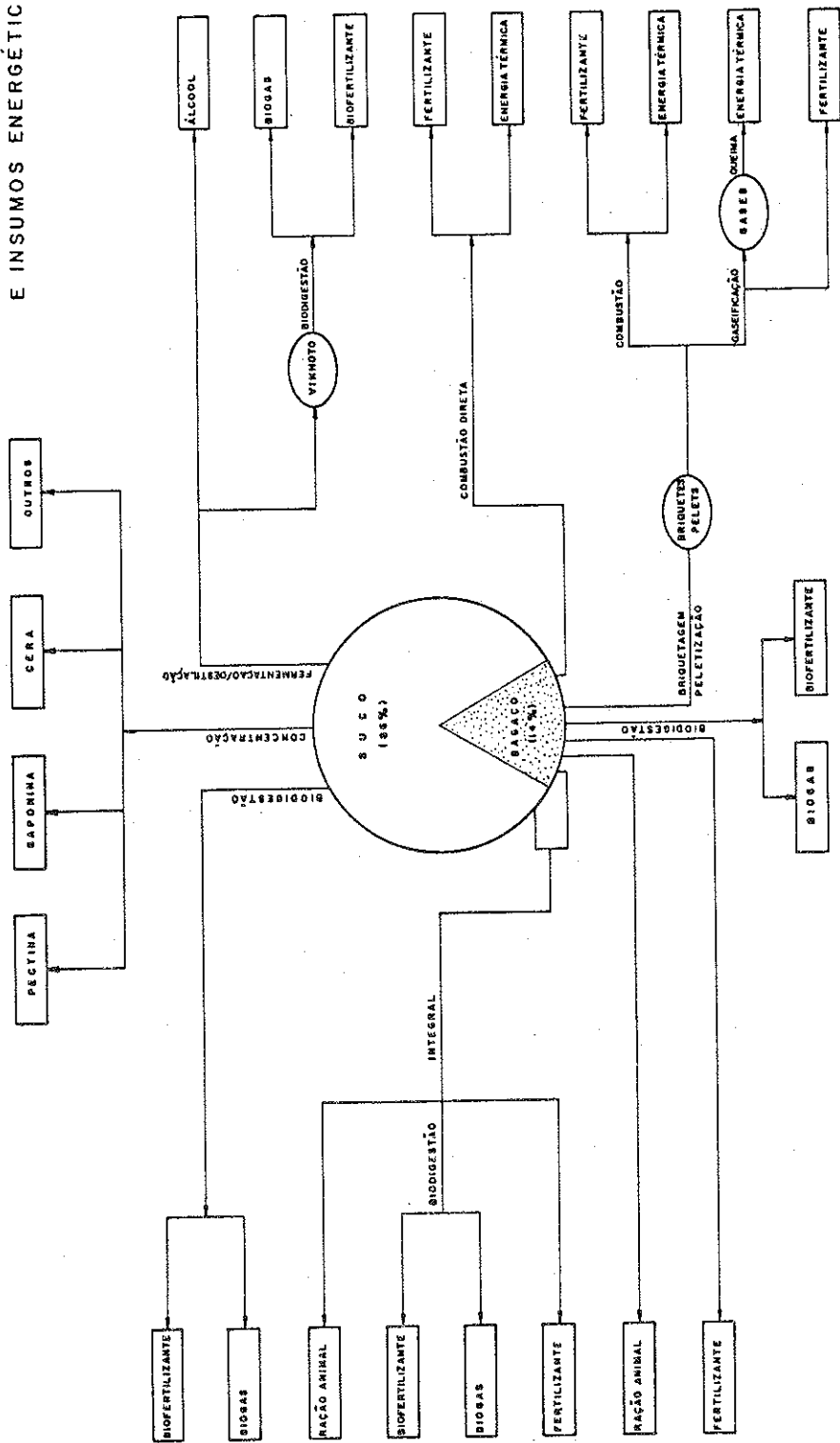
O aproveitamento desses resíduos do sisal como insumo energético é motivado pelos seguintes fatores:

- serem produzidos em larga escala e em pontos concentrados, facilitando, desta forma, o seu processamento e estocagem;
- custo inicial nulo, uma vez que todo o custo de transporte e processamento da folha é debitado ao custo da fibra;
- serem obtidos após o moinho desfibrador, já desagregados;
- apresentarem poder calorífico equivalente ao da madeira.

Análises realizadas pelo CEPED e I.P.T. revelaram os seguintes dados sobre a composição dos resíduos:

Carbono (C)	49,0%
Hidrogênio (H ₂)	7,0%
Oxigênio (O ₂)	33,0%
Água	0,0%
Cinzas	11,0%
Poder calorífico superior	4.346 Kcal/Kg

RESÍDUOS DE SISAL
 COMO FONTE DE PRODUTOS
 E INSUMOS ENERGÉTICOS.



ANEXO I

ALTERNATIVAS

Até o momento, as alternativas para o aproveitamento dos resíduos de sisal, em estudo pela CCB, estão apresentados no Anexo I.

Visando a obtenção de uma fonte de energia de baixo custo e em quantidade suficiente para ser utilizada na secagem da fibra e/ou na substituição do óleo combustível consumido na fábrica em Camaçari, foram, inicialmente, considerados 3 processos de conversão energética: a biodigestão, a gaseificação e a queima direta de resíduos.

No decorrer dos estudos, foram mantidos diversos contatos com centros de pesquisa e fornecedores de equipamentos, realizando-se testes em escala industrial e de laboratório.

Os principais resultados obtidos:

a) BIODIGESTÃO

No processo de biodigestão, a perspectiva de aproveitamento dos resíduos para geração de biogás e bio-fertilizante apresentava-se com o principal atrativo.

Pensou-se, de início, em utilizar o biogás para a secagem noturna da fibra de sisal disposta em estufas solares com convecção forçada. Durante o dia, a fibra seria seca via energia solar, aproveitando-se as excepcionais condições de insolação da região. À noite, o ganho de entalpia do ar seria obtido através de queima do biogás e a mistura deste ao ar insuflado sob o leito de secagem. Durante o dia, o biogás seria facilmente utilizado para secagem e alimentação de motores estacionários, fogões e eventualmente em pequenos veículos.

O investimento necessário à construção das estufas solares e bio-digestores em dimensões compatíveis com as necessidades do projeto, aliado às dificuldades tecnológicas para instalações deste porte, afastaram a possibilidade de utilização deste processo.

b) GASEIFICAÇÃO

A gaseificação dos resíduos para obtenção de gás pobre também foi pesquisada. Diversos testes foram realizados em diferentes tipos de gaseificadores, utilizando-se os resíduos de sisal na forma de briquetes. Os resultados demonstraram que, para a efetiva aplicação deste processo, algumas alterações nos gaseificadores disponíveis se fazem necessárias, a fim de adequá-los às características específicas dos resíduos de sisal, notadamente o teor e a temperatura de fusão das cinzas.

c) QUEIMA DIRETA

Os melhores resultados, obtidos nos testes de conversão energética dos resíduos, foram conseguidos no processo de queima direta em fornalha.

Este processo, bastante difundido e com tecnologia dominada, apresentou-se como o mais atraente para o aproveitamento dos resíduos, devido à sua rusticidade, facilidade de operação e custo operacional competitivo.

Como resultado dos estudos e testes realizados, chegou-se a um sistema básico de aproveitamento dos resíduos de sisal como insulamento energético, cujo fluxograma do processo encontra-se delineado no Anexo II.

Principais Características desse Sistema:

Disponibilidade de resíduos	: 1.600 t/d a 85% de umidade
Produto acabado	: 221,6 t/d pellets com 15% umidade
Potência instalada	: 600 c.v.
Consumo de resíduos no processo	: 22% do total
Investimento estimado	: Cr\$300.000.000,00
Horas de operação	: 22 h/d

CONSIDERAÇÕES

Devido à necessidade de se transportar os resíduos desde as fazendas até a fábrica de celulose, localizada em Camaçari, torna-se economicamente importante a compactação dos resíduos, objetivando a redução dos custos de transporte e estocagem. Os processos de compactação aplicáveis e conhecidos, tais como peletização e briquetagem, exigem que os resíduos tenham um teor máximo de umidade da ordem de 15%.

O teor de umidade influencia no poder calorífico, que é um dos principais condicionantes no processo de viabilização dos resíduos como insulamento energético. O poder calorífico é parâmetro básico para o dimensionamento do sistema de combustão, e suas variações se refletem no investimento inicial do sistema de secagem. Quanto mais baixo o teor de umidade exigido, mais elevado será o investimento necessário para o sistema de secagem.

Para a pré-secagem dos resíduos desde a umidade inicial (85%) até 50%, optou-se pela utilização de prensas desaguadoras. Não obstante a vantagem apresentada, redução em 70% do peso do resíduo com baixo consumo de energia, verificou-se que as prensas desenhadas são de pequena capacidade. Desta forma, são requeridas diversas prensas para atender ao processo, não se obtendo vantagem de economia de escala. No momento, estão sendo realizadas pesquisa e desenvolvimento de prensas de maior capacidade, com performance igual ou superior às existentes.

No processo de secagem térmica, prevê-se a otimização do sistema, com a finalidade de conseguir maior eficiência, reduzindo o percentual de resíduos consumidos no próprio processo. Esta redução do consumo de resíduos pode ser obtida empregando-se o biogás para queima e geração de gás quente. Os estudos que vêm sendo desenvolvidos com o I.P.T. para caracterização do suco de sisal, no processo de bio-digestão e aplicação no sistema "UP-FLOW", apresentaram resultados animadores, com rendimento de 38 litros de biogás, com cerca de 85% do metano por litro de suco de sisal. Este rendimento, aliado às características do sistema "UP-FLOW", que requer investimentos substancialmente inferiores ao sistema tradicional de construção de bio-digestores, poderá até eliminar o consumo de resíduos no processo, simplificando o sistema de combustão. Além disto, há a vantagem adicional de gerar bio-fertilizante, para aplicação à cultura, eliminando a fermentação aeróbica do suco, que favorece o aparecimento de moscas e outros insetos indesejáveis.

CONCLUSÃO

A CCB estará certamente dando um largo passo, ao substituir o óleo combustível consumido na fábrica de celulose por resíduos de sisal, obtidos e processados em suas próprias fazendas. Esta ação, além do atendimento ao apelo governamental de substituição dos energéticos importados, abrindo campo para o aproveitamento de sub-produtos, a exemplo do que é feito no México e alguns países africanos, utilizando-os como insumos para a indústria química, farmacêutica e alimentícia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. G. W. LOCK - Sisal, Thirty Years Sisal Research in Tanzania - Longmans - 1968
2. JÚLIO CESAR MEDINA - O Sisal - Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo - 1954
3. ANTONIO R. M. SERRA e SILVIO F. DA SILVA - Cultura do Sisal - Ministério da Agricultura - 1952

Estudo Comparativo da Produção de Biomassa para Energia entre 23 Espécies Florestais

LUIZ BENEDITO XAVIER DA SILVA
FREDERICO REICHMANN NETO
Cia. Paranaense de Energia — COPEL
IVAN TOMASELLI
Universidade Federal do Paraná — UFPR

Summary

This work is the integration of the studies of volume growth of 23 species located in the reforestation areas of Companhia Paranaense de Energia COPEL and of the energy use of the wood in the fifth years of growth. The averages of caloric potential, if considered in isolation, undergo a slight variation however, when they are influenced by volume data, they are statistically different, with special mention given to three species with averages above that of the rest of the group.

Resumo

Esse trabalho é a integração dos estudos de crescimento em volume de 23 espécies dos reflorestamentos da Companhia Paranaense de Energia - COPEL e de aproveitamento energético das suas madeiras no 5º ano de crescimento. As médias do poder calorífico entre as espécies, se consideradas isoladamente sofrem uma pequena variação, porém quando são influenciadas pelos dados de volume são estatisticamente diferentes, sobressaindo em grupo de três espécies com médias superiores às demais.

INTRODUÇÃO

Apesar da diversidade de espécies catalogadas nas florestas brasileiras, constata-se uma dependência exagerada da silvicultura introduzida dos gêneros Pinus e Eucalyptus. Procurando novas alternativas, principalmente para o reflorestamento ciliar a reservatórios hidrelétricos, a Companhia Paranaense de Energia - COPEL - desde 1972, desenvolve estudos com espécies desprezadas pelo setor florestal devido ao seu descolhamento silvicultural.

A princípio essas pesquisas não visavam o aproveitamento econômico das espécies, porém como a partir de 1980 a COPEL recebeu a incumbência de apresentar novas alternativas energéticas para o Paraná e contando com auxílio do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná, através do seu Departamento de Engenharia e Tecnologia Rurais, analisou o potencial energético de 23 espécies com 5 anos de idade dos talhões florestais da Hidrelétrica Júlio de Mesquita Filho (Foz do Chopim).

Assim sendo o presente trabalho sintetiza dois estudos integrados, o primeiro que compara o crescimento em volume por hectare das espécies selecionadas e o segundo relata a capacidade de produção energética (em M Kcal/hectare/ano) utilizando os dados do poder calorífico da madeira, inter-relacionados com os seus volumes. Desta forma, pode-se ressaltar que é um trabalho pioneiro calcado em números obtidos no campo e complementado com estudos de laboratório.

Salienta-se que trata-se do início de um trabalho, que englobará ainda estudos a respeito da produção e qualidade de do carvão destas espécies, assim como o aproveitamento

energético da casca e dos finos (copa das árvores), além da influência da umidade relativa no poder calorífico das madeiras consideradas em vários estágios de secagem.

MATERIAL E MÉTODOS

MATERIAL

- **LOCALIZAÇÃO** - A Usina Júlio de Mesquita Filho mais conhecida como Foz do Chopim, localiza-se no sudoeste paranaense, Município de Dois Vizinhos, a 25º 37' 30" de latitude sul e 53º 04' 30" de longitude oeste. Sua distância aproximada de Curitiba é de 500 km, pela Br 277.

- **RELEVO E SOLO** - O terreno apresenta-se de maneira geral em todos os arboretos, com relevo normal a levemente ondulado, com algumas ocorrências de pedras soltas. As análises realizadas acusaram pH com acidez fraca e média, teores de alumínio entre 0.1 a 0.7 e boa permeabilidade, mesmo nas áreas mais compactadas.

- **CLIMA** - Segundo o sistema de Köppen em sua classificação genérica, pertence ao tipo Cfa. zona subtropical úmida, mata pluvial com ocorrência de Araucária angustifolia acima dos 500 m de altitude e incidência de geadas periódicas noturnas de 0 a 3 anuais.

Todavia o local em apreço face a proximidade de dois grandes rios (Iguaçu e Chopim) apresenta peculiaridade de "micro-clima" gerando condições especiais onde as geadas são raríssimas (10 em 10 anos) e de fraca intensidade, com inverno curto. As últimas médias anuais determinam a temperatura média anual de 19º C e a precipitação média anual entre 1.500mm e 1.800mm.

- **PRODUÇÃO DE MUDAS** - As mudas foram produzidas nos viveiros locais através sementeira e reprodução vegetativa com material regional ou proveniente de outros Estados.

- **INSTALAÇÕES DOS SETORES** - Cada área ocupada com pesquisa é denominada de setor, e cada novo setor implantado, uma vez preparado o terreno (aração e gradeação), é subdividido em talhões que recebem as espécies definidas pelo delineamento experimental escolhido. Procura-se instalar talhões com dimensões discretas, variáveis de 200 a 1.500 mudas, cada qual com número suficiente de exemplares que permitam confiabilidade nas análises estatísticas atuais e futuras, quando os estudos de manejo das espécies exigirem ensaios de debastes, e os ensaios com finalidades de estudos tecnológicos exigirem derrubadas subsequentes e periódicas.

MÉTODOS

SELEÇÃO DAS ESPÉCIES - Visando atingir o objetivo de com parar produção de biomassa com fins energéticos selecionou-se 23 essências florestais dentre os arboretos puros mais antigos, segundo critérios pré-estabelecidos a saber:

- Escolher algumas espécies de acordo com referências bibliográficas face ao seu conhecido potencial energético (densidade básica), independentemente do volume ou velocidade de crescimento. Este critério norteou a escolha das piptadenias e outras de crescimento lento.

- Escolher algumas espécies com bom desenvolvimento volumétrico, independente de suas potencialidades energéticas. Este critério norteou a seleção de essências com madeira de baixa densidade como o guapuruvú, gmelina, kiri, boleira e outras de crescimento rápido.

- Escolher algumas espécies com potencialidade energética e de crescimento rápido, comumente empregadas por estudos nesta linha de pesquisa, como os eucalyptus, pinus, bracinga, acácia negra entre outras.

- Escolher, segundo observações de campo, algumas espécies não consideradas nos critérios anteriores, que supunhasse, pudessem trazer novos dados e enriquecer os conhecimentos do estudo da biomassa para energia. Neste caso, testou-se o cinamomo, casuarina, araribã, tipuana entre outras.

- As espécies selecionadas deveriam pertencer à arboretos com o mesmo delineamento experimental, de forma a homogeneizar-se as comparações.

DELINEAMENTO EXPERIMENTAL - O sistema de amostragem utilizado no levantamento anual para cada talhão, foi o de amostragem casualizada ou aleatória, através do qual, promoveu-se o sorteio das unidades de amostras em cada arboreto. Face ao caráter sistemático de medições as unidades de amostras locadas aleatoriamente passaram a denominação de "parcelas permanentes". Nas análises comparativas as espécies constituem os tratamentos (23) e as "parcelas permanentes" os blocos (3).

- Tamanhos das parcelas permanentes - cada unidade foi dimensionada não em função da área, mas por um número igual de árvores nas parcelas, fixo para todas as unidades amostrais dos demais talhões.

- Forma das parcelas permanentes - A forma escolhida foi a retangular com três (3) filas de seis (6) árvores, totalizando salvo as falhas (mortalidade), um potencial de dezoito (18) exemplares por parcela. O sentido norte/sul por ser coincidente com o domínio do nível do terreno, foi o escolhido para locação das unidades de amostra.

- Distribuição das parcelas permanentes - Para cada arboreto ou espécie, foram distribuídas casualmente três (3) parcelas, cada qual com dezoito (18) árvores, totalizando um potencial de cinquenta e quatro (54) exemplares representativos por talhão, os quais sofrem avaliações dendrométricas periódicas, acompanhadas de análises estatísticas.

OBTENÇÃO DOS VOLUMES - Para todas as 23 espécies selecionadas avaliou-se o volume total do tronco com casca no quinto ano, desconsiderando-se a massa dos ramos, galhos e folhas.

Considerando-se a inexistência de equações volumétricas específicas, utilizou-se fórmula tradicional de uso genérico com entrada de altura total e DAP, acrescidos dados de fatores de forma e índices de mortalidade.

Para cada espécie em cada uma de suas parcelas permanentes, o volume foi obtido através o somatório dos volumes in-

dividuais com casca, e extrapolado por unidade de área, no caso o hectare.

ESTUDOS DE ENERGIA

- **Coleta de material** - O material para este estudo foi coletado de acordo com as recomendações da COPANT (Comissão Pan Americana de Normas Técnicas).

Para cada uma das espécies estudadas foram tomadas cinco árvores ao acaso. Estas árvores foram derrubadas e traçadas em toretes de 1 metro de comprimento, sendo sorteado um torete por árvore, totalizando cinco para cada espécie. Os toretes foram levados ao Laboratório de Tecnologia da Madeira do Curso de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Paraná. De cada torete retirou-se dois discos das extremidades para serem utilizadas na determinação do teor de umidade verde e da densidade básica. Na mesma operação retirou-se material para a obtenção do poder calorífico.

- **Determinação do Teor de Umidade, Densidade Básica e Poder Calorífico** - O teor de umidade e a densidade básica foram determinados com o mesmo material, ou seja os discos coletados nas extremidades dos toretes.

Para a obtenção da densidade básica determinou-se o volume através do método de pesagem (peso do líquido deslocado). A secagem foi conduzida em estufa a $103\pm 2\text{ }^\circ\text{C}$, obtendo-se o peso seco de material por volume verde em g/cm^3 . O teor de umidade foi determinado pelo método de pesagem.

O material destinado à determinação do poder calorífico transformado em serragem, foi submetido inicialmente à secagem em câmara regulada para uma temperatura de $200\text{ }^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 65%, obtendo-se o poder calorífico em uma umidade de equilíbrio de 12%. Considerou-se separadamente a madeira e a casca.

RESULTADO E DISCUSSÕES

SILVICULTURAIS

Nos resultados relativos ao cálculo de volume/espécie/ha no 5º ano, mostrados no Quadro nº 01 onde estão também relacionadas as espécies, suas denominações botânicas e dados complementares auxiliares, devem ser observados alguns aspectos.

Os volumes que representam a média de 3 parcelas (blocos ou repetições) por espécie, tiveram considerados para seu cálculo, as respectivas taxas de mortalidade e fatores de forma, estes obtidos através dados de campo e processados segundo Smalian, apresentam-se baixos na maioria dos casos, o que é comum em se tratando de estudos sobre povoamentos homogêneos jovens.

Embora não se tenha elaborado a análise de variância para os volumes, verifica-se que algumas espécies como a acácia negra, *Eucalyptus viminalis*, casuarina, bracinga, grevillea e *Pinus elliotii* destacam-se sobre as demais em termos de produção de biomassa.

Baseado em observações visuais de ensaios com algumas destas espécies em solos compactados, pode-se afirmar que a rusticidade é característica inerente ao eucalyptus, acácia negra, bracinga e pinus que são pouco afetados em seus desenvolvimentos, o que já não ocorre com o cinamomo, grevillea, casuarina, araribã e outras, com tendência ao atrofismo e portanto mais exigentes em termos de qualidade do solo.

QUADRO Nº 01 : "Espécies selecionadas, volumes médios aos 5 anos e dados complementares"
 (* médias de 3 parcelas permanentes/espécie)

DADOS BOTÂNICOS			VOLUME MÉDIO		DADOS COMPLEMENTARES			
NOME COMUM	NOME CIENTIFICO	FAMILIA	(m ³ /ha)	IDADE 5 ANOS	CARACT. SOLO	DADOS GERAIS	F. F.	
					PH TIPO ESP. (m)	% MORT. Nº ARV./ha		
Acácia negra	<i>Acacia decurrens</i> Widd.	Mimosaceae	178,3037		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	11,11	2222	0,49
Alamo	<i>Populus nigra</i> L.	Salicaceae	105,6708		Ac. Lev. Arg. 1,5x1,5	51,85	2140	0,42
Angico pau.	<i>Piptadenia paniculata</i> Burkart	Mimosaceae	73,3939		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	1,85	2454	0,58
Angico preto	<i>Anadenanthera peregrina</i> Lneu	Mimosaceae	11,1292		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	0	2500	0,56
Angico verde.	<i>Parapiptadenia rigida</i> Benthom	Mimosaceae	8,5894		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	37,04	1574	0,41
Araribê rosa	<i>Centropodium tomentosum</i> Guill.	Fabaceae	72,1508		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	0	2500	0,45
Aracápe preta	<i>Asplenium ununduava</i> R. All. Engl.	Anacardiaceae	17,8990		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	1,85	2454	0,77
Baleite	<i>Jouansea princeps</i> Vell.	Euphorbiaceae	55,1007		Ac. Med. Arg. 2,0x3,0	18,52	1358	0,51
Braebatinga	<i>Mimosa scabrella</i> Benthom	Mimosaceae	128,2207		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	8,33	2292	0,51
Canafistula	<i>Peltophorum dubium</i> Spreng. Toub.	Caesalpinaceae	47,0202		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	29,63	1759	0,47
Casuarina	<i>Casuarina equisetifolia</i> L.	Casuarinaceae	159,2802		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	1,85	2454	0,37
Cinamomo	<i>Melia azedarach</i> L.	Meliaceae	77,0318		Ac. Lev. Arg. 3,0x3,0	13,33	963	0,40
Criptomeria	<i>Criptomeria japonica</i> D. Don.	Taxodiaceae	87,2642		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	27,78	1806	0,49
Cupressus	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Cupressaceae	111,4566		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	11,11	2222	0,50
Euc. cinerea	<i>Eucalyptus cinerea</i> Fr. Moell	Mirtaceae	45,6557		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	16,67	2083	0,52
Euc. viminalis	<i>Eucalyptus viminalis</i> Labill	Mirtaceae	148,6339		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	44,44	1389	0,39
Gmelina	<i>Gmelina arborea</i>		81,0834		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	14,81	2130	0,58
Grevillea	<i>Grevillea robusta</i> Comm.	Proteaceae	114,9966		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	1,85	2454	0,65
Guspuruvi	<i>Schizolobium parahyba</i> (Vell) Blake	Caesalpinaceae	65,0964		Ac. Lev. Arg. 3,0x3,0	29,63	782	0,42
Kiri	<i>Paulownia tomentosa</i> Steud.	Grothulariaceae	55,7608		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	7,41	2315	0,46
Pau Jacaré	<i>Piptadenia communis</i> Benth.	Mimosaceae	21,4204		Ac. Med. Arg. 2,0x2,0	18,52	2037	0,42
P. ellipticifolii	<i>Pinus ellipticifolii</i> Engelm.	Pinaceae	126,5449		Ac. Lev. Arg. 2,0x2,0	5,56	2361	0,50
Tipuana	<i>Tipuana tipu</i> (Benth) O. Kuntze	Fabaceae	78,9237		Ac. Med. Arg. 2,0x3,0	0	1667	0,38

A obtenção de sementes em escala comercial para várias destas espécies selecionadas exceto o gênero Pinus e Eucalyptus, deve merecer a devida atenção, pois embora várias destas produzam bem, há que selecionar-se regionalmente as árvores matrizes e partir daí para a formação de um banco de sementes tornando-as competitivas àquelas tradicionalmente usadas.

ENERGÉTICOS

Os resultados obtidos são apresentados no Quadro nº 02.

Para fins de obtenção da quantidade de energia que cada uma das espécies tem capacidade de produzir por ano e por unidade de área, considerou-se somente o poder calorífico da madeira, uma vez que não foram coletados dados de porcentagem de casca em cada uma das espécies.

Como já mencionado, o poder calorífico foi determinado para o material à 12% de umidade. Para a transformação do poder calorífico determinado a 12% no valor que apresentaria para o teor de umidade em que a árvore foi coletada, utilizou-se da equação desenvolvida para *Mimosa scabrella* por FARINHAQUE (1981). Acredita-se que, mesmo considerando-se diferentes espécies, o erro causado pela adoção desta sistemática é pequeno.

Observa-se que quando considerado o poder calorífico a 12% de umidade, isoladamente, existe uma pequena variação entre as espécies. Quando considerada a massa produzida por ano/unidade de área, baseada no volume obtido no levantamento realizado (Quadro nº 01) e a densidade básica do (Quadro nº 02), bem como o teor de umidade inicial da madeira, a situação muda drasticamente, e uma grande variação pode ser observada entre espécies quanto a capacidade de produção de energia (dada em M Kcal/ha ano).

Uma análise de variância em bloco foi conduzida para comparar as diversas espécies estudadas. Considerou-se as espécies como tratamento (23) e suas respectivas parcelas permanentes como repetições (3) ou blocos.

QUADRO Nº 03 : Análise de variância para as médias de capacidade de produção de energia.

FONTE DE VARIÇÃO	GL	SQ	MQ	F'
ENTRE	22	5.745.572.911	261.162.372	15,05
DENTRO	02	43.362.962	21.816.481	1,26
RESTIDUO	44	763.510.420	17.352.509	
TOTAL	68	6.552.446.293	300.331.362	16,31

QUADRO Nº 02 : Densidade Básica, Poder calorífico e capacidade de produção de energia das espécies estudadas (consideradas madeira verde).

ESPÉCIES	DENSIDADE BÁSICA		PODER CALORÍFICO (Kcal/Kg)		M Kcal/ha* ano	T.E.O.C** ha ano
	MADEIRA	CASCA	MADEIRA	CASCA		
Acácia negra	0,56	0,48	4550	4568	33,48	3,42
Alamo	0,34	0,26	4528	4619	6,75	0,69
Angico paniculata	0,47	0,37	5016	5093	12,72	1,29
Angico preto	0,68	0,48	4484	4166	3,86	0,39
Angico vermelho	0,54	0,48	5324	4815	1,81	0,18
Araribá resa	0,55	0,38	4339	4511	16,70	1,70
Aroeira preta	0,60	0,44	4582	4239	3,62	0,36
Bolaina	0,29	0,37	4296	3982	3,01	0,31
Bracatinga	0,51	0,55	4589	4862	18,12	1,85
Canafístula	0,53	0,45	4755	4362	8,46	0,86
Casuarina	0,57	0,55	4465	4370	28,39	2,90
Cinamomo	0,59	0,30	4568	4716	19,71	2,01
Criptomeria	0,30	0,30	4893	4608	5,82	0,60
Cupressus	0,37	0,32	4695	5189	10,76	1,10
Euc. cinerea	0,51	0,25	4653	4650	7,54	0,77
Euc. viminalis	0,57	0,39	4691	3495	32,77	3,34
Gmelina	0,36	0,20	4470	4436	6,95	0,71
Grevillea	0,50	0,47	4577	4954	16,75	1,71
Guapuruvú	0,27	0,46	4544	4687	4,05	0,41
Kiri	0,25	0,31	4464	5837	2,47	0,25
Pau jacarã	0,54	0,43	4667	4267	6,23	0,64
P. alliotii	0,38	0,28	4786	5947	13,09	1,34
Tipuana	0,50	0,32	4520	4511	17,40	1,78

* M Kcal/ha ano - 10⁶ Kcal/ha ano

** Tonelada equivalente óleo combustível

Observou-se que existe uma diferença significativa entre as espécies (95% de probabilidade).

O teste de TUKEY conduzido a posterior a apresentado no Quadro nº 04, mostrou que as três melhores espécies em termos de capacidade de produção de energia por ano/unidade de área, para as condições deste estudo são a acácia negra, Eucalyptus viminalis e casuarina. Podem ser ainda consideradas como espécies de bom potencial o cinamomo, bracatinga, tipuana, grevillea e araribã.

Deve ser observado que existem outros fatores que devem ser considerados tais como a viabilidade silvicultural, manejo do povoamento, e principalmente o fato de que para fins de volume considerou-se somente a parte correspondente ao fuste, desprezando-se o restante da biomassa que poderia ser também utilizada para a produção de energia.

Estes aspectos, bem como o efeito da estocagem visando do avaliar a influência da redução do teor de umidade (que

varia entre as espécies), será coberto em publicação mais abrangente que encontra-se em fase final de redação.

CONCLUSÃO

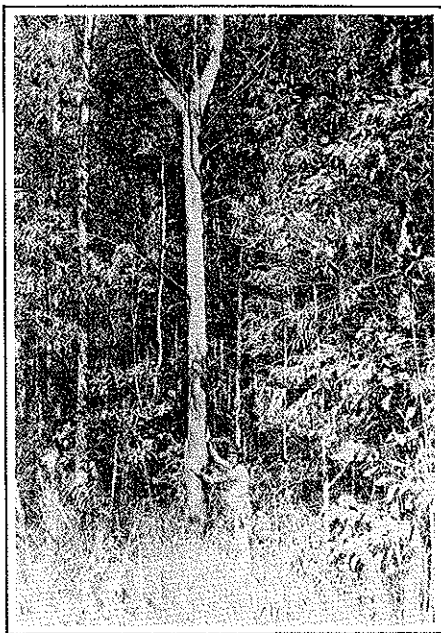
Baseando-se nos resultados obtidos observa-se que o poder calorífico entre espécies possui uma pequena variação.

Quando é considerada a capacidade de produção de energia, em termos de Kcal por unidade de área ou tonelada equivalente a óleo combustível (T.E.O.C.), existe uma grande variação entre espécies. Para as condições deste estudo, entre as 23 espécies avaliadas destacaram-se a acácia negra, Eucalyptus viminalis e casuarina.

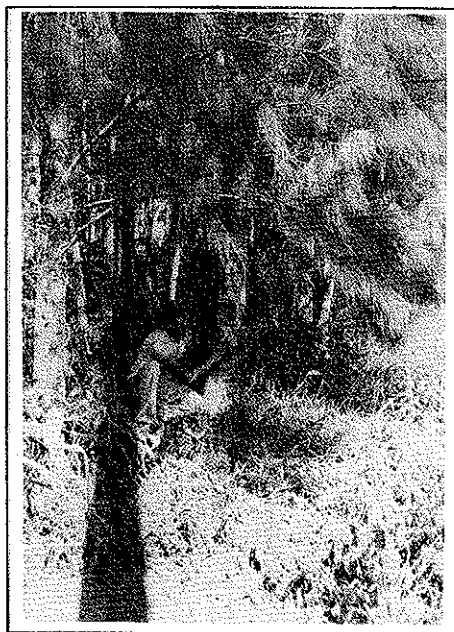
Novos estudos estão sendo conduzidos com relação ao efeito da perda de umidade quando da estocagem do material. Estes dados serão publicadas em breve, complementando as informações apresentadas neste trabalho.

APENDICE 1

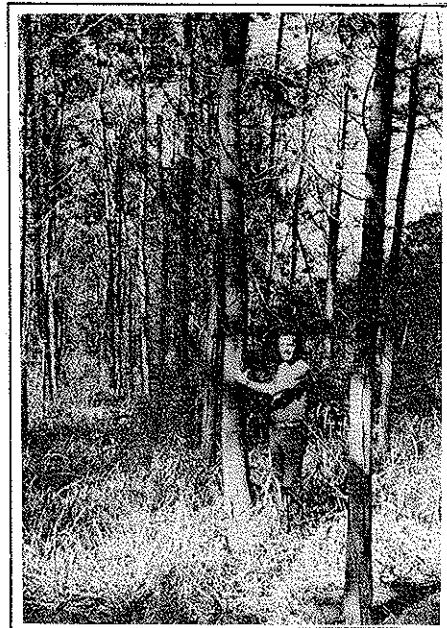
"Espécies que apresentaram melhores médias de capacidade de produção de energia.



Eucalyptus viminalis



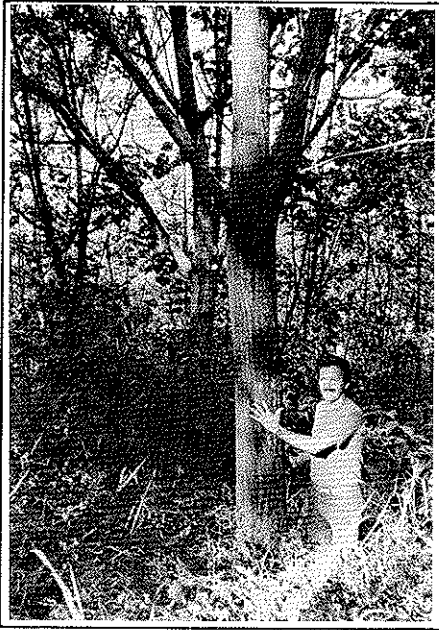
casuarina



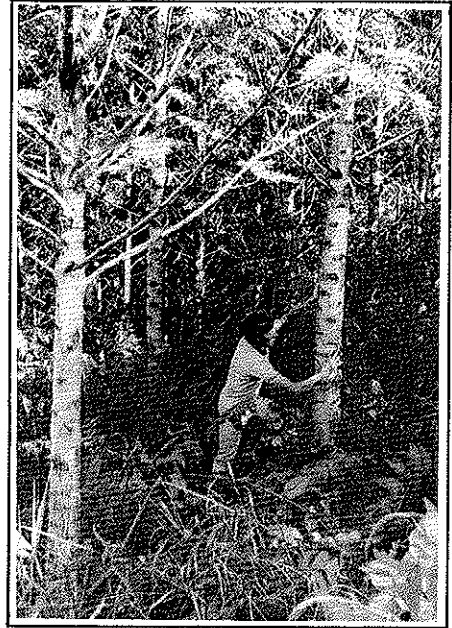
acácia negra

APÊNDICE 2

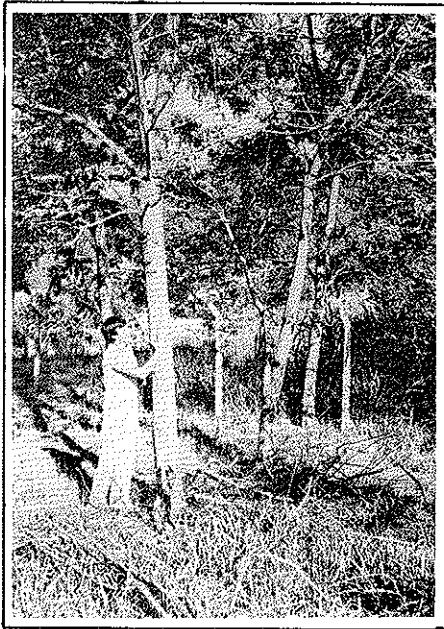
" Espécies com bom potencial de capacidade de produção de energia".



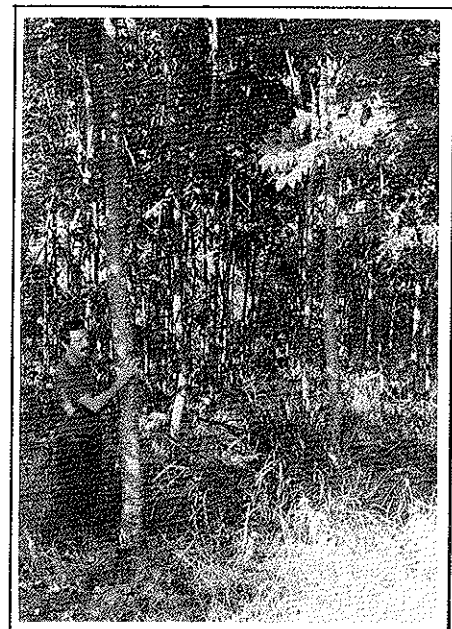
cinamomo



grevillea



tipuana



araribã

AGRADECIMENTOS

Aos Técnicos Florestais José M. da Costa e Armando J. S. Sin, pela obtenção dos dados de campo, aos Técnicos Reinaldo Sérgio Klipzke e Sergio Luis Molinari pelos trabalhos de laboratório, operação e entrada de dados, e ao Engº José Roberto Ribas e ao acadêmico de engenharia Nelson Antonio Cuquel, pela análise e programação.

LITERATURA CONSULTADA

- CORREA, P.M. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas, R. Janeiro, Min. Agric. 1926/31. v.1,2 e 3.
- FARINHAQUE, R. Influência da umidade no Poder Calorífico da madeira de bracatinga (*Mimosa scabrella*, Benth) e Aspectos Gerais de Combustão, FUPEF, série técnica nº 6 Curitiba/1981.
- FREESE, F. Boletim de agricultura, México, 1969 nº 232 96p.
- REITZ, R. KLEIN, R. M. & REIS, A. Projeto Madeira de Santa Catarina, Itajaí-SC, 1978, 320p.

Fabricação de Celulose de Sisal

NEY MONTEIRO DA SILVA
Cia. de Celulose da Bahia

Summary

COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA, founded in August 1970.

Pulp Mill pioneering use of sisal as raw material. The end product, cellulose is for use in making paper and other products.

Production capacity: 66.000 tpy, 40.000 of which for export.

7.500 sisal plants per hectare will yield 4 tons of fibre.

Sisal has fibre classified among the so-called hard fibres with a high alfa-cellulose content and great flexibility.

Two tons of fibre produce about one ton of cellulose.

PROCESS: Soda - Cooking with caustic soda - Bleaching (Chlorination, Extraction, Dioxide Extraction, Dioxide).

Total recovery of chemical products.

Brightness: 90° to 92° GE.

END PROCESS: Bleached or unbleached cellulose in sheets of 72cm by 80cm.

PRINCIPAL CHARACTERISTICS: High tear strength
Good tensile strength
Excellent porosity
Low specific density
Good elongation and absorption capacities.

APPLICATIONS: Ordinary papers and special papers such as money, security, filters, cigarette, impregnation, absorbents chemical application and non-wovens.

Specialized personnel are constantly researching new ways for transforming sisal fibre into cellulose, as well as full utilization of liquid and solid residues.

Due to sisal fibre's intrinsic characteristics, the cellulose produced from it presents special characteristics that distinguish it from wood celluloses and make its use indispensable in specific cases.

Sisal fibres resemble pine fibres (cells) in length and eucalyptus fibres in diameter. From the papermakers, point of view, these physical characteristics coupled with flexibility, porosity etc. make sisal pulp noble and versatile for use in paper and other products.

Híbrido sisal, to which C.C.B. has now turned, is capable of producing a green mass weight per unit of cultivated area which may be used in the substitution of fuel oil needed to generate energy at the farms and the mill.

Bearing in mind all that C.C.B. has achieved so far, our conclusion is that sisal is an impressive alternative for the manufacture of long-fibre pulp in Brazil, and a solution to the energy problem in the northeast.

1. INTRODUÇÃO

Alguns trabalhos já foram publicados no Brasil acerca da utilização de fibras textéis, inclusive sisal, na produção de papel. Sabe-se que o sisal tem sido utilizado para a produção de diversos tipos de papeis mas essa utilização, tem ficado restrita às fábricas integradas celulose-papel não havendo, até então, uma celulose de sisal disponível no mercado. A COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA se propôs então, a suprir essa deficiência, produzindo uma celulose de sisal em qualidade e quantidade suficientes para atender plenamente o mercado interno e o mercado de exportação.

2. HISTÓRICO

A COMPANHIA DE CELULOSE DA BAHIA, foi constituída em agosto de 1970 e implantada em 1975.

Com a conclusão da construção e montagem, a fábrica foi oficialmente inaugurada em março de 1981. É uma Empresa agro-industrial de capital 100% nacional, possuindo cerca de 34.000 hectares de terras próprias destinadas ao cultivo de sisal, bem como, terras arrendadas e contratos de extensão rural com plantadores de sisal.

A pesquisa e o desenvolvimento do sisal da fibra e dos subprodutos estão sendo realizados exclusivamente por técnicos e especialistas da própria C.C.B. Vale salientar que, por ter sido pioneira neste processo, a C.C.B. é considerada hoje, a única empresa detentora deste know-how no mundo.

3. PROJETO

O projeto original foi elaborado pela Jaakko Pöyry, a montagem e construção da planta industrial ficaram a cargo da A. Araujo Engenharia.

Na realidade o projeto C.C.B. hoje se divide em três partes distintas e independentes, isto é, Projeto Agrícola, Projeto Fibra e Projeto Industrial.

3.1. **PROJETO AGRÍCOLA:** Em termos evolutivos foi natural que este projeto recebesse a maior ênfase e atenção no início. A fábrica tinha que dispor de suficiente matéria prima plantada para garantir uma produção industrial posterior de 200 ton/dia de celulose.

Partindo dessa premissa, os agrônomos da C.C.B. empenharam-se no desenvolvimento de viveiros e de áreas experimentais para poder maximizar o rendimento da área plantada. Dentro desta mesma filosofia a C.C.B. tem plantado, em escala, o sisal híbrido e tem realizado inúmeras experiências com plantações.

Tanto o Sisal Agave como o Sisal Híbrido fornecem hoje matéria prima para a fabricação de celulose.

3.2. **PROJETO FIBRA:** A criação deste projeto, foi uma consequência do Projeto Agrícola e hoje se tornou um elo vital entre a fazenda e a fábrica. Tudo referente ao corte da folha, extração da fibra e subprodutos, picagem da fibra e seu transporte até à fábrica é de responsabilidade desta área. Enquanto que a mecanização do corte da folha está ainda em estudo, o beneficiamento da folha através de máquina está resolvido. A C.C.B. desenvolveu uma máquina móvel de decorticação, com uma capacidade diária de até 1.1/2 ton denominada Brasilana e, embora se encontre atualmente em fase de aperfeiçoamento, sua patente já foi solicitada.

A mecanização do desfibramento da folha exige mão-de-obra rural (8 homens por máquina) garantindo assim, empregos fixos, e minimizando o processo migratório.

O Projeto Fibras também desenvolveu Usinas fixas em pontos estratégicos das nossas Fazendas, com capacidade de até 50 toneladas por dia de fibra. Além de exigir mão-de-obra não especializada, oferecem oportunidades de profissionalização e treinamento.

Se verificarmos a situação sócio-econômica crítica das áreas semi-áridas do Nordeste, podemos avaliar a grande importância de projetos como este que radicam o homem à terra.

Concluindo, como o mercado mundial de corda de sisal é inelástico e está diminuindo cada vez mais, a celulose de sisal é a única saída industrial para a fibra.

3.3. **PROJETO INDUSTRIAL:** O Projeto Industrial difere dos outros projetos de celulose, na parte que se trata do sisal. Esta parte da fábrica exigiu equipamentos especiais, tais como o abridor de fardos, correia transportadora, preim-pregnadores e principalmente o digestor contínuo, que é o primeiro, deste tipo, a operar com sisal. Esses equipamentos, necessitam inicialmente de alterações adaptações e modificações por estarmos usando uma matéria-prima não-madeira até então pouco conhecida. Uma equipe de engenheiros trabalha em colaboração com o pessoal da produção objetivando aprimorar tais equipamentos e ajustar o processo às peculiaridades do sisal.

Na experiência obtida durante este ano de funcionamento, comprovou-se o acerto da aquisição do digestor contínuo face a flexibilidade de controle que possui.

4. SISAL

4.1. **A PLANTA:** AGAVE SISALANA PERRINE - o sisal é originário do México, sendo planta semixerófila que requer clima quente e muita luz.

O sisal que tem uma vida média aproximadamente de 10 anos, se reproduz através de rebentões que brotam espontaneamente ao redor da planta mãe, ou por bulbilhos obtidos do seu escape floral que a planta emite no final da sua vida.

Para produção de celulose é possível iniciar o corte a partir do segundo ano após o plantio. Isso resulta num ciclo produtivo de 8 anos durante os quais é possível a colheita anual de folhas.

Como já mencionamos, o corte das folhas é manual, seguido de desfibragem mecânica através da qual se obtém a fibra, a mucilagem e o suco.

As produções no momento são:

	AGAVE S.PERRINE	HÍBRIDO
Plantas por hectare	4.500	4.500
Folhas por planta/ano	60	60
Peso de uma folha (gr)	350	600
% de fibras	4	5
% de mucilagem	10	12

Total de fibras kg/ha.ano	3.780	8.100
Rendimento em celulose (60%)	2.268	4.860
Mucilagem seca para queima (kg/ha.ano)	9.450	19.440
Suco de sisal (kg/ha.ano) (aproveitamento de 60%)	51.000	85.500

Note-se que ainda não foi possível explorar toda a potencialidade do sisal híbrido. Até agora, visando a expansão da produção do híbrido, toda e qualquer muda é aproveitada. No futuro acreditamos que se poderá aumentar muito esta produção, fazendo-se uma seleção das mudas e também plantando-se em número maior de plantas por hectare. Temos já áreas plantadas com 6.000 plantas por hectare. Estimando então um incremento de 25% pela seleção das mudas e de 1.500 plantas por hectare. Teremos então:

Total de fibras/ha.ano	13.500kg
Rendimento em celulose (60%)	8.100kg
Mucilagem seca para queima (kg)	32.400kg

A mucilagem prensada e secada pode ser utilizada para queima em caldeiras, sendo que o seu poder calorífico já se provou industrialmente adequado.

Atualmente a mucilagem está sendo aproveitada para adubação dos próprios sisalais.

Os resíduos não fibrosos tem ainda outras possíveis aplicações como produção de ração animal.

Do suco extrai-se hecogenina para uso na indústria farmacêutica como base para corticosteroides. Por outro lado, este mesmo suco pode ser fermentado para produção de álcool ou, a depender do tipo de fermentação, para preparação de proteínas para alimentação enriquecida de animais.

4.2. **A FIBRA:** As dimensões médias da fibra de sisal e de algumas variedades de eucaliptos e de pinheiros são apresentadas na tabela a seguir. Algumas relações entre as dimensões dos diferentes parâmetros aparecem já calculadas, para possibilitar comparações.

Espécie Vegetal		Pinus Taeda	Pinus Elliottii	Eucal. Grandis	Eucal. Camald.	Agave Sisal
A. Comprimento (mm)		3,20	2,90	1,05	0,98	3,20
B. Largura (mm)		0,041	0,035	0,018	0,016	0,018
C. Diam. Lumen (mm)		0,029	0,025	0,012	0,010	0,010
D. Esp. parede (mm)		0,006	0,005	0,003	0,003	0,004
A ÷ B		78	83	58	61	178
Flexibilidade (C ÷ B)		0,71	0,71	0,67	0,63	0,56
Ind. Runkel (2D ÷ C)		0,41	0,40	0,50	0,60	0,80
Fração Parede (2D ÷ B)		0,29	0,29	0,33	0,38	0,44

Não desejamos discutir a validade dessas relações ou o seu significado mas pedimos atenção para as observações seguintes:

- O comprimento da fibra de pinheiro se aproxima do comprimento das fibras de sisal.

- A largura da fibra de sisal é aproximadamente metade da largura da fibra de pinheiro e igual à do eucalipto.

- A espessura das paredes é intermediária entre os valores para o eucalipto e para o pinheiro.

O beneficiamento da folha é feito com equipamento desenvolvido pela C.C.B., onde a folha é picada em pedaços de comprimento médio de 10cm seguido de decorticação em moinhos. A secagem só é feita quando a fibra se destina ao estoque regulador de matéria-prima, caso contrário, a fibra é imediatamente enviada à fábrica para conversão. O sisal adquirido no mercado é

picado na C.C.B. para possibilitar sua alimentação ao cozinha dor.

A análise do sisal seco após a decorticagem apresenta a seguinte composição aproximada:

Celulose	64,0%
Pentosanas	14,0%
Lignina	11,5%
Pectina e outros carboidratos	6,0%
Cêras e resinas (álcool benzeno)	2,5%
Cinzas	2,0%

5. PROCESSO

Sendo a matéria-prima pouco lignificada a fibra de sisal, admite não só o tratamento pelo processo sulfato como também, pelo processo soda. Na C.C.B. preferiu-se iniciar a produção com o processo soda, sendo possível sua mudança para sulfato. Atualmente, o cozimento resulta em pasta com número Kappa de 14 - 16 e viscosidade intrínseca $[\eta] = 1000/1100 \text{ cm}^3/\text{g}$, sendo assim, o branqueamento bastante simples.

O branqueamento atual, é CEDED obtendo-se alvura de 90/92 GE com viscosidade intrínseca $[\eta] = 650-750 \text{ cm}^3/\text{g}$.

Em linhas gerais todo o processo industrial é:

Cozimento soda, depuração, desfibragem, branqueamento, depuração e secagem.

Todas as etapas, desde o corte até a expedição, seguem o processo usual de preparação de celulose de madeira.

5.1. FÁBRICA

A capacidade nominal de produção é de 200 ton/dia, e o equipamento principal consta de:

- Digestor contínuo - 200 ton/dia;
- Branqueamento em 5 estágios, com filtros lavadores da Dorr-Oliver;
- Depuração marrom da Beloit-Rauha e depuração da massa branqueada da Celleco;
- Secadora da Companhia Federal de Fundição;
- Evaporadores Confab (65 ton/hora);
- Caldeira de Recuperação da Gotaverken - 320 ton/dia;
- Precipitador Eletrostático Svenka;
- Forno de Cal da F.L. Smith - 60 ton/dia;
- Turbo Gerador da Stal-Laval - 1000 PVA.

6. CELULOSE

A C.C.B. produz celulose branqueada e não branqueada; a branqueada com uma alvura de 90-92GE. Entre muitas, pode-se destacar as seguintes características da celulose de sisal:

- . altíssima resistência ao rasgo;
- . boa resistência à tração;
- . excelente porosidade.

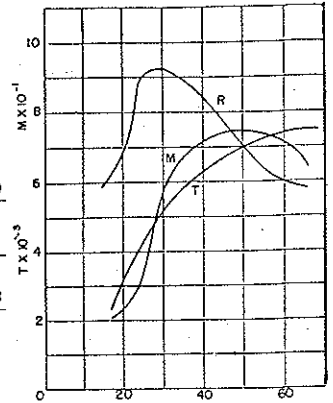
O alto índice de resistência ao rasgo sugere sua aplicação nos papeis que demandem essa característica.

Sabe-se ainda que, com a refinagem adequada, acompanhamento da hidratação (90° SR ou mais) e controle do corte das fibras, durante o processo, é perfeitamente viável a aplicação das pastas de celulose de sisal para papeis finos, como o kraft 20/22 g/m^2 para base de papeis-carbono. Apesar de alta porosidade, a produção de papeis finos e fechados é possível devido à alta hidratação que se pode alcançar que conduz a uma redução da porosidade da folha obtida.

Tendo em vista o que já citamos, pode-se inferir o comportamen-

bleached sisal pulp

Viscosity ($\eta - \text{cm}^3/\text{g}$)	800
Extract. (%-alcohol benz.)	-
Brightness (GE)	88

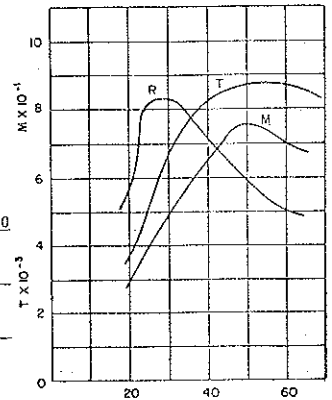


JOKRO MILL (Basis weight - $60\text{g}/\text{m}^2$)

Beating time (min)	0	15	25	35	50
Drainability (° SR)	20	30	40	50	65
Tensile (m) (T)	3000	5400	6200	7000	7500
Burst factor (M)	25	55	70	75	65
Tear factor (R)	200	280	260	220	190
Air permeab. (sec/100ml)	0	3,0	5,0	7,0	12,0
Density (g/cm^3)	0,420	0,510	0,530	0,550	0,595

unbleached sisal pulp

Viscosity ($\eta - \text{cm}^3/\text{g}$)	1.000
Extract. (%-alcohol benz.)	-
Brightness (GE)	-



JOKRO MILL (Basis weight - $60\text{g}/\text{m}^2$)

Beating time (min)	0	15	25	35	50
Drainability (° SR)	20	30	40	50	60
Tensile (m) (T)	3400	6700	8200	8500	8800
Burst factor (M)	30	50	65	75	80
Tear factor (R)	180	260	230	200	170
Air permeab. (sec/100ml)	0	3,0	7,0	10,0	18,0
Density (g/cm^3)	0,415	0,430	0,520	0,550	0,570

to da celulose de sisal na tela Fourdriner. Com isso queremos dizer que a formação será boa em consequência do diâmetro da fibra, visto que o comprimento é facilmente controlável por meio de um refinador acabador. Sendo muito alta a relação entre o comprimento e a largura da fibra, uma refinagem cuidadosa não prejudicará a resistência à tração (autoruptura) e sendo a fração parede bastante alta, poder-se-á desenvolver uma refinagem para alta hidratação. A alta hidratação (fibrilação) combinada a uma boa formação da folha conduz a resultados bastante elevados de resistência à tração nos papéis produzidos.

Julgamos então, poder recomendá-la, principalmente, para os seguintes tipos de papel:

Celulose Branqueada { cigarro, filtro e ponteiros de cigarros;
base para carbono (12/14 gr/m²);
notas (dinheiro);
valores de segurança;
filtros automotivos, café e similares;
saco de chá;
non-woven

Celulose Escura: { base para abrasivos, impregnação, kraft
especiais, cabos telefônicos, elétricos e
dielétricos.

A C.C.B. possui recursos e conhecimentos técnicos para orientar seu processo, de modo a obter celuloses adequadas para a produção de derivados para outras indústrias que não papeleiras.

Concluimos que, face a trilha desbravada pela C.C.B., temos de considerar o sisal como uma das alternativas de peso para a fabricação de celulose de fibra longa no Brasil, bem como uma solução energética para o Nordeste.

Viabilidade Técnica da Fabricação de Vigas Laminadas com Madeira de *Pinus caribaea* VAR. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* e Cola de Tanino

MARIA HELENA DE SOUZA
MARCOS A. E. SANTANA
FLORIANO PASTORE JR.
GRACILIANO M. DE CARVALHO
Laboratório de Produtos Florestais – IBDF
LUIZ ROBERTO CAPITANI
Buriti Resa Madeireira e Reflorestadora Ltda.

Summary

Laminated beams of eight years old *Pinus caribaea* var. *hondurensis* and nine years old *Pinus oocarpa*, were fabricated using three different resorcinol fortified tannin based glue formulations. Differences between the formulations were based on the number of reflux on chemical composition and on tannin/resorcinol ratio.

A commercial phenol-resorcinol resin was utilized as an standart due to its wide industrial utilization. The physical and mechanical properties of the solid wood were also evaluated.

The maximum strength and wood failure percentage in shear test as well as the maximum solid wood shear strength allowed the selection of the best glue formulation for both species.

Resumo

Vigas laminadas de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* com oito anos de idade e de *Pinus oocarpa* como nove anos, foram fabricadas com três diferentes formulações de cola à base de tanino, fortificadas com resorcinol. As três formulações foram diferenciadas pelo número de refluxos variações na composição química e proporção tanino/resorcinol.

A resina comercial à base de resorcinol, por ser de uso consagrado, industrialmente, foi utilizada na fabricação de vigas laminadas padrões, para efeito de comparação com cola à base de tanino. As características físico-mecânicas das madeiras acima citadas também foram determinadas.

Os resultados das vigas quando submetidas a teste de cisalhamento (tensão de ruptura e porcentagem de falha na madeira) bem como as propriedades da madeira sólida permitiram selecionar a melhor formulação para ambas as espécies.

INTRODUÇÃO

As vigas laminadas apareceram, possivelmente, na Alemanha, no começo deste século, e foram gradualmente adotadas em outros países da Europa.

Usadas primeiramente para se obter características não conseguidas com a madeira maciça como: comprimento, espessura, e principalmente forma, tornaram-se notáveis pelas suas utilizações como arcos em ginásio, igrejas, galpões, fábricas, hangares, celeiros e vigamento secundário de edifícios. Atualmente as vigas laminadas tem também grande importância na indústria madeireira em geral como partes de móveis, materiais esportivos, estrutura de painéis, etc.

A utilização de coníferas na fabricação de vigas laminadas é consagrada, principalmente na América do Norte, onde as espécies mais utilizadas são: Douglas-fir (*Pseudotsuga menziesii*), Southern pine (*Pinus palustris*; *P. echinata*, *P. taeda*, *P. elliotii*, *P. rígida*, *P. virginiana*), Western hemlock (*Tsuga heterophylla*), Western larch (*Larix occidentalis*) e Red wood (*Sequoia sempervirens*).

A primeira cola utilizada na fabricação de vigas foi a caseína, cola à base, de proteínas, recomendada somente para uso interior. A introdução, na década de trinta, dos adesivos de resina sintética e, em particular, o desenvolvimento dos tipos resorcinol e fenol/resorcinol, na década de quarenta, possibilitou a utilização das vigas em condições exteriores, sendo estas as colas mais utilizadas atualmente.

A cola à base de tanino, fabricada com pó de tanino extraído da casca de acácia negra, apresenta ótimas perspectivas para o futuro (6). A reação do tanino com o formaldeído é similar à reação do fenol e do resorcinol com o formaldeído, possuindo ainda, este material, a vantagem de ser matéria-prima nacional, proveniente de recursos naturais renováveis.

Atualmente, no Brasil, vem sendo usada experimentalmente em Laboratórios, sendo que Coppens (1979), fabricou vigas laminadas utilizando pinheiro-do-Paraná e cola de tanino, conseguindo bons resultados (3).

Assim, neste trabalho, investiga-se a possibilidade da fabricação de vigas laminadas, utilizando-se madeira de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* com oito e nove anos, respectivamente, e formulações de cola à base de tanino, desenvolvidas no Laboratório de Produtos Florestais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Material

2.1.1. Madeira - *Pinus caribaea* var. *hondurensis* e *Pinus oocarpa* com oito e nove anos, respectivamente, provenientes de desbaste em plantios da Buriti Resa Madeireira e Reflorestadora LTDA, em Minas Gerais.

2.1.2. Tanino - Pó de tanino extraído de Acácia negra (*Acacia decurrens*, Willd var. *mollissima*) produzido pela S.A. Extrativa de Tanino de Acácia SETA.

2.1.3. Cascophen RS - Cola comercial de fenol-resorcinol produzida pela ALBA S.A.

2.1.4. Máquina Universal de teste INSTRON.

2.2. Métodos

2.2.1. Coleta e preparação da madeira

A Reflorestadora encarregou-se da coleta (ao acaso) e preparação da madeira. Foram enviados para o Laboratório, tarugos de madeira verde e de madeira seca ao ar, com dimensões de 1,70 X 0,10 X 0,08m e 1,10 X 0,10 X 0,08m, de ambas as espécies de pinos, para a realização dos testes físicos e mecânicos, assim como tábuas de 1,10 X 0,10 X 0,035m, secas ao ar, para a confecção das vigas.

No laboratório, as tábuas e os tarugos de madeira sólida foram colocados em sala climatizada para que atingissem o conteúdo de umidade de 12%.

2.2.2. Ensaio físicos e mecânicos da madeira sólida

Foram realizados os testes físicos de peso específico (básico, seco e verde) e tração, bem como os testes mecânicos de flexão estática, compressão, tração, fendilhamento, cisalhamento e dureza Janka, todos segundo normas da Comissão Paranaense de Normas Técnicas - COPANT- 30.

2.2.3. Fabricação das Colas

Foram utilizadas três formulações de cola de tanino:

Formulação A: Cola de tanino com duplo refluxo (cozimento) e resorcinol (proporção tanino/Cascophen: 47,5 / 52,2).

Formulação B: Cola de tanino com refluxo simples e resorcinol (proporção tanino/Cascophen: 50/50).

Formulação C: Cola de tanino (sem refluxo) e resorcinol (proporção tanino / Cascophen: 45/55).

Nas três formulações utilizou-se pó-de-virola, como carga (filler), na quantidade de 15% sobre o peso do tanino seco.

Utilizou-se também resina Cascophen[®] RS, segundo especificações do fabricante.

2.2.4. Tratamentos e Fabricação das vigas

Para verificação de qual a melhor gramatura (300 ou 360g/m²) e comparação entre as três formulações entre si, bem como, com o padrão fenol-resorcinol, aplicou-se os tratamentos abaixo:

Espécie	Tratamento	Formulação	Gramatura (g/m ²)
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	01	A	300
	02	A	360
	03	B	300
	04	B	360
	05	C	300
	06	C	360
	07	cola comercial	300
<i>Pinus oocarpa</i>	01	A	300
	02	A	360
	03	B	300
	04	B	360
	05	C	300
	06	C	360
	07	cola comercial	300

Com cada formulação foram confeccionadas duas vigas de duas tábuas cada.

Posteriormente, com a melhor formulação, foram confeccionadas vigas de seis tábuas com quatro replicações tanto para as espécies em separado como para a mistura de espécies, onde tábuas de *Pinus caribaea* e tábuas de *Pinus oocarpa* foram coladas alternadamente.

As tábuas foram aplainadas cerca de seis horas antes da aplicação da cola, até as dimensões finais de 105 cm de comprimento, 9cm de largura e 2,5cm de espessura. A cola foi aplicada manualmente, com pincel. O tempo de montagem "open assembly time" (tempo que duas faces de uma mesma linha de cola permanecem expostas ao ar, antes de serem juntas) foi de 5 minutos e a pressão aplicada foi de 11,5 kg/cm² durante 20 horas.

A primeira linha de cola foi formada cerca de quinze minutos após a adição do endurecedor à cola e as subsequentes foram formadas a intervalos de 10 minutos.

2.2.5. Avaliação da qualidade de colagem

2.2.5.1. Teste de Cisalhamento

Os corpos de prova, equipamentos e procedimentos estão de acordo com a norma D 2259-72, ASTM.

2.2.5.2. Teste de Delaminação

Adotou-se para o teste de delaminação o seguinte procedimento: Os corpos de prova (seis para cada viga), nas dimensões estabelecidas pela norma D 2259-72 ASTM, foram colocados em uma autoclave, imersos em água e submetidos ao cozimento por quatro horas a uma pressão de 1 kg/cm². Após o cozimento foram deixados em água à tem

peratura ambiente durante 40 minutos. Em seguida foram levados a uma estufa onde permaneceram por 20 horas a uma temperatura de 65°C. Repetiu-se o ciclo cozimento-secagem e ao final mediu-se a delaminação na superfície transversal dos corpos de prova.

3. Resultados e Discussão

A tabela I, abaixo, mostra os resultados dos testes físicos da madeira sólida.

Tabela I - Propriedades físicas

Espécie	Peso Específico (g/cm³)				Contração		
	Básico	Seco	Verde	Aparente (*)	Tangencial (%)	Radial (%)	Razão Ct/Cr
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	0,32	0,35	1,02	0,44	5,08	2,82	1,90
<i>Pinus oocarpa</i>	0,36	0,39	1,08	0,39	5,44	2,52	2,17

(*) - Determinado a partir do peso específico seco.

- 12% de umidade

Apesar de terem sido observados empenamentos e rachaduras radiais, sendo os empenamentos mais frequentes que as rachaduras, os coeficientes de retratibilidade (Ct/Cr) apresentam-se baixos para ambas as espécies.

Na tabela II estão sumarizados os resultados dos testes mecânicos onde observa-se que a resistência ao cisalhamento do *Pinus oocarpa* é de 88 kg/cm² e do *Pinus caribaea* var. *hondurensis* é de 79 kg/cm².

Na tabela III, seguinte, são apresentados os resultados do teste de cisalhamento (tensão de ruptura e porcentagem de falha na madeira), obtidos para as vigas laminadas de 2 tábuas, os quais possibilitaram a escolha da formulação de maior afinidade com as madeiras utilizadas. Cada resultado representa a média de 12 amostras, 6 para cada replicação.

Tabela III - Resultados dos testes de cisalhamento para as três formulações de cola de tanino e para a cola comercial.

Tratamento	Formulação	Gramatura (g/m²)	<i>P. caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>		<i>Pinus oocarpa</i>	
			Tensão de ruptura madeira (Kg/cm²)	Falha na madeira (%)	Tensão de ruptura (Kg/cm²)	Falha na madeira (%)
01	A	300	94	86	118	60
02	A	360	94	89	103	59
03	B	300	95	88	129	82
04	B	360	103	92	121	73
05	C	300	61	1	95	18
06	C	360	75	39	103	29
07	cola comercial	300	96	90	125	69

Observa-se que as formulações A e B apresentaram bons resultados, comparando-se a performance da cola comercial.

O fato das formulações A e B apresentarem-se superiores à formulação C, pode ser explicado pelo refluxo alcalino a que foram submetidos as duas primeiras formulações, refluxo este que, provavelmente, quebrou as moléculas de gomas que estão contidas no tanino, diminuindo a viscosidade e alterando as características físicas da dispersão tanino-água, tais como: peso molecular médio, tensão superficial, tamanho das moléculas, etc. (6).

Entre as formulações A e B optou-se pela B por ter si

Tabela II: Propriedades Mecânicas

ESPÉCIE	CONDIÇÃO	FLEXÃO ESTÁTICA		COMPRESSÃO		TRAÇÃO		FENDILHAMENTO	CISALHAMENTO	DUREZA JANKA	
		MÓDULO DE RUPTURA (Kg/cm²)	MÓDULO DE ELASTICIDADE (1000 Kg/cm²)	PARALELA ÀS FIBRAS	PERPENDICULAR ÀS FIBRAS	PERPENDICULAR ÀS FIBRAS	PERPENDICULAR ÀS FIBRAS	ESFORÇO DE FENDILHAMENTO (Kg/cm²)	MÁXIMA RESISTÊNCIA À RUPTURA (Kg/cm²)	EXTREMO	FACE
<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	Verde	221,00	35,00	103,00	17,00	17,00	22,0	48,00	167,00	161,00	
	CH 12%	369,00	42,00	228,00	33,00	26,00	32,00	79,00	324,00	251,00	
<i>Pinus oocarpa</i>	Verde	294,00	52,00	133,00	20,00	18,00	27,00	54,00	185,00	179,45	
	CH 12%	446,00	53,00	280,00	40,00	28,00	36,00	88,00	376,00	273,00	

CH= Conteúdo de Umidade

do a que apresentou melhores resultados para ambas as espécies, além de ser de mais fácil preparação que a formulação A. Uma análise estatística, teste de t, revelou não haver diferença significativa quanto à quantidade de cola utilizada e por isto optou-se pela gramatura de 300 g/m² por ser mais econômica.

Abaixo são apresentados as características das colas utilizadas.

Quadro 01 - Características das colas utilizadas

Formulação	pH	Viscosidade inicial c.p.	Vida útil (horas)
A	7.3	2.000	4,25
B	7.0	760	3,00
C	7.0	353	2,33
Cola comercial	7.0	851	3,00

As vigas laminadas de seis tábuas permitiram analisar o adesivo nas diferentes linhas de cola a realização dos testes de delaminação, bem como a verificação do resultado da fabricação de vigas utilizando as duas espécies de pinos.

Na tabela IV, abaixo, estão apresentados os resultados do teste de cisalhamento, por linha de cola. Cada resultado representa a média de 24 amostras, 6 para cada replicação.

Tabela IV - Tensão de ruptura e falha na madeira por linha de cola

Espécie	Tensão de ruptura (Kg/cm ²)						Falha na madeira (%)					
	Linhas de cola						Linhas de cola					
	I	II	III	IV	V	Média	I	II	III	IV	V	Média
<u>P. caribaea var. hondurensis</u>	100	102	97	100	106	100	93	64	86	74	86	80
<u>P. oocarpa</u>	109	106	109	109	104	108	68	36	50	35	63	50
Espécies Misturadas	100	101	93	100	87	97	70	39	51	66	51	55

Uma análise estatística revelou não haver influência do tempo na resistência ao cisalhamento. A única diferença, com 5% de probabilidade, foi encontrada entre as linhas de cola II e V nas vigas fabricadas com tábuas de ambas as espécies que deve ter ocorrido por outro motivo que não o tempo, uma vez que não se repetiu nem para P. caribaea e nem para P. oocarpa. O mesmo acontece com a porcentagem de falha na madeira, que apesar de apresentar variações entre as linhas de cola, não estão em uma sequência que pudessem indicar a influência do tempo nestas variações.

Um maior número de dados, nesta segunda etapa, confirmou os resultados obtidos anteriormente, para P. caribaea mas revelou uma média bem mais baixa na porcentagem de falhas na madeira, para Pinus oocarpa.

Pode-se dizer, que a cola apresenta uma resistência superior à resistência do P. caribaea var. hondurensis, revelada pela alta porcentagem de falha na madeira. A alta tensão de ruptura, bem maior que da madeira sólida, pode ser explicada pela velocidade de teste que é bem maior para cisalhamento em viga laminada que em madeira maciça. Quanto ao P. oocarpa, a média de porcentagem de falha na madeira foi igual a 50% possivelmente, por ter esta madeira e a cola aplicada, a mesma resistência.

Na tabela V, são apresentados os resultados do teste de delaminação, onde cada resultado representa a média de 24 corpos de prova.

Tabela V - Porcentagem de delaminação.

Espécie	Delaminação (%)
<u>P. caribaea var. hondurensis</u>	0.87
<u>P. oocarpa</u>	1.56
Espécies misturadas	1.69

Todos os resultados apresentam-se satisfatórios pois o máximo admissível para coníferas é 5% de delaminação. Disto podemos deduzir que a cola resistirá à ação do tempo e à ação de fatores ambientais como o sol e a chuva.

Assim, a fabricação de vigas laminadas com estas madeiras aumentará o grau de utilização das mesmas. A utilização da cola de tanino como agente colante, possibilitará um produto final com custo mais baixo do que se fossem utilizadas as colas convencionais que se tornam cada vez mais caras por serem feitas com matéria-prima importada.

Em trabalhos posteriores poderão ser idealizadas peças e testadas em seus tamanhos naturais.

4. CONCLUSÃO

Técnicamente é possível a fabricação de vigas laminadas com as madeiras estudadas. A cola de tanino, com regime simples, proporção tanino/Cascophen 50/50, com 15% de carga, apresenta-se como uma ótima cola para P. caribaea var. hondurensis e pode também ser utilizada para P. oocarpa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Society for Testing and Material, 1972. Standard Specification for Adhesives for Structural Laminated Wood Products for Use Under Exterior (Wet Use) Exposure Conditions. ASTM Designation D 2559-72. Philadelphia, Pa.
- Comissão Panamericana de Normas Técnicas, 1972. COPANT: R.461, R.462, 30:1-006, R.463, R.465 e 466.
- Coppens, H. 1979. Adesivo à Base de Tanino-Resorcinol para Laminados de Pinheiro do Paraná, para Uso Exterior. Série Técnica nº 2. IBDF.
- Forest Products Laboratory, Forest Service, U.S. Department of Agriculture. 1974. Wood Handbook: Wood as an Engineering Material. Agriculture Handbook nº 72. Madison, Wis.
- Forest Products Research Laboratory. Revised 1971. The Manufacture of Laminated Members. Technical Note nº 17.
- Pastore, F. J.; Santana, M.A.E.; Nakamura, R.M. e Coppens, H.A. 1978. Adesivo de Tanino-Resorcinol para Fabricação de Compensado e Aglomerado para Uso Interior e Exterior. Série Técnica nº 2. IBDF.
- Stevens, W.C. e Turner, N. 1970. Wood Bending Handbook London: Her Majesty's Stationery Office.

Considerações sobre o Balanço Energético de Florestas de Eucalipto

WALTER SUITER FILHO
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal
GUSTAVO CERQUEIRA DE REZENDE
SÉRGIO LUIZ TONINELLO
ANTONIO DUARTE DABÉS
Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara — CAF

Summary

This paper deals with the basic consumption of petroleum-based fuels on the production of eucalyptus charcoal.

It covers all phases consisting of introduction, maintenance and harvesting of the forest, and production of charcoal in three ecologically different regions namely: "Cerrado". Coast Region Forest and forest improvement projects in the Rio Doce Valley.

It has been found that the balance is on the side of introduction of forests, specially taking into consideration the recovery of tar.

Resumo

O trabalho considera o consumo de combustíveis derivados do petróleo na produção de carvão vegetal de eucalipto.

São consideradas todas as fases de implantação, manutenção e exploração da floresta, e produção de carvão vegetal, em tres diferentes regiões ecológicas, as quais são: cerrado, floresta Atlantica e reforma de florestas no Vale do Rio Doce.

Conclui-se que o balanço é favorável à implantação de florestas, principalmente quando se considera a recuperação do alcatrão.

1. INTRODUÇÃO

A implantação de florestas, para fins energéticos, vem sendo apontada por técnicos do setor, como um dos componentes plausíveis do perfil energético brasileiro, visando solucionar os problemas existentes.

Sabe-se porém, que o empirismo anteriormente existente no setor florestal, há muito foi eliminado. Atualmente, a mecanização das operações vem sendo ampliada, ao que corresponde um considerável aumento no consumo de combustíveis derivados do petróleo.

Resta então determinar o balanço energético da atividade sendo que neste trabalho, considera-se apenas a implantação de florestas para a produção de carvão siderúrgico com obtenção do alcatrão como sub-produto.

2. CONSIDERAÇÕES

Os dados a serem computados neste trabalho são relativos a todas as fases da implantação, manutenção, exploração e

produção de carvão, onde se consome combustível derivado do petróleo.

Tais fases serão consideradas em função dos métodos de trabalho da Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara que, por sua vez, são bastante representativos do setor florestal brasileiro.

Serão tomados como básicos, os tempos padrões contidos no quadro 1, e os seguintes poderes caloríficos dos combustíveis consumidos e produzidos (Poder calorífico inferior):

a- Combustíveis consumidos (BORGES e COLOMBAROLI - 1978)

- Oleo diesel - 10.000 Kcal/Kg
- Gasolina - 11.500 Kcal/Kg
- Madeira - 4.200 Kcal/Kg

b- Combustíveis produzidos (IPT - 1981)

- Carvão vegetal - 8.000 Kcal/Kg
- Alcatrão - 6.160 Kcal/Kg

As atividades florestais exercidas, nas tres regiões ecológicas, consideradas no trabalho, e que implicam no uso de combustível derivado do petróleo são:

2.1 PRODUÇÃO DE MUDAS

- Moto-bomba para irrigação
- Pulverizador costal motorizado
- Trator de esteira para retirada de terra
- Caminhões para transportes diversos

2.2 PREPARO DO TERRENO

- a- Desmatamento
 - Trator de esteira
- b- Destoca e nivelamento
 - Trator de esteira
- c- Limpeza da área
 - Trator de esteira ou pneu
 - Caminhão
- d- Aração e gradagem
 - Trator de pneu
 - Trator de esteira
- e- Construção de aceiros e carregadores
 - Trator de esteira

2.3 PLANTIO

- a- Distribuição de mudas
 - Caminhão
 - Trator de pneu
- b- Plantio
 - Trator de pneu
- c- Irrigação
 - Trator de pneu
 - Caminhão
 - Moto-bomba

2.4 MANUTENÇÃO

- a- Combate a formiga
 - Termonebulizador
- b- Cultivos
 - Trator de pneus
- c- Conservação de aceiros e carregadores
 - Trator de pneu

2.5 EXPLORAÇÃO

- a- Derrubada e desdobra
 - Moto-serras
- b- Retirada da lenha
 - Caminhões
 - Carregador Florestal

2.6 CARBONIZAÇÃO

- a- Movimentação da lenha
 - Carregador florestal
 - Caminhões
- b- Movimentação do carvão
 - Pá carregadeira

2.7 TRANSPORTE DE PESSOAL E OUTROS

Para evitar possíveis erros, ao isolar o transporte de pessoal, por atividade, será considerado um consumo médio de combustível nesta atividade, em toda a empresa.

QUADRO 1 - Tempo padrão médio (equipamento hora/ha) por região ecológica, das atividades florestais que consomem combustíveis derivados do petróleo.

OPERAÇÕES	TEMPO PADRÃO (EQ. HORA/ha) POR REGIÃO ECOLÓGICA *		
	CERRADO	MATA ATLÂNTICA	REGIÃO METALÚRGICA
1- Produção de mudas			
- Trator de esteira	0,1	0,1	0,1
- Caminhão	1,5	3,5	1,5
2- Preparo do terreno			
- Trator de esteira	2,2	10,6	9,0
- Trator de pneu	7,8	-	2,8
- Caminhão	3,9	3,3	2,7
3- Plantio			
- Caminhão	1,2	1,2	2,1
- Trator de pneu	6,6	4,2	2,8

4- Manutenção **			
- Trator de pneu	3,6	15,6	-
5- Exploração **			
- Moto-serra	329,2	329,2	329,2
- Carregador florestal	24,4	24,4	-
- Caminhão	64,8	64,8	72,0
6- Carbonização **			
- Carregador florestal	41,7	41,7	-
- Caminhão	49,2	65,6	28,0
- Pá carregadeira	23,2	23,2	8,0

* Para todos os rendimentos das operações, foi considerado o plantio de florestas no espaçamento 2,0 x 1,0 m.

** Todos os valores foram considerados para os 5 cortes.

Para o transporte de pessoal, a previsão para 1982 é de 6.000.000 de Km, para produção de 280.000 toneladas de carvão, o que corresponde a 21,4 Km/tonelada de carvão produzida e, produções de carvão/ha de acordo com os dados do quadro 4.

Cerca de 60% do transporte é feito com caminhões, os outros restantes com carros de menor porte.

Quanto aos consumos médios de combustível, dos equipamentos utilizados, estão contidos no quadro 2.

QUADRO 2 - Consumo médio de combustível dos equipamentos utilizados nas diversas atividades.

EQUIPAMENTOS	ATIVIDADES/LOCAL	CONSUMO COMBUSTÍVEL	
		l/hora	Km/l
Trator esteira - D4	Desmatamento cerrado e produção de mudas.	12,5	-
Trator esteira - D6	Preparo terreno - Reg. Metalúrgica	30,0	-
Trator esteira - D7	Preparo terreno - Mata Atlântica	36,0	-
Trator esteira - D8	Preparo terreno - Mata Atlântica	47,0	-
Trator pneu CBT - 1105	Irrigação	2,3	-
	Cultivo	6,0	-
	Limpeza de área	7,3	-
	Plantio	8,0	-
	Aração	9,6	-
	Gradagem acabamento	11,8	-
Carregador florestal Valmet - 85 - CF	Carga e descarga	4,0	-
Pá carregadeira-MF65	Descarga de forno	2,0	-
Pá carregadeira-CAT930	Carga caminhões	5,0	-
Moto-serra - Alpina 070	Derrubada + desdobra	0,7	-
Caminhão F.7000	Todas as atividades	-	3,0
Carros de menor porte	Transporte de pessoal	-	6,0
OUTROS *	Plantio, prod. mudas e manutenção (l/ha)	4,2	-

* Moto-bombas, termonebulizador e pulverizador costal motorizado.

3. BALANÇO ENERGÉTICO

Estando determinadas todas as operações que consomem combustível, derivado do petróleo, e o consumo de cada equipamento utilizado nas mesmas, resta transformar o consumo global em quantidade de calorías consumidas e relacioná-las ao número de calorías produzidas.

Consideraremos o balanço final com a produção de carvão vegetal e do alcatrão. No caso deste último, os métodos de recuperação desenvolvidos pela empresa, requerem apenas o consumo de energia elétrica, não sendo utilizados combustíveis derivados do petróleo.

No quadro seguinte, estão os consumos, em calorías, das diversas operações realizadas nas regiões ecológicas consideradas.

QUADRO 3 - Consumo percentual e em Mcal/ha, nas diferentes operações em cada região ecológica.

OPERAÇÕES	Mcal/ha e % de Combustível consumido / operação							
	CERRADO		MATA ATLANTICA		REGIÃO METALÚRGICA		MÉDIAS	
	Mcal/ha	%	Mcal/ha	%	Mcal/ha	%	Mcal/ha	%
1- PRODUÇÃO DE MUDAS	17,5	0,16	27,5	0,18	17,5	0,17	20,83	0,17
2- PREPARO DO TERRENO	1.032,6	9,19	4.306,3	27,82	2.782,4	27,22	2.707,10	21,65
3- PLANTIO	568,0	5,06	376,0	2,43	294	2,87	412,67	3,30
4- MANUTENÇÃO	216,0	1,92	936,0	6,05	-	-	576,00	4,61
5- EXPLORAÇÃO	5.946,0	52,92	5.946,0	38,42	5.550,0	54,29	5.814,00	46,50
6- CARBONIZAÇÃO	2.538,8	22,60	2.664,0	17,21	512,0	5,01	1.904,93	15,24
7- TRANSPORTE DE PESSOAL	916,0	8,15	1.221,0	7,89	1.067,0	10,44	1.068,00	8,54
TOTAIS	11.234,9	100,00	15.476,8	100,00	10.222,9	100,00	12.505,53	100,00

A seguir estão as produções energéticas das florestas implantadas nas diferentes regiões, e o balanço final.

Para determinação das produções serão consideradas as seguintes produtividades para a rotação de 20 anos.

QUADRO 4 - Produtividade de madeira das florestas implantadas nas diferentes regiões ecológicas e rendimentos em carvão e alcatrão, considerando-se o ciclo de 20 anos.

REGIÕES	PRODUTIVIDADES				
	MADEIRA		CARVÃO		ALCATRÃO
	m ³ /ha	TMS/ha*	m ³ /ha	T/ha**	T/ha**
CERRADO	492	221	351	77,2	3,9
MATA ATLANTICA	656	295	469	103,1	5,2
REG. METALÚRGICA	573	258	409	90,0	4,5

* Toneladas de matéria seca por hectare

** Toneladas por hectare

QUADRO 5 - Produção de energia em Mcal/ha, nas diversas regiões ecológicas ao final do primeiro corte.

FONTES DE ENERGIA	PRODUÇÃO DE ENERGIA (Mcal/ha)		
	CERRADO	MATA ATLANTICA	REGIÃO METALÚRGICA
CARVÃO	617.600,0	824.800,0	720.000,0
ALCATRÃO	24.024,0	32.032,0	27.720,0
TOTAL	641.624,0	856.832,0	747.720,0

Considerou-se a relação lenha/carvão como 1,4 m³ de madeira por m³ de carvão; a densidade básica da madeira igual a 0,45 g/cm³; a densidade a granel do carvão igual a 220 Kg/m³ e a produtividade do alcatrão, de 5% em peso do carvão.

QUADRO 6 - Balanço energético das florestas implantadas nas diferentes regiões ecológicas.

REGIÕES	CONSUMO DE ENERGIA (Mcal/ha)	PRODUÇÃO DE ENERGIA (Mcal/ha)	GANHO (Mcal/ha)
CERRADO	11.234,9	641.624,0	630.389,1
MATA ATLANTICA	15.476,8	856.832,0	841.355,2
REG. METALÚRGICA	10.222,9	747.720,0	737.497,1
MÉDIAS *	12.515,9	759.036,5	746.520,6

* Ponderadas em relação à produtividade de carvão + alcatrão.

4. CONCLUSOES

Os dados analisados permitem as seguintes conclusões:

a) O consumo de energia nas diferentes regiões ecológicas é proporcional, não só ao grau de mecanização como também ao índice de dificuldade das operações.

b) O consumo percentual médio de combustíveis derivados do petróleo, nas diversas operações, das tres regiões ecológicas, obedece à seguinte ordem decrescente:

- Exploração - 46,5%
- Preparo do terreno - 21,7%
- Carbonização - 15,2%
- Transporte de pessoal - 8,5%
- Manutenção - 4,6%
- Plantio - 3,3%
- Produção de mudas - 0,2%

c) Analisando-se os dados de cada região, separadamente, observa-se que em todas, a operação que mais consome combustível derivado do petróleo é a exploração. Já a segunda maior consumidora não é a mesma para as três regiões, sendo que na região dos cerrados consome-se mais combustível na carbonização do que no preparo do terreno. Nas outras duas regiões esta situação se inverte.

d) O preparo do terreno na região da Mata Atlântica, consome 4,2 vezes mais energia do que na região dos cerrados, enquanto que a exploração em ambas as regiões consome a mesma quantidade de energia.

Já na região Metalúrgica, o preparo do terreno consome 2,7 vezes mais energia do que na região dos cerrados e a exploração consome 54,3% do total gasto.

e) O maior consumo de energia derivada do petróleo, é na região da Mata Atlântica, com 15.476,8 Mcal/ha. A seguir vem a região dos Cerrados com 11.234,9 Mcal/ha e a região Metalúrgica com 10.222,9 Mcal/ha.

Quanto ao balanço energético, temos o maior ganho na região da Mata Atlântica (841.355,2 Mcal/ha), a seguir a região Metalúrgica (737.497,1 Mcal/ha) e por último a região dos Cerrados (630.389,1 Mcal/ha).

Estes dados mostram que o ganho de energia é diretamente proporcional à produtividade silvicultural do local.

f) Em linhas gerais, o consumo de energia nas atividades consideradas, corresponde a 1,65% do total produzido.

Assim, para cada 1 unidade de energia, derivada do petróleo, consumida, são produzidas 60,6 unidades em carvão vegetal e alcatrão.

BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

1. ALMEIDA, M.R. Características do carvão vegetal produzido em fornos de alvenaria. Florestal Acesita, Belo Horizonte. 12 p. 1981.

2. BORGES, M.H. e COLOMBAROLI, W. Carvão Vegetal: Opção energética para a siderurgia dos países tropicais. Congresso ILAFA/78 - Buenos Aires, Florestal Acesita, Belo Horizonte. 28 p. 1978.
3. BRITO, J.O. e BARICHELLO, L.E.G. Usos diretos e propriedades da madeira para geração de energia. IPEF, Piracicaba. Circular Técnica 79, 10 p. 1979.
5. GOLDEMBERG, J. Alcool de Madeira. Universidade de São Paulo. 11 p. 1979.
6. GUERRA, F.M. Evolução dos índices técnicos dos fornos de 8,0 m de diâmetro. Seminário Interno de Carvão Vegetal para Siderurgia, CAF, Belo Horizonte. 157-190, 1981.
7. GUIMARÃES, S.T.A. Evolução do setor de produção de carvão vegetal - Tendências. Seminário sobre siderurgia a carvão vegetal. ABM - ABRACAVE. Belo Horizonte. 20 p. 1981.
8. IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Simulação, em laboratório, do processo Lambiotte de Carbonização de Madeiras. Relatório nº 15.381. São Paulo, 16 p. 1981.
9. MACHADO, C.C. e SOUZA, A.F. Exploração Florestal. Parte I. Universidade Federal de Viçosa, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Engenharia Florestal. Viçosa. 48 p. 1981.
10. MIGLIORINI, A.J. et alii. Avaliação do potencial energético de algumas espécies de Eucalyptus. IPEF, Piracicaba. Circular Técnica 107. 5 p. 1980.
11. SOUZA, D.O. Qualidade de carvão para alto forno - Experiência do Grupo Belgo-Mineira. Seminário Interno de Carvão Vegetal para Siderurgia, CAF, Belo Horizonte. 78-102, 1981.
12. TONINELLO, S.L. e DRUMOND, G.S. Exploração em topografia acidentada - Aumento do comprimento da lenha. Cia. Agrícola e Florestal Santa Bárbara, Belo Horizonte. 21 p. 1981.

Madeiras de Espécies Florestais do Estado do Maranhão. I. Identificação e Aplicações

MARIO TOMAZELLO FILHO
Depto. de Silvicultura — ESALQ
JOÃO PERES CHIMELO
Divisão de Madeiras — IPT
PABLO VIEITEZ GARCIA
Acadêmico do Curso de Eng. Florestal — ESALQ
HILTON THADEU Z. DO COUTO
Depto. de Silvicultura — ESALQ

Summary

In a locality of a pre-amazonian forest, situated in the Bom Jardim County, State of Maranhão - Brazil, it was conducted a forest inventory in order to identify the wood species of that area. About 86 plots were located with the dimensions of 500m by 10m, and 500m from each other. Samples were taken from each tree and the bark and wood were analysed macro and microscopically in the laboratory of wood anatomy. The results of the survey indicated the need for new studies in the area. The botanical families with more representatives were Leguminosae and Sapotaceae followed by Anacardiaceae, Myrtaceae and Sapindaceae. In this paper it is presented the botanical classification and the wood utilization of each species in order to give the best informations for the use of that forest.

Resumo

Em uma localidade da floresta pré-amazônica, situada no município de Bom Jardim, Estado do Maranhão, foi conduzido um levantamento para a identificação de suas espécies florestais. Foram abertas picadas principais para a demarcação de 86 parcelas, com as dimensões de 500m de comprimento por 10m de largura e distanciadas entre si de 500m. Através desse sistema de amostragem, utilizado normalmente em inventários florestais, foram coletadas amostras de madeira, com casca, para exames macro e microscópicos em laboratório. Os resultados do levantamento, comparados com os disponíveis na literatura, demonstraram a necessidade de novos estudos na área. As famílias com maior número de representantes foram as Leguminosae e Sapotáceas, seguidas das Anacardiáceas, Mirtáceas e Sapindáceas. Além da identificação botânica, são apresentadas as aplicações das espécies mais frequentes, de modo a fornecer subsídios para seu melhor aproveitamento.

1. INTRODUÇÃO

O Estado do Maranhão ocupa uma área de 332.170 quilômetros quadrados, apresentando regiões com tipos distintos de vegetação. Dentre as sete regiões fisiográficas destaca-se a floresta pré-amazônica, composta por diferentes revestimentos florísticos, abrangendo cerca de 20 municípios (RIBEIRO, 1971). Nessa região encontra-se o núcleo da Companhia de Terras do Maranhão, responsável pela colonização e desenvolvimento da região. A implantação de projetos agro-silvo-pastoris constitui-se em um dos objetivos desse órgão, uma vez que as maiores reservas florestais do estado estão localizadas nessa área. Entretanto, para o aproveitamento da

madeira proveniente dos desmatamentos, há necessidade da identificação botânica das espécies para, posteriormente, definir sua utilização adequada. Há também necessidade de, em uma segunda etapa, estimar o volume de madeira através de inventário florestal.

Os primeiros levantamentos florestais na Amazônia foram iniciados pelo Eng^o D. Heinsdijk, no início de 1960, cujos resultados foram publicados em 1963, através do Serviço Florestal do Ministério da Agricultura. Devido às dificuldades de acessibilidade, aqueles inventários se localizaram principalmente ao longo dos rios navegáveis, perfazendo uma área de cobertura de aproximadamente 20 milhões de hectares (HEINSDIJK e BASTOS, 1963).

Outros trabalhos de inventário florestal na região amazônica, foram realizados pelo Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF e pela FAO, (GLERUM e SMIT, 1965 a.b.; HEINSDIJK e SOARES, 1965).

Em 1970, foi implantado o Projeto Radam (Radar da Amazônia), com um setor de Inventário Florestal, cuja finalidade era determinar os tipos florestais e obter informações sobre o volume de madeira das florestas brasileiras. (BRASIL. D.N.P.M., 1973, a.b.c.).

Pelo exposto, o presente trabalho tem como objetivo a identificação das espécies florestais da floresta pré-amazônica localizada na região de Bom Jardim, Estado do Maranhão. Visa, também, descrever as aplicações da madeira das principais espécies, de modo a possibilitar seu melhor aproveitamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Localização geográfica

A floresta da pré-amazônia, selecionada para o presente trabalho, está localizada entre os meridianos 46°30' - 46°40'. Longitude Greenwich e os paralelos 3°50' - 4°20' Latitude Sul, na região abrangida pelo município de Bom Jardim, Estado do Maranhão, ocupando uma área de 50.000 ha.

2.2. Relêvo

O relêvo se caracteriza por uma sequência de platôs de altitudes médias de 400-600m, acima do nível do mar, e baixadas sujeitas a inundações periódicas.

A área pertence ao Planalto Setentrional Pará-Maranhão, constituindo-se numa região de transição entre o Peditano Central do Maranhão e a superfície sublitorânea de Bacabal.

2.3. Solos

O grupo de solo dominante na região é do tipo latossolo amarelo. Duas fases são características desta unidade, de acordo com a textura; o latossolo amarelo textura argilosa, que ocupa as áreas dessecadas, com relêvo ondulado a fortemente ondulado e o latossolo amarelo textura muito argilosa, ocupando o topo dos platôs com relêvo plano.

O latossolo amarelo possui um perfil profundo, baixa fertilidade natural e, conseqüentemente, baixa saturação de bases. São solos ácidos, com teores de argila bastante variáveis, possibilitando sua diferenciação em solos de textura argilosa e muito argilosa, com 35 a 60% de argila no horizonte B, respectivamente. Apresenta teores de 0,6% de N, 0,25 mg de P₂O₅ e 0,5 ME de K₂O/100g solo, sendo considerados de baixa fertilidade⁽¹⁾.

2.4. Clima

O clima da região é tipicamente tropical com estação seca pronunciada.

A temperatura média anual é de 25-26°C, sendo praticamente estável durante todo o ano. Dados pluviométricos indicam uma precipitação de 1420 mm de chuva/ano. A estação seca inicia-se em junho e termina em novembro, com uma precipitação total de 129 mm e uma média mensal de 21 mm. Com aproximadamente 3 dias de chuva/mês o déficit hídrico, segundo Thornthwaite, é superior a 300 mm.

A estação chuvosa se inicia em dezembro e vai até maio, com 91% da precipitação anual. A média mensal é de 216 mm, com 16 dias de chuva.

2.5. Amostragem

Através de fotografias aéreas, imagens de radar (Projeto Radam) e imagens do satélite Landsat foram definidos os limites da floresta em três extratos florestais. O extrato 1 constitui-se dos pequenos platôs e os extratos 2 e 3, os grandes platôs.

Em cada um deles foram abertas picadas principais orientadas no sentido do maior comprimento do platô. Nas picadas principais foram abertas picadas secundárias, com 500m de comprimento por 10m de largura que constituíram as unidades de amostragem ou parcelas. O número total de parcelas foi de 86, distanciadas entre si de 500 metros. A amostragem cobriu uma área de 50.000 ha da floresta pré-amazônica. Foi também amostrada, para análise comparativa de sua composição florística, uma área de flanco.

Das árvores de cada uma dessas parcelas, com um diâmetro mínimo de 15,0 cm, foram retiradas amostras de madeira com casca. Na amostra era anotado o número da parcela, da árvore e seu nome vulgar regional. Nessa ocasião, foi realizado o primeiro exame anatômico da madeira, com auxílio de uma lupa de 10X, para verificar a eficácia da amostragem.

Foram também observadas outras características auxiliares para a identificação, tais como: forma da árvore, coloração e odor da casca, sua resistência do corte com o facão, bem como algumas variações das folhas e frutos.

2.6. Identificação botânica

Em laboratório, foram conduzidos exames macro e microscópicos da madeira das diferentes espécies, visando sua identificação botânica.

O exame macroscópico, com lente de 10X de aumento, consistiu-se no estudo dos elementos anatômicos da madeira nas seções transversal, longitudinal tangencial e radial verificando o parênquima longitudinal (tipo, visibilidade, abundância); poros ou vasos (tipo, visibilidade, frequência, tamanho, etc.); raios (visibilidade, estratificação); camadas de crescimento e demais características relacionadas. Com auxílio do micrótomo foram retiradas seções das amostras de madeira e confeccionadas lâminas, que foram examinadas sob microscópico, observando-se, com maiores detalhes, as características mencionadas no exame macroscópico, tomando como base as normas COPANT C-30 (1974). Foram ainda consideradas, para a identificação, a coloração, cheiro, gosto, textura, grã, dureza e densidade do cerne.

(1) Dados fornecidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Identificação

A floresta pré-amazônica da região do município de Bom Jardim apresenta como característica principal a alta diversidade de espécies por unidade de área, conforme constatado no levantamento realizado.

Essa floresta se caracteriza, também, pela exuberância de seus elementos constituintes, com árvores que chegam a atingir às vezes até 40m de altura e com diâmetro superior a 2m, destacando-se no estrato arbóreo superior. As principais espécies que aparecem como dominantes são o pau-d'arco (*Tabebuia serratifolia*), pau-d'óleo (*Copaifera multijuga*), jatobá (*Hymenaea* spp) e tatajuba (*Bagassa guianensis*). Para esta região, verifica-se a ocorrência das mesmas espécies nas áreas de platô e flanco.

Conforme destaca HUECK (1972) o número de espécies que constitui a floresta amazônica é tão grande, que é difícil a identificação de todas elas. Acrescenta-se, ainda, a dificuldade inicial de se obter material para estudos botânicos, pois são poucas as espécies que florescem e frutificam todos os anos. A escassez de informações sobre a biologia do florescimento de grande número de espécies amazônicas e as dificuldades na coleta de material botânico chegam a limitar o emprego dessas características morfológicas na maioria dos inventários florestais. Considerando esses aspectos, os conhecimentos da anatomia de madeiras e da dendrologia, possibilitaram, igualmente, a caracterização das espécies inventariadas.

Foram coletadas 156 amostras de madeira, sendo que 86 foram identificadas a nível de espécie, 61 a nível de gênero e 9 a nível de família. Cinco das amostras coletadas apresentaram nomes vulgares diferentes embora constituíssem a mesma espécie botânica. Os resultados da identificação são apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Pela literatura consultada, somente algumas das espécies relacionadas nas Tabelas 1 e 2 foram citadas nos levantamentos conduzidos no Estado do Maranhão (GLERUM, 1966.b; RIBEIRO, 1971; HUECK, 1972; BRASIL, D.N.P.M., 1973 abo). Este fato demonstra a necessidade de novos levantamentos para melhor conhecimento das espécies que ocorrem nesse e nos demais estados limítrofes.

Cerca de 39 famílias apresentaram representantes arbóreos, com destaque para as Leguminosas e Sapotáceas, seguidas das Anacardiáceas, Mirtáceas e Sapindáceas (Figura 1). Essas informações são coincidentes com as apresentadas por BASTOS (1946) e RODRIGUES (1963), para as florestas da Serra do Navio (Território do Amapá), nas quais verificaram a predominância das famílias das Leguminosas e Sapotáceas, sendo que, em número de exemplares predominaram as Mirtáceas, Rubiáceas e Apocináceas.

De acordo com as informações do inventário florestal verificou-se que, do número total de espécies florestais existentes na área, somente um pequeno número de espécies apresenta-se com volume suficiente para um aproveitamento econômico, destacando-se:

Fau-d'arco-roxo	<i>Tabebuia serratifolia</i>
Cumaru	<i>Dipteryx odorata</i>
Jatobá-coruba	<i>Hymenaea intermedia</i>
Jatobá-fava	<i>Hymenaea courbaril</i>
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>
Pau-santo	<i>Zollernia paraensis</i>
Sapucaia	<i>Lecythis usitata</i>
Maçaranduba	<i>Manilkara huberi</i>
Pau-d'óleo	<i>Copaifera multijuga</i>
Estopeira	<i>Cariniana estrelensis</i>
Visgueiro	<i>Didymopanax</i> sp
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>
Alho-bravo	<i>Piptadenia phyllostachia</i>
Amescão-da-serra	<i>Protium heptaphyllum</i>

Barrote
Inhaúba
Mamoninha
Tuturubá-caboclo

Protium puncticulatum
Pouteria sp
Pouteria sp
Pouteria sp

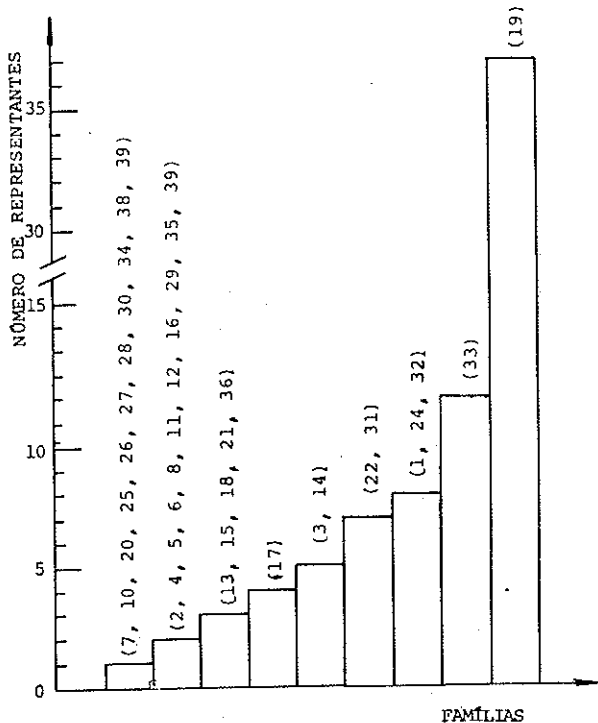


FIGURA 1. Relação das famílias e número de gêneros e/ou espécies identificadas. Cada família é representada numericamente, segundo codificação a seguir.

- | | |
|---------------------|--------------------|
| (1) Anacardiaceae | (21) Meliaceae |
| (2) Annonaceae | (22) Moraceae |
| (3) Apocynaceae | (23) Myristicaceae |
| (4) Araliaceae | (24) Myrtaceae |
| (5) Bignoniaceae | (25) Nyctaginaceae |
| (6) Bombacaceae | (26) Opiliaceae |
| (7) Boraginaceae | (27) Phytolacaceae |
| (8) Burseraceae | (28) Proteaceae |
| (9) Caricaceae | (29) Rosaceae |
| (10) Caryocaceae | (30) Rubiaceae |
| (11) Celastraceae | (31) Rutaceae |
| (12) Combretaceae | (32) Sapindaceae |
| (13) Elaeocarpaceae | (33) Sapotaceae |
| (14) Euphorbiaceae | (34) Simarubaceae |
| (15) Flacourtiaceae | (35) Sterculiaceae |
| (16) Guttiferae | (36) Tiliaceae |
| (17) Lauraceae | (37) Ulmaceae |
| (18) Lecythidaceae | (38) Verbenaceae |
| (19) Leguminosae | (39) Vochysiaceae |
| (20) Melastomaceae | |

3.2. Aplicações

De acordo com a literatura especializada, (MAINIERI, 1968, 1971, 1978; MAINIERI e PEREIRA, 1965; LOUREIRO, SILVA, 1968; RECORD e HESS, 1969; LOUREIRO, SILVA e ALENCAR, 1979) os usos comuns da madeira das principais espécies são apresentadas, a seguir, em ordem decrescente de importância.

Tabebuia serratifolia

Construção civil: vigas, caibros, ripas, batentes, mol-

duros, rodapés, tacos e tábuas para assoalho; obras externas, pontes, dormentes, cruzetas, bolas de boliche, construção naval, tacos de bilhar, peças torneadas, etc.

Dipteryx odorata

Construção civil, postes, tanoaria, ebanisteria, cabos de ferramentas, moirões, carroçaria, estacas, esteios, dormentes, cruzetas, eixos de moinho, parques, macetas, mancais, folhas laminadas, buchas de eixos de hélices em embarcações, peças torneadas, etc..

Hymenaea spp

Construção civil, móveis, laminados decorativos, esteios, estacas, tanoaria, vagões, rodas e eixos de carros, bengalas, cabos de escovas e ferramentas, instrumentos musicais, etc..

Bagassa guianensis

Construção civil, dormentes, cruzetas, construção naval, peças torneadas, etc..

Lollernia paraensis

Construção civil: estacas, esteios, dormentes, cruzetas, marcenaria de luxo, ebanisteria, construção naval, mancais de hélices de navios, instrumentos musicais, etc..

Lecythis usitata

Construção civil, carroçaria, construção naval, estacas marítimas, postes, cruzetas, dormentes, etc..

Manilkara huberi

Construção civil, dormentes, cruzetas, esteios, moirões, postes, cabos de ferramentas, estacas marítimas, bolas de boliche, arcos de violino, etc.

Copaifera multijuga

Construção civil, cabos de ferramentas, peças torneadas, coronhas de armas, implementos agrícolas, carvão etc..

Cariniana estrellensis

Móveis comuns, molduras e guarnições internas, embalagens leves, miolo de porta, etc.

Didymopanax sp

Compensado, tábuas de forro, esquadrias, aduelas, palitos de fósforo, embalagens leves, miolo de porta, etc..

Enterolobium contortisiliquum

Modelos de fundição, embarcações, interiores de móveis, pranchetas, palitos de fósforos, embalagens leves, etc..

Piptadenia phyllostachia

Construção civil: estacas, esteios, moirões, dormentes, peças torneadas, etc.:

Protium spp

Caixotaria e construção em geral, ótima para carvão, etc..

Pouteria sp

Construção civil: pontes, estacas, dormentes, desde que convenientemente tratada.

TABELA 1 - Relação dos nomes científicos, em ordem alfabética, nomes vulgares e respectivas famílias das espécies identificadas.

Nome científico	Nome vulgar	Família
<i>Acacia polyphylla</i>	Espinho-preto	Leguminosae
<i>Agonandra brasiliensis</i>	Marfim	Opiliaceae
<i>Amyris sp</i>	Imbaca	Rutaceae
<i>Apeiba tibourbon</i>	Imbira-branca	Tiliaceae
<i>Apuleia mollaris</i>	Aricirana	Leguminosae
<i>Aspidosperma desmanthum</i>	Fava, Araracanga	Apocynaceae
<i>Aspidosperma oblongum</i>	Garoroba-de-sangue	Apocynaceae
<i>Astronium fraxinifolium</i>	Arueira-brava	Anacardiaceae
<i>Astronium lecointei</i>	Gonçalo-alves	Anacardiaceae
<i>Astronium sp</i>	Capa-bode	Anacardiaceae
<i>Astronium sp</i>	Capueiro vermelho	Anacardiaceae
<i>Astronium sp</i>	Mururê	Anacardiaceae
<i>Astronium sp</i>	Aroeirão	Anacardiaceae
<i>Astronium sp</i>	Paruru-branco	Anacardiaceae
<i>Bagassa guianensis</i>	Tatajuba	Moraceae
<i>Bombax sp</i>	Barriguda	Bombacaceae
<i>Bombax sp</i>	Imbira-sumauma	Bombacaceae
<i>Britoa rupea</i>	Guabiroba	Myrtaceae
<i>Erosimum sp</i>	Bacurí	Moraceae
<i>Erosimum sp</i>	Inharê-branco	Moraceae
<i>Erosimum sp</i>	Inharê-preto	Moraceae
<i>Buchenavia sp</i>	Sucupira-branca	Combretaceae
<i>Carapa guianensis</i>	Andiroba	Meliaceae
<i>Carapa minor</i>	Cutiúba	Guttiferae
<i>Cariniana estrellensis</i>	Estopeira	Lecythidaceae
<i>Casearia inaequilatera</i>	Laranja-branca	Flacourtiaceae
<i>Casearia sp</i>	Angélica	Flacourtiaceae
<i>Caryocar glabrum</i>	Piquia	Caryocaraceae
<i>Casearia sp</i>	Espeteiro	Flacourtiaceae
<i>Casearia sp</i>	Pindaíba-branca	Flacourtiaceae
<i>Cassia (afim C. escleroxylon)</i>	Puturuna-vermelha	Leguminosae
<i>Cassia escleroxylon</i>	Puturuna-branca	Leguminosae
<i>Cassia ferruginea</i>	Canafistula	Leguminosae
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro	Meliaceae
<i>Celtis sp</i>	Maria-preta	Ulmaceae
<i>Celtis sp</i>	Mirindiba-branca	Ulmaceae
<i>Chloroleucon sp</i>	Jurema	Leguminosae
<i>Chrysophyllum anomalum</i>	Embaquinha	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum excelsum</i>	Cujubinha	Sapotaceae
<i>Chrysophyllum viride</i>	Goiabão	Sapotaceae
<i>Copaifera multijuga</i>	Pau-d'óleo	Leguminosae
<i>Cordia bicolor</i>	Chapéu-baiano	Boraginaceae
<i>Cupania sp</i>	Comatirana	Sapindaceae
<i>Cupania sp</i>	Fermiano	Sapindaceae
<i>Dialium guianensis</i>	Sapopemba	Leguminosae
<i>Didymopanax morototoni</i>	Pê-de-galinha, morototo	Araliaceae
<i>Didymopanax sp</i>	Visgueira	Araliaceae
<i>Dipteryx odorata</i>	Cumarú	Leguminosae
<i>Duguetia lanceolata</i>	Conduru-preto	Annonaceae
<i>Duguetia sp</i>	Ameju-preto	Annonaceae
<i>Drypetes sp</i>	Anapã	Euphorbiaceae
<i>Ecolimusa ucuquirana</i>	Tuturubã-verdadeiro	Sapotaceae
<i>Elizabetha sp</i>	Paruru	Leguminosae
<i>Enterolobium schomburgii</i>	Angico-branco	Leguminosae
<i>Enterolobium sp</i>	Achuí	Leguminosae
<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Tamboril	Leguminosae
<i>Eugenia sp</i>	Araçá	Myrtaceae
<i>Fagara sp</i>	Catuaba	Rutaceae
<i>Fagara sp</i>	Limãozinho	Rutaceae
<i>Fagara trichilia</i>	Gitô	Rutaceae
<i>Ficus dolíaria</i>	Gameleira	Moraceae
<i>Ficus sp</i>	Jangada	Moraceae
<i>Ficus sp</i>	Paparaúba	Moraceae
<i>Geispermum sericeum</i>	Quina	Apocynaceae

TABELA 1 - Continuação

Nome científico	Nome vulgar	Família
<i>Genipa americana</i>	Genipapo	Rubiaceae
<i>Gustavia augusta</i>	Juruparana	Lecythidaceae
<i>Himantanthus sp</i>	Janaúba	Apocynaceae
<i>Hymenaea courbaril</i>	Jatobã-de-fava	Leguminosae
<i>Hymenaea intermedia</i>	Jatobã-coruba	Leguminosae
<i>Hymenaea sp</i>	Jatobã	Leguminosae
<i>Inga alba</i>	Ingã-xixica	Leguminosae
<i>Inga cinnamomea</i>	Ingã	Leguminosae
<i>Jacaranda copaia</i>	Pinho bravo	Bignoniaceae
<i>Jacaratia dodecaphylla</i>	Jacaratiã	Caricaceae
<i>Lecythis usitata</i>	Sapucaia	Lecythidaceae
<i>Licania octandra</i>	Laranjinha-vermelha	Rosaceae
<i>Licania rutescens</i>	Mangue-bravo	Rosaceae
<i>Lindackeria paraensis</i>	Caneleiro	Fracourtiaceae
<i>Luehea divaricata</i>	Açoita-cavalo	Tiliaceae
<i>Luehea speciosa</i>	Imbireira	Tiliaceae
<i>Mabea taquari</i>	Taquari	Euphorbiaceae
<i>Machaerium villosum</i>	Jacarándô-do-mato	Leguminosae
<i>Manilkara huberi</i>	Maçaranduba	Sapotaceae
<i>Maytenus sp</i>	Bom-nome	Celastraceae
<i>Maytenus sp</i>	Jatobã-do-lago	Celastraceae
<i>Metrodorea sp</i>	Quarenta-galhos	Rutaceae
<i>Metrodorea sp</i>	Taquipê	Rutaceae
<i>Mezilaurus itauba</i>	Louro rosa, itaúba	Lauraceae
<i>Mezilaurus sp</i>	Borã	Lauraceae
<i>Houriri chamissoana</i>	Lacre	Melastomaceae
<i>Nectandra sp</i>	Cinzeiro	Lauraceae
<i>Ocotea caudata</i>	Louro-preto	Lauraceae
<i>Ocotea sp</i>	Cravo	Lauraceae
<i>Parkia multijuga</i>	Fava-de-paca	Leguminosae
<i>Parkia pendula</i>	Faveira-de-bolota	Leguminosae
<i>Peltogyne maranhensis</i>	Pau-roxo	Leguminosae
<i>Peltogyne sp</i>	Pau-roxo	Leguminosae
<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Macapã-branco	Leguminosae
<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Alho-bravo	Leguminosae
<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Barracão-amarelo	Leguminosae
<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Fava-amarela	Leguminosae
<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Baba-de-boi	Leguminosae
<i>Pithecolobium sp</i>	Ingarana	Leguminosae
<i>Platonia insignis</i>	Buraji	Guttiferae
<i>Platymiscium sp</i>	Toari-branco	Leguminosae
<i>Platymiscium ulei</i>	Jimbia, maçacaúba	Leguminosae
<i>Pouteria sp</i>	Amarelinho	Sapotaceae
<i>Pouteria sp</i>	Inhaúba	Sapotaceae
<i>Pouteria sp</i>	Mamoninha	Sapotaceae
<i>Pouteria sp</i>	Pau-preguiça	Sapotaceae
<i>Pouteria sp</i>	Pitomba-de-leite	Sapotaceae
<i>Pouteria sp</i>	Tuturubã-de-suariba	Sapotaceae
<i>Pouteria sp</i>	Tuturubã-caboclo	Sapotaceae
<i>Protium heptaphyllum</i>	Amescão	Burseraceae
<i>Protium puncticulatum</i>	Barrote	Burseraceae
<i>Psidium sp</i>	Papoquinha	Myrtaceae
<i>Pterocarpus violacens</i>	Precatera	Leguminosae
<i>Qualea paraensis</i>	Folha-fina	Vochysiaceae
<i>Roupala brasiliensis</i>	Faieira	Proteaceae
<i>Sapium marmieri</i>	Burra-leiteira	Euphorbiaceae
<i>Seguiera sp</i>	Cafê-bravo	Phytolaccaceae
<i>Simaba guianensis</i>	Prã-tudo	Simarubaceae
<i>Sloanea sp</i>	Murici-bravo	Elaeocarpaceae
<i>Sloanea sp</i>	Capuero-branco	Elaeocarpaceae
<i>Sloanea sp</i>	Canela-de-veado	Elaeocarpaceae
<i>Spondias lutea</i>	Cajazeiro	Anacardiaceae
<i>Sterculia chicha</i>	Chichã	Sterculiaceae
<i>Swartzia sp</i>	Violeta da mata	Leguminosae

TABELA 1 - Continuação

Nome científico	Nome vulgar	Família
<i>Suartzia</i> sp	Jacarandã	Leguminosae
<i>Tabebuia serratifolia</i>	Pau d'arco	Bigoniaceae
<i>Tachigalia paniculata</i>	Pau-pombo, tachi	Leguminosae
<i>Talisia</i> sp	Pitomba-guariba	Sapindaceae
<i>Talisia</i> sp	Macachera	Sapindaceae
<i>Talisia</i> sp	Pintadinha	Sapindaceae
<i>Talisia esculenta</i>	Pitomba-verdadeira	Sapindaceae
<i>Talisia</i> sp	Pitomba	Sapindaceae
<i>Theobroma silvestre</i>	Cacau-bravo	Sterculiaceae
<i>Terminalia tinimbouca</i>	Mirindiba	Combretaceae
<i>Terminalia</i> sp	Toari-preto	Combretaceae
<i>Tetrorchidium rubreventum</i>	Amapã-de-leite	Euphorbiaceae
<i>Trichilia guianensis</i>	Olho-de-pombo	Meliaceae
<i>Trichilia</i> sp	Vara-da-mata	Meliaceae
<i>Virola oleifera</i>	Urucurana	Myristicaceae
<i>Vitex polygama</i>	Tarumã	Verbenaceae
<i>Xylopia aromatica</i>	Envira preta	Annonaceae
<i>Zollernia paraensis</i>	Pau-santo	Leguminosae

TABELA 2 - Relação dos nomes vulgares, em ordem alfabética, nomes científicos e respectivas famílias das espécies identificadas.

Nome vulgar	Nome científico	Família
Achuí	<i>Enterolobium</i> sp	Leguminosae
Açoita-cavalo	<i>Luhea divaricata</i>	Tiliaceae
Alho-bravo	<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Leguminosae
Amapã	<i>Drypetes</i> sp	Euphorbiaceae
Amapã-de-leite	<i>Tetrorchidium rubreventum</i>	Euphorbiaceae
Amarelinho	<i>Fouteria</i> sp	Sapotaceae
Amejū-preto	<i>Duguetia</i> sp	Annonaceae
Amescão	<i>Protium heptaphyllum</i>	Burseraceae
Andiroba	<i>Carapa guianensis</i>	Meliaceae
Angélica	<i>Casearia</i> sp	Flacourtiaceae
Angico-branco	<i>Enterolobium schomburgkii</i>	Leguminosae
Araçá	<i>Eugenia</i> sp	Myrtaceae
Aricirana	<i>Apuleia mollaris</i>	Leguminosae
Aroeirão	<i>Astronium</i> sp	Anacardiaceae
Arueira-brava	<i>Astronium fraxinifolium</i>	Anacardiaceae
Baba-de-boi	<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Leguminosae
Bacurí	<i>Brosimum</i> sp	Moraceae
Barracão-amarelo	<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Leguminosae
Barriguda	<i>Bombax</i> sp	Bombacaceae
Barrote	<i>Protium puncticulatum</i>	Burseraceae
Bom-nome	<i>Maytenus</i> sp	Celastraceae
Borã	<i>Mezilaurus</i> sp	Lauraceae
Burra-leiteira	<i>Sapim marmieri</i>	Euphorbiaceae
Buraji	<i>Platania insignis</i>	Guttiferae
Cacau-bravo	<i>Theobroma silvestre</i>	Sterculiaceae
Café-bravo	<i>Sequiera</i> sp	Phytolacaceae
Cajazeiro	<i>Spondias lutea</i>	Anacardiaceae
Cajueiro	<i>Anacardium giganteum</i>	Anacardiaceae
Canafístula	<i>Cassia ferruginea</i>	Leguminosae
Canela-de-veado	<i>Sloanea</i> sp	Elaeocarpaceae
Caneleiro	<i>Lindackeria paraensis</i>	Flacourtiaceae
Capa-bode	<i>Astronium</i> sp	Anacardiaceae
Capueiro-branco	<i>Sloanea</i> sp	Elaeocarpaceae
Capueiro-vermelho	<i>Astronium</i> sp	Anacardiaceae
Catuaba	<i>Fagara</i> sp	Rutaceae
Cedro	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae
Chapéu-baiano	<i>Cordia bicolor</i>	Boraginaceae
Chichã	<i>Sterculia chicha</i>	Sterculiaceae

TABELA 2 - Continuação

Nome vulgar	Nome científico	Família
Cinzeiro	<i>Nectandra</i> sp	Lauraceae
Comatirana	<i>Cupania</i> sp	Sapindaceae
Cravo	<i>Ocotea</i> sp	Lauraceae
Cujubinha	<i>Chrysophyllum excelsum</i>	Sapotaceae
Cumarú	<i>Dipteryx odorata</i>	Leguminosae
Cundurú-preto	<i>Duguetia lanceolata</i>	Annonaceae
Cutiúba	<i>Caraipe minor</i>	Guttiferae
Embaquinha	<i>Chrysophyllum anomalum</i>	Sapotaceae
Envira-preta	<i>Xylopia aromatica</i>	Annonaceae
Espetefo	<i>Casearia</i> sp	Flacourtiaceae
Espinheiro-preto	<i>Acacia polyphylla</i>	Leguminosae
Estopeira	<i>Cariniana estrellensis</i>	Lecythidaceae
Fateira	<i>Roupala brasiliensis</i>	Proteaceae
Fava, Araracanga	<i>Aspidosperma desmanthum</i>	Apocynaceae
Fava-amarela	<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Leguminosae
Fava-de-paca	<i>Parkia multijuga</i>	Leguminosae
Faveira-de-bolota	<i>Parkia pendula</i>	Leguminosae
Fermiano	<i>Cupania</i> sp	Sapindaceae
Folha-fina	<i>Qualea paraensis</i>	Vochysiaceae
Gameleira	<i>Ficus doliaria</i>	Moraceae
Genipapo	<i>Genipa americana</i>	Rubiaceae
Gitô	<i>Fagara trichilia</i>	Rutaceae
Goiabão	<i>Chrysophyllum viride</i>	Sapotaceae
Gongalo alves, Mufracatiara	<i>Astronium leocointei</i>	Anacardiaceae
Guabirola	<i>Britoa rugosa</i>	Myrtaceae
Inhaúba	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
Inharê-branco	<i>Brosimum</i> sp	Moraceae
Inharê-preto	<i>Brosimum</i> sp	Moraceae
Imbaca	<i>Amyris</i> sp	Rutaceae
Imbira-branca	<i>Apeiba tibourbon</i>	Tiliaceae
Imbira-sumauma	<i>Bombax</i> sp	Bombacaceae
Imbireira	<i>Luhea speciosa</i>	Tiliaceae
Ingã	<i>Inga cinnamomea</i>	Leguminosae
Ingarana	<i>Pithecolobium</i> sp	Leguminosae
Ingã-xixica	<i>Inga alba</i>	Leguminosae
Jacarandã	<i>Suartzia</i> sp	Leguminosae
Janaúba	<i>Himalantus</i> sp	Apocynaceae
Jangada	<i>Ficus</i> sp	Moraceae
Jacarandã do mato	<i>Machaerium villosum</i>	Leguminosae
Jacaratiã	<i>Jacaratia dodecaphylla</i>	Cariaceae
Jatobã	<i>Hymenaea</i> sp	Leguminosae
Jatobã-coruba	<i>Hymenaea intermedia</i>	Leguminosae
Jatobã-de-fava	<i>Hymenaea courbaril</i>	Leguminosae
Jatobã-do-lago	<i>Maytenus</i> sp	Celastraceae
Jimbã, macacauba	<i>Platymiscium ulai</i>	Leguminosae
Jurema	<i>Chloroleucon</i> sp	Leguminosae
Juruparana	<i>Gustavia augusta</i>	Lecythidaceae
Lacre	<i>Mouriria chamissoana</i>	Melastomaceae
Laranja-branca	<i>Casearia inaequilatera</i>	Flacourtiaceae
Laranja-vermelha	<i>Licania octandra</i>	Rosaceae
Limãozinho	<i>Fagara</i> sp	Rutaceae
Louro-preto	<i>Ocotea caucata</i>	Lauraceae
Gororoba-de-sangue	<i>Aspidosperma oblongum</i>	Anacardiaceae
Louro-rosa, itaúba	<i>Mezilaurus itauba</i>	Lauraceae
Macachera	<i>Talisia</i> sp	Sapindaceae
Macapã-branco	<i>Piptadenia phyllostachya</i>	Leguminosae
Maçaranduba	<i>Kanikara tuberi</i>	Sapotaceae
Manoninha	<i>Fouteria</i> sp	Sapotaceae
Mangue-bravo	<i>Licania rutescens</i>	Rosaceae
Maria-preta	<i>Celtis</i> sp	Ulmaceae
Marfim	<i>Agonandra brasiliensis</i>	Opiliaceae
Mirindiba	<i>Terminalia tinimbouca</i>	Combretaceae
Mirindiba-branca	<i>Celtis</i> sp	Ulmaceae
Murici-bravo	<i>Sloanea</i> sp	Elaeocarpaceae

TABELA 2 - Continuação

Nome vulgar	Nome científico	Família
Mururé	<i>Astronium</i> sp	Anacardiaceae
Olho-de-pombo	<i>Trichilia guianensis</i>	Meliaceae
Paparaúba	<i>Ficus</i> sp	Moraceae
Papoquinha	<i>Psidium</i> sp	Myrtaceae
Paruru	<i>Elizabetha</i> sp	Leguminosae
Paruru-branco	<i>Astronium</i> sp	Anacardiaceae
Pau-d'arco	<i>Tabebuia serratifolia</i>	Bignoniaceae
Pau-d'óleo	<i>Copaifera multijuga</i>	Leguminosae
Pau-preguiça	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
Pau-pombo, tachi	<i>Tachigalia paniculata</i>	Leguminosae
Pau-roxo	<i>Peltogyne maranhensis</i>	Leguminosae
Pau-roxo	<i>Peltogyne</i> sp	Leguminosae
Pau-santo	<i>Zollernia paraensis</i>	Leguminosae
Pê-de-galinha, morototô	<i>Didymopanax morototoni</i>	Araliaceae
Prã-tudo	<i>Simaba guianensis</i>	Simarubaceae
Precatera	<i>Pterocarpus violaceus</i>	Leguminosae
Pindaíba-branca	<i>Casearia</i> sp	Flacourtiaceae
Pinho-bravo	<i>Jacaranda copaia</i>	Bignoniaceae
Pintadinha	<i>Talisia</i> sp	Sapindaceae
Pitomba	<i>Talisia</i> sp	Sapindaceae
Piquiã	<i>Caryocar glabrum</i>	Caryocaraceae
Pitomba-de-leite	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
Pitomba-guariba	<i>Talisia</i> sp	Sapindaceae
Pitomba-verdadeira	<i>Talisia esculenta</i>	Sapindaceae
Puturuna-branca	<i>Cassia sclerozyllon</i>	Leguminosae
Puturuna-vermelha	<i>Cassia</i> (afim <i>C. sclerozyllon</i>)	Leguminosae
Quarenta-galhos	<i>Metrodorea</i> sp	Rutaceae
Quina	<i>Geissospermum sericeum</i>	Apocynaceae
Sapopemba	<i>Dialium guianensis</i>	Leguminosae
Sapucaia	<i>Lecythis usitata</i>	Lecythidaceae
Sucupira-branca	<i>Buchenavia</i> sp	Combretaceae
Tamboril	<i>Enterolobium contortisiliquum</i>	Leguminosae
Taquari	<i>Mabea taquari</i>	Euphorbiaceae
Taquipê	<i>Metrodorea</i> sp	Rutaceae
Tarumã	<i>Vitex polygama</i>	Verbenaceae
Tatajuba	<i>Bagassa guianensis</i>	Moraceae
Toari-branco	<i>Platymiscium</i> sp	Leguminosae
Toari-preto	<i>Terminalia</i> sp	Combretaceae
Tuturubã-caboclo	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
Tuturubã-de-suariba	<i>Pouteria</i> sp	Sapotaceae
Tuturubã-verdadeiro	<i>Ecclinusa ucuquirana</i>	Sapotaceae
Urucurana	<i>Virola oleifera</i>	Myristicaceae
Vara-da-mata	<i>Trichilia</i> sp	Meliaceae
Violeta-da-mata	<i>Suarizia</i> sp	Leguminosae
Visgueira	<i>Didymopanax</i> sp	Araliaceae
Algodão-bravo	---	Euphorbiaceae
Burajiguinha	---	Myrtaceae
Camuca	---	Rutaceae
Casca-fina	---	Myrtaceae
Catuabinha	---	Apocynaceae
Criuri	---	Myrtaceae
Goiabinha	---	Myrtaceae
Mamaluco	---	Myrtaceae
Pau-piranha	---	Myrtaceae
Sabonete	---	Sapindaceae

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BASTOS, A. de M.. As matas de Santa Maria do Vila-Nova, Território do Amapá. Anuário brasileiro de economia florestal, Rio de Janeiro, 1(1):281-8, 1948.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAM.. Folha S.A. 23 São Luís e parte da folha S.A. 24 Fortaleza. Rio de Janeiro, 1973. (a) v.3.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAM.. Folha SB. 23 Teresina e parte da folha SB. 24 Jaguaribe. Rio de Janeiro, 1973. (b) v.2.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAM.. Parte das folhas SC. 23 Rio São Francisco e SC. 24 Aracaju. Rio de Janeiro, 1973 (c) v.1.
- COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS.. Descrição das características gerais, macroscópicas e microscópicas das madeiras de angiospermas dicotiledoneas. Lima-Peru, 1974. 26p.
- GLERUM, B.B. & SMIT, G.. Inventário florestal total na região do Curuá-Una. Rio de Janeiro, SPVEA, 1965.(a) 52p. (Inventários florestais na Amazônia, 7).
- GLERUM, B.B. & SMIT, G.. Pesquisa combinada floresta-solo no Pará-Maranhão. Rio de Janeiro, SPVEA, 1965. (b) 113p. (Inventários florestais na Amazônia, 9).
- HEINSDIJK, D. & BASTOS, A. de M.. Inventários florestais na Amazônia. Boletim. Serviço Florestal. Setor de Inventários Florestais, Rio de Janeiro (6):1-95, 1963.
- HEINSDIJK, D. & SOARES, R.O.. A floresta entre os Rios Tapajós e Xingu. Rio de Janeiro, SPVEA, 1965. 69p. (Inventários florestais na Amazônia, 1).
- HUECK, K.. As florestas da América do Sul: ecologia, composição e importância econômica. São Paulo, Polígono, 1972. 466p.
- LOUREIRO, A.A. & SILVA, M.F.. Catálogo das madeiras da Amazônia. Belém, SUDAM, 1968. 2v.
- LOUREIRO, A.A.; SILVA, M.F. & ALENCAR, J. da C.. Essências Madeiras da Amazônia. Manaus, INPA, 1979. 2v.
- MAINIERI, C.. Fichas de características de madeiras brasileiras. Publicação. IPT, São Paulo (966), 1978.
- MAINIERI, C.. Identificação das principais madeiras de comércio do Brasil. Boletim. IPT, São Paulo (16):1-189, 1958.
- MAINIERI, C.. Vinte e cinco madeiras da Amazônia de valor comercial: caracterização macroscópica, usos comuns e índices qualitativos. Publicação. IPT, São Paulo (798):1-29, 1971.
- MAINIERI, C. & PEREIRA, S.A.. Madeiras do Brasil. Boletim. IPT, São Paulo (96), 1965.
- RECORD, S. & HESS, R.W.. Timbers of New World. 4 ed. New Haven, Yale University Press, 1969. 640p.
- RIBEIRO, J.R.. O Maranhão e seu revestimento florístico. Brasil florestal, Rio de Janeiro, 2(5):9-20, jan/mar. 1971.
- RODRIGUES, W.A.. Estudo de 2,6 hectares de mata da terra firme da Serra do Navio, Território do Amapá. Boletim do Museu Goeldi, Belém (15), 1963.

Madeiras de Espécies Florestais do Estado do Maranhão. II. Caracterização Anatômica

MARIO TOMAZELLO FILHO
Depto. de Silvicultura — ESALQ
JOÃO PERES CHIMELO
Divisão de Madeiras — IPT
PABLO VIEITEZ GARCIA
Acadêmico do Curso de Eng. Florestal — ESALQ

Summary

This paper presents the results of sixteen of the most important woods of economic value which occur in the county of Bom Jardim, State of Maranhão. The selection was conducted through botanical identification of the forest species existent in that area and by the information of the forestry inventory. The wood anatomy of these sixteen species was studied, being presented its macroscopic descriptions and photographs.

Resumo

O presente trabalho reúne dezesseis das principais madeiras de valor econômico que ocorrem no município de Bom Jardim, Estado do Maranhão. Essa seleção foi conduzida através da identificação botânica das espécies florestais existentes na área e pelas informações do inventário florestal. A anatomia da madeira dessas dezesseis espécies foi estudada, sendo apresentadas suas descrições macroscópicas e fotomacrorgrafias.

INTRODUÇÃO

A região amazônica é considerada uma das maiores reservas de madeiras tropicais do mundo, pela extensão, variedade e importância econômica de suas espécies. Como parte integrante dessa importante região, a floresta pré-amazônica do Estado do Maranhão, tem contribuído significativamente para o suprimento de madeiras duras nos mercados interno - localizado na região centro sul e sudeste do país - e externo.

Diversos levantamentos florestais têm sido conduzidos no Estado do Maranhão, visando identificar as espécies florestais que ocorrem nessa área (1). A identificação das espécies e o conhecimento da qualidade e quantidade de madeira por elas produzidas são imprescindíveis para a utilização

racional dos recursos madeireiros da Amazônia. Esses estudos possibilitam, também a introdução de madeiras menos conhecidas no mercado consumidor. Nesse aspecto, contribuições significativas têm sido divulgadas na literatura especializada (2).

O presente trabalho apresenta os resultados do estudo anatômico macroscópico da madeira de dezesseis espécies mais importantes do município de Bom Jardim, Estado do Maranhão. Além das descrições macroscópicas, são apresentadas fotomacrorgrafias das madeiras estudadas, visando auxiliar sua identificação.

MATERIAL E MÉTODOS

CARACTERIZAÇÃO DA RESERVA FLORESTAL

A caracterização da reserva florestal, com respeito à localização geográfica, relevo, solo e clima, foi apresentada em trabalho anterior (TOMAZELLO *et alii*, 1981).

AMOSTRAGEM E CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA

As amostras de madeira e casca estudadas foram retiradas de árvores, com um diâmetro mínimo de 15,0 cm, localizadas nas parcelas do inventário florestal. Em laboratório foram conduzidos os exames macro e microscópicos da madeira das espécies coletadas, visando sua identificação botânica. Dessas amostras foram preparados corpos de prova para a descrição anatômica macroscópica e confecção das fotomacrorgrafias. As descrições anatômicas foram realizadas com base nas normas COPANT C-30 (1974), através do estudo dos elementos anatômicos da madeira nas secções transversal, longitudinal, tangencial, e radial, verificando o parênquima longitudinal (tipo, visibilidade, abundância); poros ou vasos (tipo, visibilidade, frequência, tamanho, etc.); raios (visibilidade, estratificação); camadas de crescimento e demais características relacionadas. Foram, ainda, consideradas, a coloração, cheiro, gosto, textura, grã, dureza e densidade do cerne.

(1) (GLERUM e SMIT, 1965; RIBEIRO, 1971; BRASIL, D.P.P.M. 1973, a.b.c).

(2) MAINIERI, 1958, 1971, 1978; MAINIERI e PEREIRA, 1965; LOUREIRO e SILVA, 1968; RICORD e HESS, 1969; LOUREIRO, SILVA e ALENCAR, 1979).

RESULTADOS

Os resultados da descrição anatômica macroscópica das dezesseis espécies, acompanhados das respectivas microfotografias, são apresentados a seguir.

PAU-D'ARCO

Tabebuia serratifolia (VANL.) NICHOLSON, BIGNONIACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Ipê, piuva

CARACTERES GERAIS: Madeira pesada, (0,95 g/cm³); cerne pardo-acastanhado, geralmente uniforme, às vezes com reflexos esverdeados; superfície pouco lustrosa, medianamente lisa ao tato; textura de fina a média, uniforme; grã-direita, ou reversa; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima escasso, só visível sob lente, confundindo-se às vezes com o conteúdo dos poros, ou aliforme, pouco nítido, formando confluências curtas, oblíquas também em finíssimas linhas marginais. Poros pouco visíveis a olho nu, muito numerosos, pequenos em maior número, solitários em pequena maioria, parcialmente obstruídos por ipeína. Linhas vasculares, finas e longas, contendo substâncias amarelo-esverdeada tangencial ou escura. Raios visíveis só sob lente no topo e na face radial. Na face longitudinal, a estratificação de 4-5 por milímetro é notada a olho nu. Camadas de crescimento aparentemente demarcadas por zonas de tecido fibroso sem poros e pelas finíssimas linhas do parênquima.

CUMARU

Dipteryx odorata (AUBL.) WILLD., LEGUMINOSAE

OUTROS NOMES VULGARES: Cumaru-da-folha-grande, Cumaru-roxo, Combaru

CARACTERES GERAIS: Madeira muito pesada (0,95 a 1,00 g/cm³); cerne castanho amarelado escuro, de aspecto fibroso atenuado; albúrneo bege claro, escasso; grã irregular a reversa, textura média; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima predominante aliforme losangular, pouco visível a olho nu e bem distinto sob lente e, ainda vasicêntrico, às vezes confluyente, formando alguns arranjos oblíquos. Poros bem visíveis com auxílio de lente, pequenos, numerosos; solitários e agrupados em 2-3 poros; vazios, alguns obstruídos por tilos. Linhas vasculares um tanto altas e retas, visíveis a olho nu. Raios muito finos e numerosos, aproximados, bem distribuídos, visíveis só sob lente no topo; na face tangencial apresentam-se com estratificação (3 por mm), visíveis a olho nu; na face radial são bem distintos sob lente. Camadas de crescimento pouco distintas, demarcadas pela coloração mais escura de tecido fibroso.

JATOBÁ

Hymenaea courbaril L., LEGUMINOSAE

OUTROS NOMES VULGARES: Jataí, Jataí-açú, Jatobá-davagem-grande, Jatobá-mirim, Jatobá-roxo

CARACTERES GERAIS: Madeira pesada a muito pesada (0,88 a 1,00 g/cm³); cerne vermelho a castanho avermelhado, apresentando às vezes manchas escuras, fortemente demarcado do albúrneo branco-acinzentado; grã direita a irregular; textura média a um tanto grosseira; superfície pouco lustrosa, cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima bem distinto a olho nu, em faixas marginais típicas, largas e afastadas, associado com o aliforme losangular, que é distinto sob lente. Poros bem visíveis a olho nu, poucos, médios a grandes, solitários e geminados, raros múltiplos de três poros, vazios e alguns obstruídos. Linhas vasculares visíveis a olho nu, altas, retas, contendo substância escura. Raios no topo um tanto numerosos, apresentando uma certa uniformidade na largura e espaçamento, pouco perceptíveis a olho nu; na face tangencial são curtos, irregularmente distribuídos; na face radial são contrastados. Camadas de crescimento aparentemente demarcadas pelo parênquima marginal.

TATAJUBA

Bagassa guianensis AUBL., MORACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: bagaceira, amapá-rana

CARACTERES GERAIS: Madeira pesada (0,75 a 0,85 g/cm³); cerne amarelo queimado, um tanto lustroso; albúrneo amarelo pálido, quase branco; grã irregular; textura grosseira, cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima indistinto, mesmo sob lente, confundindo-se às vezes com o conteúdo dos poros. Poros bem visíveis a olho nu, poucos, na sua maioria solitários, geminados e algumas cadeias radiais, na sua totalidade obstruídos por tilos brilhantes da cor do lenho. Linhas vasculares bem distintas a olho nu, retas e longas contendo resina oleosa amarelada. Raios no topo visíveis a olho nu, numerosos, um tanto largos, com certa uniformidade no espaçamento e na largura; na face tangencial são curtos e irregularmente dispostos; na face radial são notados a olho nu. Camadas de crescimento bem demarcadas por zonas fibrosas mais escuras.

PAU-SANTO

Zollerhía paraensis HUBER, LEGUMINOSAE

CARACTERES GERAIS: Madeira muito pesada (0,95 a 1,00 g/cm³); cerne preto-esverdeado, com manchas mais claras; albúrneo amarelo-claro, bem diferenciado do cerne; grã-reversa; textura média; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima abundante, porém visível só sob lente, em faixas regularmente distribuídas, aproximadas, pouco onduladas e concêntricas; observa-se também curtas e finas linhas do parênquima marginal. Poros pouco notados a olho nu, e distintos sob lente; pouco numerosos, pequenos a muito pequenos, solitários predominantes, alguns geminados, geralmente obstruídos por tilos. Linhas vasculares pouco contrastadas, longas e retas. Raios no topo muito finos e numerosos, visíveis só sob lente, apresentando uniformidade na largura e espaçamento; na face tangencial vê-se uma estratificação regular (3 por mm); na face radial são pouco contrastados. Camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas mais escuras sem parênquima.

SAPUCAIA

Lecythis usitata MIERS., LECYTHIDACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Castanha-sapucaia

CARACTERES GERAIS: Madeira pesada a muito pesada (0,80 a 1,00 g/cm³); cerne castanho-avermelhado ou rosado; alburno amarelo creme; grã regular; textura média; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima contrastado, bem distinto sob lente, em linhas muito numerosas, aproximadas, sinuosas, formando com os raios um reticulado uniforme. Poros pouco distintos a olho nu, poucos, pequenos a médios, solitários e geminados, apresentando-se também pequenas cadeias radiais, total ou parcialmente obstruídos por tilos. Linhas vasculares longas e retas. Raios no topo visíveis só sob lente, muito numerosos e bem distribuídos tanto na largura como no espaçamento; na face tangencial são perceptíveis sob lente, baixos e irregularmente dispostos; na face radial são contrastados. Camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas mais escuras.

MAÇARANDUBA

Mantikara huberi (DUCKE) STANDL., SAPOTACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Maçaranduba-verdadeira

CARACTERES GERAIS: Madeira muito pesada (0,90 a 1,00 g/cm³); cerne vermelho escuro, alburno mais claro; grã regular; textura média; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima pouco contrastado, distinto só sob lente em finíssimas linhas, numerosas, sinuosas, aproximadas, concêntricas, às vezes interrompidas e irregularmente distribuídas. Poros visíveis só sob lente, pequenos, numerosos, alguns solitários e geminados, predominando longas cadeias radiais; na sua maioria obstruídos por tilos. Linhas vasculares são longas e retas, visíveis a olho nu, apresentando certa uniformidade na largura e espaçamento; na face tangencial são pouco notadas mesmo sob lente, sendo bai-

xas e irregularmente distribuídas; na face radial são pouco contrastadas. Camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas mais escuras.

PAU-D'ÓLEO

Copaifera multijuga HAYNE, LEGUMINOSAE

OUTROS NOMES VULGARES: Copaíba-angelim, copaíba-mari-mari, copaíba

CARACTERES GERAIS: Madeira pesada (0,75 a 0,85 g/cm³); cerne castanho-avermelhado, bem demarcado do alburno mais claro; grã um tanto regular; textura média, cheiro de cumarina ao cortar; sabor indistinto; de lustre um tanto sedoso e vivo.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima contrastado e bem distinto sob lente, em faixas marginais afastadas, sinuosas, envolvendo pequenos canais secretores, longitudinais, notando-se também predominância do vasicêntrico. Poros pouco perceptíveis a olho nu, pouco numerosos, pequenos a médios, solitários predominantes, geminados e algumas cadeias radiais, vazios, alguns obstruídos por tilos. Linhas vasculares visíveis a olho nu, altas e retas, com resina oleosa da cor do lenho. Raios nos topos são numerosos, finos, apresentando certa uniformidade na largura e espaçamento, pouco perceptíveis a olho nu, bem visíveis sob lente; na face tangencial são baixos e irregularmente dispostos; na face radial distintos a olho nu. Camadas de crescimento distintas, aparentemente demarcadas pelo parênquima marginal. Canais intercelulares presentes nas faixas do parênquima marginal, porém pouco distintos mesmo com auxílio de lente.

ESTOPEIRA OU JEQUITIBÁ-BRANCO

Cariniana estrellensis (RADDI) O. KTZE., LECYTHIDACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Jequitibá

CARACTERES GERAIS: Madeira moderadamente pesada (0,55-0,60 g/cm³); cerne de cor branca levemente rosada, pouco diferenciado do alburno de cor branca encardida; textura média; grã direita; pouco brilho; lisa ao tato; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima contrastado, distinto sob lente, apotraqueal em linhas finas, numerosas, concêntricas, regularmente espaçadas, formando com os raios um reticulado regular. Poros visíveis a olho nu; distribuição difusa; pequenos a médios; muito poucos; geminados em proporção igual aos solitários e múltiplos de 3 ou mais. Raios no topo, visíveis a olho nu, regularmente espaçados e numerosos; na face tangencial, pouco visíveis sob lente, irregularmente dispostos; contrastados na face radial. Camadas de crescimento aparentemente demarcadas por zonas fibrosas, provocadas por um maior afastamento do parênquima reticulado concêntrico.

VISGUEIRO

Didymopanax morototoni DECNE. & PL., ARALIACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Pê-de-galinha, morototô

CARACTERES GERAIS: Madeira leve a moderadamente pesada (0,55 a 0,60 g/cm³); cerne de cor cinza a creme claro; grã regular; textura média; superfície lisa ao tato e lustrosa; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICAS: Parênquima indistinto mesmo sob lente. Poros pouco visíveis a olho nu, pouco numerosos, pequenos; solitários e geminados, predominando estes, alguns múltiplos de três poros; na sua maioria vazios. Linhas vasculares longas, finas e retas, pouco realçadas, vazias. Raios no topo visíveis a olho nu, um tanto largos e afastados, numerosos, contínuos e interrompidos; na face tangencial são baixos e irregularmente dispostos, distintos a olho nu; na face radial são contrastados. Camadas de crescimento praticamente indistintas.

TAMBORIL

Enterolobium contortisiliquum (VELL.) MORONG., LEGUMINOSAE

OUTROS NOMES VULGARES: Oreiha-de-negro, Timbaúva, Timbô, Timburi

CARACTERES GERAIS: Madeira leve a moderadamente pesada (0,45 a 0,60 g/cm³); cerne pardo-claro-rosado, e também róseo-pardacento, uniforme; superfície bastante lustrosa, conquanto irregular, ligeiramente áspera ao tato; textura grosseira, uniforme; grã direita; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima bem distinto a olho nu, predominantemente vasicêntrico e ainda aliforme losangular. Poros distintos a olho nu, grandes a médios, geralmente solitários, havendo múltiplos e raras cadeias radiais, vazios. Linhas vasculares longas e bem distintas, profundas, espaçadas e com alguma resina. Raios pouco distintos sob lente, no topo, e na face tangencial; irregularmente dispostos, bem visíveis na face radial. Camadas de crescimento demarcadas por zonas fibrosas mais escuras e às vezes, por parênquima marginal.

ALHO-BRAVO

Piptadenia phyllostachya BENTH., LEGUMINOSAE

OUTROS NOMES VULGARES: Timborana

CARACTERES GERAIS: Madeira moderadamente pesada a pesada (0,85 a 0,95 g/cm³); cerne castanho ou castanho-amarelado uniforme; superfície irregularmente lustrosa; textura de média para grosseira; grã irregular; cheiro indistinto; sabor pouco adstringente.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima pouco contrastado, visível só sob lente, vasicêntrico escasso, e em nítidas li-

nhas marginais. Poros visíveis a olho nu, dispostos frequentemente em certo arranjo tangencial, nos limites das camadas de crescimento; pouco numerosos, pequenos, solitários, múltiplos, vazios em maioria. Linhas vasculares numerosas, notando-se os elementos vasculares e o conteúdo resinoso. Raios finos, visíveis só sob lente, no topo e na face tangencial; irregularmente dispostos. Camadas de crescimento distintas, demarcadas por parênquima marginal e, às vezes, por certo arrajo dos poros. Máculas medulares, ocasionalmente presentes.

AMESCÃO

Protium heptaphyllum (AUBL.) MARCH., BURSERACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Breu, Almecegueira, Breu-branco, Almécega, Almécega-brava, Almécega-cheirosa, Almescia, Breu-almécega

CARACTERES GERAIS: Madeira moderadamente pesada (0,55 a 0,70 g/cm³); cerne bege escuro, levemente rosado, uniforme; grã regular; textura média; cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima indistinto mesmo sob lente. Poros pouco notados a olho nu, numerosos, pequenos, apresentando-se solitários, geminados, e em grupos de três poros, vazios. Linhas vasculares longas e retas, bem visíveis a olho nu. Raios no topo visíveis só sob lente, finos e numerosos, de distribuição regular na largura e espaçamento; na face tangencial são curtos e irregularmente dispostos, perceptíveis só sob lente; na face radial são contrastados. Camadas de crescimento indistintas.

BARROTE

Protium puncticulatum MACBR., BURSERACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Breu, Breu-vermelho

CARACTERES GERAIS: Madeira moderadamente pesada (0,50 - 0,60 g/cm³); cerne bege rosado brilhante; grã regular; textura média, cheiro e gosto indistintos.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima indistinto mesmo sob lente. Poros visíveis só sob lente, pequenos, numerosos, apresentando-se solitários, ligeiramente predominantes, geminados e agrupados em número de três, vazios. Linhas vasculares longas, retas e numerosas. Raios no topo muito finos e numerosos, visíveis só sob lente; apresentando regular distribuição na largura e espaçamento; na face tangencial visíveis só sob lente, irregularmente dispostos; na face radial são contrastados. Camadas de crescimento indistintas.

INHAUBA OU ABIURANA

Pouteria SP., SAPOTACEAE

CARACTERES GERAIS: Madeira pesada (0,78 g/cm³); cerne bege-rosado-claro ou róseo pálido, uniforme; superfície lisa ao tato, pouco lustrosa; textura média, grã direita, sabor ligeiramente adstringente, cheiro distinto

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima contrastado, visível a olho nu, concêntrico em faixas finas, numerosas, aproximadas e sinuosas, regularmente espaçadas. Poros visíveis a olho nu, múltiplos e em cadeias, pequenos, poucos numerosos, grande número obstruído por tilos. Linhas vasculares visíveis a olho nu, finas numerosas, apresentando tilos. Raios finos, numerosos, visíveis só sob lente; pouco visíveis na face tangencial, irregularmente dispostos. Camadas de crescimento distintas, demarcadas por parênquima marginal.

CEBRO

Cedrela odorata L., MELIACEAE

OUTROS NOMES VULGARES: Cedro-vermelho, Cedro-cheiroso

CARACTERES GERAIS: Madeira leve a moderadamente pesada (0,44 a 0,60 g/cm³); cerne variando do castanho claro ao bege rosado escuro e ao castanho avermelhado, um tanto demarcado do alburno róseo pálido; lustre mediano a elevado, com reflexos dourados; grã direita ou ligeiramente ondulada; textura grosseira; cheiro aromático; sabor levemente amargo.

DESCRIÇÃO MACROSCÓPICA: Parênquima bem perceptível a olho nu, em faixas marginais, estreitas ou largas, regulares e espaçadas, pouco onduladas, tocando parcialmente os poros. Poros bem visíveis a olho nu, poucos, médios a grandes, solitários em sua maioria, múltiplos de 2-3 poros, às vezes formando anéis porosos. Linhas vasculares bem notadas a olho nu, longas, retas, contendo resina oleosa escura e alaranjada. Raios no topo visíveis a olho nu, um tanto largos, de distribuição regular, contínuos; na face tangencial são visíveis com auxílio de lente, onde aparecem curtos e irregularmente dispostos; na face radial são visíveis a olho nu. Camadas de crescimento bem demarcadas pelos anéis porosos e pelo parênquima marginal. Canais intercelulares longitudinais frequentes, vazios ou com resina oleosa escura.

CONCLUSÕES

De um total de 126 gêneros e/ou espécies florestais, cujas amostras de madeira foram coletadas e identificadas botanicamente, somente 16 apresentaram, em uma primeira análise, condições suficientes para um adequado aproveitamento. Dentre essas destacaram-se algumas espécies de utilização consagrada no mercado interno e externo e outras de utilização mais restrita. A utilização dessas espécies, dentro da política florestal adotada para a floresta amazônica, deverá, certamente, ser conduzida de uma maneira racional, de modo a preservar os recursos naturais e possibilitar um fornecimento contínuo de produtos florestais. Deve-se, entretanto, na exploração florestal da referida área, levar em conta a madeira das espécies de emprego menos tradicional procurando introduzi-las nos mer-

cados consumidores, para usos menos nobres, como páletes ou na produção de energia. A descrição anatômica macroscópica apresentada, juntamente com as fotomicrografias, permite a identificação dessas espécies somente com o auxílio de uma lupa contá-fios de dez aumentos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAM., 1973. Folha S. A. 23, São Luiz e parte da Folha S. A. 24, Fortaleza. Rio de Janeiro, (a) v.3.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAM., 1973. Folha S. B. 23, Teresina e parte da Folha S. B. 24, Jaguaribe. Rio de Janeiro; (c) v. 1.
- BRASIL. DEPARTAMENTO NACIONAL DA PRODUÇÃO MINERAL. PROJETO RADAM., 1973. Parte das Folhas S. C. 23, Rio São Francisco e S. C. 24, Aracaju. Rio de Janeiro, (c) v. 1.
- COMISSÃO PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS, 1974. Descrição das características gerais, macroscópicas e microscópicas das madeiras de angiospermas dicotiledôneas. Lima, Peru, 26 p.
- GLERUM, B. B. e SMIT, G., 1965. Pesquisa Combinada Floresta Solo no Pará-Maranhão. Rio de Janeiro, SPVEA, 113 p. (Inventários Florestais na Amazônia, 9).
- LOUREIRO, A. A. & SILVA, M. F., 1968. Catálogo das Madeiras da Amazônia. Belém, SUDAM, 2 v.
- LOUREIRO, A. A.; SILVA, M. F. & ALENCAR, J. da C., 1979. Essências Madeireiras da Amazônia. Manaus, INPA, 2 v.
- MAINIERI, C., 1978. Fichas de Características de Madeiras Brasileiras. Publicação IPT, São Paulo (966).
- MAINIERI, C., 1958. Identificação das Principais Madeiras de Comércio do Brasil. Boletim IPT, São Paulo (16): 1-189.
- MAINIERI, C., 1971. Vinte e Cinco Madeiras da Amazônia de Valor Comercial: Caracterização Macroscópica, Usos Comuns e Índices Qualitativos. Publicação IPT, São Paulo (798): 1-29.
- MAINIERI, C. & PEREIRA, S. A., 1965. Madeiras do Brasil. Boletim IPT, São Paulo (96).
- RECORD, S. & HESS, R. W., 1969. Timbers of New World. 4 ed. Yale University Press, 640 p.
- RIBEIRO, J. R., 1971. O Maranhão e seu Revestimento Florístico. Brasil Floresta, Rio de Janeiro, 2(5): 9-20, Jan./mar.
- TOMAZELLO FILHO, M.; CHIMELO, J. P.; GARCIA, P. V. & COUTO, H. T. Z. do, 1981. Madeiras de espécies florestais do Maranhão I. Identificação e Aplicação. I.P.E.F., Piracicaba, (23). Dez. (no prelo).

Madeiras da Amazônia — Características e Utilização. VOL. I. Floresta Nacional do Tapajós

HARRY J. VAN DER SLOOTEN

Centro de Pesquisa em Produtos Florestais —
INPA/CNPq

LOURDES COBRA FEDALTO

CLEUBER DELANO JOSÉ LISBOA

JÚLIO EUSTAQUIO DE MELO

ALFREDO DE SOUZA MENDES

Laboratório de Produtos Florestais — IBDF

MANOEL SOBRAL FILHO

Centro de Pesquisa em Produtos Florestais —
INPA/CNPq

Com o objetivo de promover a utilização de espécies menos conhecidas da Região Amazônica, o Laboratório de Produtos Florestais - LPF do Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal, vem estudando, desde sua instalação em 1973, diversas espécies de várias localidades da Amazônia, destacando-se as Regiões do Tapajós (Pa), Curuá-Una (Pa) e Juruá-Solimões (AM).

O primeiro volume de estudos do LPF, sobre esta matéria, refere-se à Floresta Nacional do Tapajós, localizada no Município de Santarém, Estado do Pará, tendo como limites: norte - paralelo 39° 39' 30"; sul - paralelo 129° 45'; leste - Rodovia Cuiabá - Santarém; oeste - Rio Tapajós. Esta região constitui um pólo madeireiro de grande potencial econômico pela situação geográfica favorável e pela infra-estrutura existente.

As cinquenta e três espécies de madeiras, abaixo citadas, de que trata este primeiro volume, foram selecionadas com base em inventário florestal, realizado pelo IBDF, levando em consideração a frequência, o volume das espécies por unidade de área, as características gerais da árvore e o peso específico básico da madeira; uma vez que, espécies de peso específico mediano são de utilização mais ampla.

ÃOITA-CAVALO

Lueheopsis duckeana Burret

AMAPÁ AMARGOSO

Brosimum rubescens Taub.

AMAPÁ DOCE; MURURÉ RANA

Brosimum parinarioides Ducke
subsp. *parinarioides* C. C. Berg.

AMAPÁ DOCE; AMAPÁ DA TERRA FIRME

Brosimum potabile Ducke

ANDIROBA; IANDIROVA

Carapa guianensis Aubl.

BREU; BREU BRANCO DO CAMPO

Protium heptaphyllum (Aubl.) March
var. *brasiliense* Engl.

BREU SUCURUBA; BREU PRETO

Trattinnickia burserifolia (Mart.) Willd.

CAJU-AÇU; CAJUI

Anacardium spruceanum Benth. ex Engl.

CASTANHA DE ARARA; MUNGUBA GRANDE

Joannesia heveoides Ducke

CASTANHEIRA; CASTANHEIRO DO PARÁ

Bertholletia excelsa Humb. & Bonpl.

COPAÍBA

Copaifera duckei Dwyer
Copaifera reticulata Ducke

CUIARANA

Buchenavia huberi Ducke
Buchenavia sp.

CUIARANA

Terminalia amazonica (Gmel.) Exell.

ENVIRA PRETA

Diclinanona calycina (Diels) R. E. Fries

ENVIRA PRETA

Onychoptalum amazonicum R. E. Fries

FAVA BOLOTA; VISGUEIRO

Parkia pendula Benth. ex. Walp.

FAVEIRA FOLHA FINA

Piptadenia communis Benth.

FAVEIRA FOLHA FINA

Piptadenia suaveolens Miq.

FAVEIRA TAMBORIL; FAVEIRA BOLACHA

Enterolobium maximum Ducke

FREIJÓ

Cordia bicolor D. C.

FREIJÓ; FREI JORGE

Cordia goeldiana Huber

FREIJÓ

Cordia sagotii I. M. Johnston

ITAÚBA; ITAÚBA ABACATE

Mezilaurus lindaviana Schw. & Mez

ITAÚBA AMARELA; ITAÚBA

Mezilaurus itauba (Meissn.) Taubert ex Mez

LOURO VERMELHO; LOURO GAMELA

Nectandra rubra (Mez) C. K. Allen

(sin.: *Ocotea rubra* Mez)

MANDIOQUEIRA

Qualea cf. *lanceifolia* Ducke

MARUPÁ;

Simaruba amara Aubl.

MELANCIEIRA

Aleza grandiflora Ducke

MUIRATINGA; MUIRATINGA DA TERRA FIRME

Maquira sclerophylla (Ducke) C. C. Berg.
(sin.: *Olmedioperebea sclerophylla* Ducke)

MUNGUBA GRANDE DA TERRA FIRME

Eriotheca longipedicellata (Ducke) A. Robyns
(sin.: *Bombax longipedicellatum* Ducke)

MURURÉ; MUIRAPIRANGA

Brosimum acutifolium Huber
subsp. *interjectum* C. C. Berg.

PARA-PARÁ; CAROBA

Jacaranda copaia (Aubl.) D. Don.

PARICÁ GRANDE DA TERRA FIRME; FAVEIRA-BENGUE

Parkia multijuga Benth.

PAU-JACARÉ; PIRIQUITEIRA

Laetia procera (P. et E.) Eichl.

PENTE DE MACACO; ENVIRA PENTE DE MACACO

Apeiba echinata Gaertn.

QUARUBA VERDADEIRA; QUARUBA

Vochysia maxima Ducke

QUARUBARANA; QUARUBA VERMELHA

Erisma uncinatum Warm.

SUMAÚMA; SUMAÚMA VERDADEIRA

Ceiba pentandra Gaertn.

TACACAZEIRO; ACHICHÁ

Sterculia pilosa Ducke
Sterculia speciosa K. Sch.

TACHI PRETO FOLHA GRANDE; TACHI PITOMBA

Tachigalia myrmecophylla Ducke

TACHI VERMELHO; TACHIRANA

Sclerolobium aff. *chrysophyllum* Poepp. & Endl.

TAPEREBÁ; CAJÁ

Spondias lutea Linn.

TATAPIRIRICA; MARIA PRETA

Tapirira guianensis Aubl.

TAUARI

Couratari guianensis Aubl.
(sin.: *Couratari pulchra* Sandw.)

TAUARI

Couratari oblongifolia Ducke et Knuth

TAUARI

Couratari stellata A. C. Smith

UCUÛBA DA TERRA FIRME

Virola michellii Heckel
(sin.: *V. malinonii* (Ben.) A. C. Smith)

UCUUBARANA

Iryanthera grandis Ducke
Iryanthera sp

URUCU DA MATA; URUCURANA DA MATA

Bixa arborea Huber

A metodologia utilizada para a determinação das propriedades físicas e mecânicas seguiu as recomendações da Comissão Pan-Americana de Normas Técnicas - COPANT - 30. Para determinação de outras características tais como secagem, preservação, etc, a metodologia utilizada foi adaptada a partir de experiências de outros laboratórios e encontra-se detalhada na publicação.

Os resultados apresentados para cada uma das cinquenta e três espécies incluem:

- fotografias dos cortes radiais e tangenciais
- fichas descritivas contendo informações sobre:
 - . a árvore: altura comercial, diâmetro à altura do peito, forma do tronco e espessura da casca.
 - . a madeira: distinção entre o cerne e o alburno pela cor, distinção dos anéis de crescimento, grã, textura, figura, brilho peso vegetal (Kg/m³) e o peso específico básico (g/cm³).
 - . a secagem: velocidade (dias), defeitos e contração (%).
 - . a preservação: facilidade (grupos), retenção (Kg/m³) e forma de penetração.
 - . a trabalhabilidade quanto a serragem e ao aplainamento.

- tabela de valores médios das propriedades físico-mecânicas em condição verde e seca (CH=12%), sempre que for o caso:
 - peso específico básico (g/cm³), módulo de ruptura (Kg/cm²) e módulo de elasticidade (1000 Kg/cm²) na flexão estática, máxima resistência em compressão paralela às fibras (Kg/cm²), esforço no limite proporcional na compressão perpendicular às fibras (Kg/cm²), dureza Janka paralela e transversal (Kg), máxima resistência na tração perpendicular às fibras (Kg/cm²), máxima resistência ao cisalhamento (Kg/cm²). Nesta tabela, também são incluídos o desvio padrão e o número de amostras de madeiras utilizadas para se determinar os valores das propriedades físico-mecânicas.

Finalmente, com base nas propriedades físico-mecânicas, nas características das madeiras e por intermédio de comparação com espécies de uso consagrado no mercado internacional, as cinquenta e três espécies da Floresta Nacional do Tapajós, foram classificadas e agrupadas de acordo com seus possíveis usos finais industriais, conforme abaixo:

- Madeiras para construção
 - . Construção leve e molduras
 - . Construções gerais
 - . Construção pesada
- Acabamentos e divisórias
- Móveis
 - . Decorativos
 - . Utilidade
- Assoalramento
 - . Utilidade geral
 - . Utilidade pesada
- Dormentes
- Laminados e compensados
 - . Laminados decorativos
 - . Compensado de utilidade
- Caixas e engradados
- Postes, estacas e moirões

A publicação, dirigida ao mercado nacional e internacional, foi apresentada em edição bilingue português-inglesês.

***Eucalyptus grandis* com 5 Anos: Matéria Prima para a Indústria de Celulose**

CESLAVAS ZVINAKEVICIUS

Celulose Nipo-Brasileira – CENIBRA

CELSE EDMUNDO B. FOELKEL

Rio Grande – Cia. de Celulose do Sul – Riocell

JORGE KATO

Celulose Nipo-Brasileira – CENIBRA

Summary

The wood from 5 year-old trees of *Eucalyptus grandis* may become an important raw material for the kraft pulp industry. This type of wood is usually very easy to be delignified and the resulting kraft pulp is also easily bleached. Because of low wood density and thin fiber walls, the pulps show high bonding and strength properties. However, one should be careful in order to keep wood consumption and paper opacity in acceptable levels.

Resumo

Madeiras de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos cinco anos de idade, podem-se constituir em matéria-prima para a indústria de celulose kraft. Em geral, essas madeiras jovens mostram fácil deslignificação, as polpas são facilmente branqueáveis e mostram excelentes propriedades de ligação inter-fibras. Especial atenção precisa ser colocada na escolha de materiais que conduzam também a valores aceitáveis para consumo específico de madeira por tonelada de polpa e opacidade dos papéis produzidos.

INTRODUÇÃO

Existe alguma disposição no meio florestal brasileiro para uma possível e viável antecipação no ciclo de exploração de espécies comercialmente plantadas de *Eucalyptus*. Em geral, as espécies mais usuais de *Eucalyptus* para a produção de celulose são *E. saligna*, *E. grandis* e *E. urophylla*. Em trabalhos pioneiros realizados por MELLO (1968) e PEREIRA (1969) comprovou-se que, quer do ponto de vista florestal como tecnológico, essas três espécies atendiam bem à indústria de celulose em idades tão jovens como 5 anos. FOELKEL *et alii* (1981) mostraram que celulose kraft de ótima qualidade poderia mesmo ser obtida da madeira de *E. grandis* com 3 e 4 anos de idade. Uma das desvantagens atribuídas à madeira de árvores jovens consistia na sua mais baixa densidade básica, o que acarretava um maior consumo específico de madeira por tonelada de polpa produzida. A presente pesquisa vem em continuidade àquela realizada pelos autores, onde as madeiras de *Eucalyptus grandis* com 1, 2, 3 e 4 anos foram analisadas quanto ao seu potencial para transformação em celulose kraft. Decidiu-se dar seguimento à pesquisa, analisando-se as características da madeira e da celulose kraft obtidas de árvores do *E. grandis* com 5 anos de idade, amostradas no mesmo povoamento de onde foram coletadas as amostras de 1 a 4 anos, povoamento esse localizado em Belo Oriente - MG. Para

fins comparativos, obteve-se uma outra amostra de madeira de *E. grandis* com 5 anos de idade, proveniente de Viçosa - MG, onde se realizaram os ensaios de avaliação para fins celulósicos.

MATERIAL

Foram obtidas duas amostras de madeira de *E. grandis* aos 5 anos de idade, correspondentes a povoamentos localizados em Belo Oriente e Viçosa - MG. Em ambos os casos, amostraram-se três árvores representando a média dos povoamentos e após o descascamento, as árvores foram reduzidas a cavacos em picador industrial. Desprezaram-se, para a avaliação, os ponteiros, galhos, casca, etc.

Para fins de identificação da qualidade botânica dos povoamentos em questão, pode-se informar que o povoamento de Belo Oriente foi instalado com sementes certificadas de *E. grandis*, procedência Rodésia e o de Viçosa, de *E. grandis*, procedência Austrália.

Dendrometricamente, o material de Viçosa era mais desenvolvido, sendo as árvores de melhor forma e dimensões. Em média, as árvores amostradas mostravam as dimensões relatadas no Quadro 1.

Quadro 1: Dimensões médias das árvores amostradas

Dimensão	Amostra Belo Oriente	Amostra Viçosa
Altura total, m	18,8	24,0
Altura comercial, m	14,0	20,6
DAP, cm	14,4	18,0

É importante ressaltar porém, que o povoamento de *E. grandis* Belo Oriente consistia em um povoamento comercial, enquanto o de Viçosa era uma parcela experimental.

MÉTODOS E RESULTADOS

As madeiras foram analisadas quanto às suas características físicas, anatômicas e composição química. Os resultados estão mostrados no Quadro 2.

Quadro 2: Características físicas, anatômicas e químicas das madeiras

Característica	Amostra <i>E. grandis</i>	
	Belo Oriente	Viçosa
Fibras		
- comprimento, mm	0,83	0,92
- diâmetro, μ	12,94	14,00
- lúmen, μ	7,78	7,90
- espessura parede, μ	2,59	3,05
- índice de enfiamento	64,52	65,99
- coeficiente de flexibilidade	60,08	56,42
- fração parede	39,93	43,58
- índice de Runkel	0,665	0,773
- relação comprimento/espessura parede	320	303
Vasos		
- comprimento, mm	0,376	0,273
- largura, mm	0,148	0,120
Densidade básica, g/cm ³	0,436	0,527
Composição química, %		
- solubilidade água quente	2,35	2,40
- solubilidade NaOH 1%	12,40	13,06
- pentosanas	14,89	12,51
- lignina	25,35	27,99
- cinzas	0,26	0,44

Com a finalidade de permitir uma melhor visualização da distribuição de frequência das dimensões das fibras por classes pré-estabelecidas, foram elaborados os histogramas 1 e 2. Nesses, pode-se verificar em como variam proporcionalmente as seguintes características das fibras: comprimento, largura e espessura da parede.

Cavacos classificados de cada material foram submetidos a três cozimentos pelo processo kraft. As condições médias e os resultados obtidos para a conversão da madeira em celulose constam do Quadro 3.

Quadro 3: Produção de celulose kraft de *E. grandis* 5 anos

Condições/resultados	Amostra <i>E. grandis</i>	
	Belo Oriente	Viçosa
Condições		
- % NaOH ativo	14,0	14,0
- % sulfidez	22,2	26,5
- relação licor/madeira	4,5	4,5
- temperatura máxima, °C	170	170
- tempo até 170°C, min	90	92
- tempo à 170°C, min	45	45
Licor preto		
- g Na ₂ O/l residual	9,9	8,1
- % sólidos	11,7	12,8
- pH	12,6	12,5
Polpa		
- rendimento bruto, %	53,2	49,3
- rendimento depurado, %	52,7	48,4
- teor de rejeitos, %	0,5	0,9
- viscosidade CED, cP	31,9	40,8
- número kappa	21,8	17,6

Consumo específico

- m ³ sólido/t.a.s. polpa não-branqueada	4,35	3,92
---	------	------

Após depuração e lavagem, uma fração de cada polpa foi submetida ao branqueamento pela seqüência C E₁ H D₁ E₂ D₂.

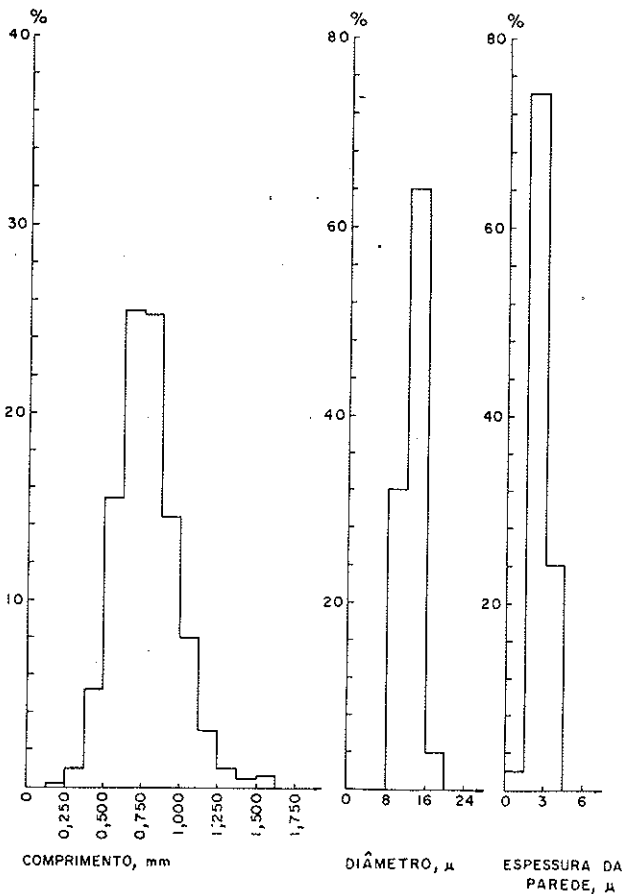
Os resultados médios dos branqueamentos para as polpas obtidas da madeira de *E. grandis* de Belo Oriente estão apresentados no Quadro 4 e os das polpas da madeira de Viçosa no Quadro 5. No Quadro 6 apresentou-se uma comparação entre os principais parâmetros dos branqueamentos das duas matérias-primas.

Quadro 4: Branqueamento C E₁ H D₁ E₂ D₂ - polpa obtida da madeira de *E. grandis* Belo Oriente

Condições/resultados	Estágio						
	C	E ₁	H	D ₁	E ₂	D ₂	SO ₂
% Cl ₂ ativo aplicado	2,82	-	0,58	1,58	-	0,53	-
% Cl ₂ ativo consumido	2,82	-	0,50	1,56	-	0,49	-
% NaOH aplicada	-	1,88	0,17	-	0,50	-	-
% Na ₂ SO ₃	-	-	-	-	-	-	1,00
Consistência, %	3,5	12	12	12	12	12	5,0
Temperatura, °C	25	60	40	70	60	70	25
Tempo, min	30	90	120	210	90	210	15
Alvura, %GE	-	-	-	-	-	93,6	93,7
Viscosidade, cP	21,8	21,8	19,6	18,5	16,3	14,3	14,9
Nº de cor posterior	-	-	-	-	-	0,44	0,39
Nº kappa	-	2,5	-	-	-	-	-

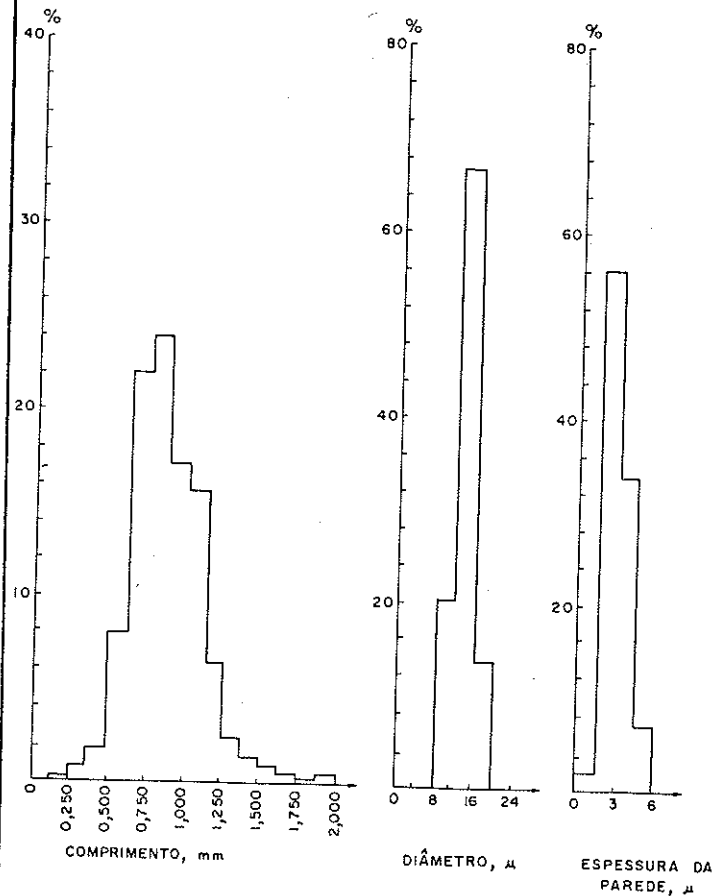
Quadro 5: Branqueamento C E₁ H D₁ E₂ D₂ - polpa obtida da madeira de *E. grandis* Viçosa

Condições/resultados	Estágio						
	C	E ₁	H	D ₁	E ₂	D ₂	SO ₂
% Cl ₂ ativo aplicado	2,91	-	0,70	1,58	-	0,53	-
% Cl ₂ ativo consumido	2,71	-	0,64	1,55	-	0,44	-
% NaOH aplicada	-	1,90	0,18	-	0,50	-	-
% Na ₂ SO ₃	-	-	-	-	-	-	1,00
Consistência, %	3,5	12	12	12	12	12	5
Temperatura, °C	25	60	40	70	60	70	25
Tempo, min	30	90	120	210	90	210	15
Alvura, %GE	-	-	-	-	-	-	91,5
Viscosidade, cP	-	-	-	-	-	-	17,0
Nº de cor posterior	-	-	-	-	-	-	0,58
Nº kappa	-	3,1	-	-	-	-	-



HISTOGRAMA 1 -

Distribuição por classes de frequência das dimensões das fibras do E. grandis Belo Oriente



HISTOGRAMA 2 -

Distribuição por classes de frequência das dimensões das fibras do E. grandis Viçosa

Quadro 6: Comparação da branqueabilidade das polpas das duas matérias-primas

Condição/resultado (média)	Amostra <u>E. grandis</u>	
	Belo Oriente	Viçosa
% Cl ₂ ativo total		
- aplicado	5,51	5,72
- consumido	5,37	5,34
% NaOH total aplicada	2,55	2,58
% Na ₂ SO ₃ aplicado	1,00	1,00
Alvura final, °GE	93,7	91,5
Viscosidade final, cP	14,9	17,0
Nº de cor posterior	0,39	0,58

Quadro 7: Propriedades físico-mecânicas médias das polpas kraft não-branqueadas obtidas do E. grandis Belo Oriente

Grau de refino, °SR	20	25	37	55
Nº de revoluções PFI, x10 ³	0	1,9	8,9	14,9
Auto-ruptura, km	7,6	9,1	10,5	10,5
Elongação, %	2,5	3,2	3,9	4,3
Fator de estouro	42,2	63,2	80,4	99,0
Fator de rasgo	109	114	115	115
Dobras duplas, MIT	43	208	610	886
Densidade aparente, g/cm ³	0,588	0,638	0,680	0,707

A seguir, tanto as polpas branqueadas, como as não-branqueadas, foram submetidas ao refino em moinho PFI e ensaiadas físico mecanicamente conforme a metodologia TAPPI. Os resultados médios para os refinos estão nos Quadros 7 a 10.

Quadro 8: Propriedades físico-mecânicas médias das polpas kraft não-branqueadas obtidas do *E. grandis* Viçosa

Grau de refino, °SR	20	25	37	55
Nº de revoluções PFI, x10 ³	0	1,2	5,5	11,8
Auto ruptura, km	7,1	8,1	9,6	10,2
Elongação, %	1,7	2,3	3,1	3,6
Fator de estouro	39,1	58,0	75,6	86,2
Fator de rasgo	100	105	109	112
Dobras duplas, MIT	34	119	395	1040
Densidade aparente, g/cm ³	0,566	0,615	0,672	0,696

Quadro 9: Propriedades físico-mecânicas médias das polpas kraft branqueadas obtidas de *E. grandis* Belo Oriente

Grau de refino, °SR	20	25	37	55
Nº de revoluções PFI, x10 ³	0	4,0	12,4	51,0
Auto-ruptura, km	3,8	7,4	8,0	8,3
Elongação, %	1,6	3,2	3,6	3,9
Fator de estouro	20,0	64,7	83,8	90,6
Fator de rasgo	91	122	123	120
Dobras duplas, MIT	6	128	608	980
Densidade aparente, g/cm ³	0,599	0,686	0,724	0,734
Opacidade de impressão, %	80,5	77,5	75,0	73,5

Quadro 10: Propriedades físico-mecânicas médias das polpas kraft branqueadas obtidas de *E. grandis* Viçosa

Grau de refino, °SR	20	25	37	55
Nº de revoluções PFI, x10 ³	0	2,2	8,0	13,5
Auto-ruptura, km	4,7	7,4	9,2	9,6
Elongação, %	2,0	2,9	3,6	3,9
Fator de estouro	26,9	52,2	73,1	80,0
Fator de rasgo	79	105	110	110
Dobras duplas, MIT	9	74	331	620
Densidade aparente, g/cm ³	0,572	0,625	0,675	0,700
Opacidade de impressão, %	82,8	80,5	76,0	74,6

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Foi realmente muito bom o comportamento tecnológico das duas amostras de *E. grandis* com 5 anos de idade. As madeiras apresentaram características interessantes para a produção de celulose, o que se confirmou pelos testes de conversão realizados. Entretanto, embora conduzindo, ambas as amostras, a bons resultados de viabilidade técnica para produção de polpa kraft, as características das madeiras e polpas das duas amostras não eram similares. Algumas diferenças na qualidade das madeiras muito propriamente se refletiram nas propriedades das celuloses. Esse é um fator positivo, pois significa que existe variabilidade dentro da espécie, quer devido à procedência das sementes e/ou às condições "in locu" da implantação dos povoamentos. Isso permitirá a busca da melhor combinação em cada situação.

Comparativamente, a madeira do *E. grandis* Belo Oriente mos-

trou-se como propícia a sofrer mais fácil deslignificação, devido ao seu menor teor de lignina, maior dimensões dos vasos e menor densidade básica. Aliás, a densidade básica média desse material continuou a se mostrar baixa, embora houvesse uma expectativa de aumento por parte de FOELKEL *et alii* (1981), de que no quinto ano do povoamento, a madeira pudesse ter sua densidade básica melhorada em relação às amostras coletadas do primeiro ao quarto ano. Realmente, essa madeira foi mais fácil de ser transformada em celulose que aquela de Viçosa, dando um maior rendimento e baixo teor de rejeitos. Entretanto, essa vantagem não foi suficiente para permitir que o consumo específico de madeira por tonelada de celulose se mostrasse atrativo. A principal razão para isso é a densidade básica de 0,436 g/cm³. A madeira do *E. grandis* Viçosa já mostrou melhor consumo específico, tendo em vista sua densidade básica algo maior e dentro de padrões usuais em fábricas de celulose kraft.

Uma característica anatômica que desperta atenção em ambas as amostras, e mais ainda para a de Belo Oriente, é a fina espessura das paredes das fibras. Como consequência, o coeficiente de flexibilidade dessas fibras mostrou-se acima de 55%, o que confere alta capacidade de inter-ligação na formação da folha de papel.

A par da fácil polpeabilidade dessas madeiras, características excelentes foram obtidas para as propriedades físico-mecânicas das celuloses branqueadas e não-branqueadas. Ressalte-se, inclusive, que o branqueamento das polpas foi bem mais fácil do que o usualmente conseguido para as polpas de madeiras mais velhas.

As propriedades mecânicas que mais chamaram a atenção, por seus valores excelentes foram: auto-ruptura, elongação, fator de estouro e dobras duplas. As demais propriedades mantiveram-se em níveis também bastante aceitáveis. A única ressalva consiste na maior densidade aparente que as polpas passaram a apresentar devido à maior inter-ligação das fibras. Uma consequência indesejável desse fenômeno, mas possível de ser controlada, é a diminuição da opacidade das folhas de papel.

CONCLUSÕES

Madeiras de árvores de *Eucalyptus grandis*, aos cinco anos de idade, podem-se constituir em matéria-prima para a indústria de celulose, frente às excelentes qualidades físico-mecânicas das polpas kraft obtidas e fáceis deslignificação da madeira e branqueamento das celuloses. A variabilidade que ocorrer dentro da espécie para qualidade da madeira e da celulose, variabilidade de essa devido à procedência das sementes e/ou condições de implantação, manejo e edafo-climáticas, permitirá a escolha da melhor combinação de fatores para cada situação. Especial atenção precisa ser colocada na escolha de materiais que permitam, além de boas qualidades físico-mecânicas nos papéis obtidos, consumo específico de madeira por tonelada de polpa e opacidade nos papéis compatíveis ao esperado para as madeiras de eucalipto, hoje comercialmente empregadas pela indústria celulósico-papeleira.

LITERATURA

- FOELKEL, C.E.B.; ZVINAKEVICIUS, C.; KATO, J. & MILANEZ, A.F. Possibilidades do emprego de eucaliptos jovens na produção de polpa kraft. *O Papel*, São Paulo, 42 (11): 95 - 100, 1981
- MELLO, H.A. Aspectos do emprego de fertilizantes minerais no reflorestamento de solos de cerrado do Estado de São Paulo, com *Eucalyptus saligna*. Tese de concurso. E.S.A. "Luiz de Queiroz", USP, 176 p., 1968
- PEREIRA, R.A.G. Estudo comparativo das propriedades físico-mecânicas da celulose sulfato de madeira de *Eucalyptus saligna*, *E. alba* e *E. grandis*. Tese de doutoramento, USP, 129 p., 1969.

O Instituto da Reposição Florestal Obrigatória

ROBERTO DE MELLO ALVARENGA
Sociedade Brasileira de Silvicultura

Summary

This paper studies official policy development of forest replacement over concerning legislation, putting in evidence correct points, contradictions and inconveniences of just mentioned policy. Also shows replacement standard in its present phase is capable of attending wood stock maintenance, however it takes no effects in conservation of available species of economical levels and in the preservation of forest ecological equilibrium.

Resumo

O presente trabalho analisa a evolução da política oficial de reposição florestal através da legislação pertinente, pondo em evidência acertos, contradições e inconveniências dessa política. Mostra também que o instituto da reposição, na sua fase atual, pode atender à manutenção dos estoques madeireiros mas é de pouco efeito na conservação das espécies em níveis econômicos e na preservação do equilíbrio ecológico.

I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. Panorama brasileiro

A diminuição progressiva e exagerada da cobertura arbórea em todo território nacional, com exceção da região Norte, constitui fenômeno cuja evidência dispensa quaisquer comentários.

Essa supressão desordenada das florestas tem tido consequências negativas nas regiões mais atingidas, que se evidenciam pela escassez de produtos florestais e por graves desequilíbrios ecológicos.

A constatação dos maus efeitos das derrubadas, somada ao que se sabia de outros países onde ocorrera o mesmo fenômeno, deu origem, no passado, a brados de alerta e a campanhas de conscientização pública, que, sem conter ou modificar o fenômeno, tiveram o mérito de gerar a legislação de controle, que hoje é uma realidade, apesar das imperfeições que ainda apresenta.

2. Obrigatoriedade e coerção

A existência dessa legislação, que pretende controlar o corte das matas e forçar a reposição do material lenhoso suprimido, mostra que a atividade florestal no Brasil, na sua generalidade, é conduzida de forma imprópria aos interesses nacionais. Com isso o Governo é obrigado não só a legislar em defe-

sa das matas, como a impor essa legislação através de medidas diversas, dentre as quais não se excluem as de natureza política e judicial num elenco de providências que podem entusiasmar parte da população sensibilizada para o valor das florestas, mas que, no mais das vezes, são mal recebidas pelos que estão diretamente ligados à atividade florestal.

Isso configura uma situação de desvantagem e de inconveniência, uma vez que a ação do Governo, contrariando tendências e costumes, torna-se com isso muito pouco eficaz.

II - FUNDAMENTOS LEGAIS

1. Legislação anterior

O Código Florestal de 1934 já tratava da reposição e do auto abastecimento dos consumidores de produtos florestais e, neste campo, no presente trabalho, torna-se útil a análise dos seus dispositivos.

Em primeiro lugar, é de se considerar o artigo 26, que obrigava as empresas siderúrgicas e as de transporte, no gozo de concessão ou de outro favor oficial, a manter em cultivo as florestas indispensáveis ao suprimento regular da lenha ou do carvão de madeira, de que necessitassem, em áreas estabelecidas de acordo com a autoridade florestal. Seria dispensado o plantio de reposição nas regiões de extensas florestas virgens, pela repartição competente.

Essas disposições mostram que há meio século, o consumo de carvão e lenha, por siderúrgicas e empresas de transporte, no que representa em termos de diminuição do patrimônio florestal nativo, vem constituindo preocupação do Governo. É verdade que o artigo citado restringia a obrigação às empresas que estivessem no gozo de concessão ou de outro favor oficial, introduzindo uma limitação na reposição completamente estranha aos aspectos florestais do problema.

Outro dispositivo desse Código ligado ao assunto (artigo 31), regulava o aproveitamento de árvores mortas ou secas, das florestas protetoras ou remanescentes, obrigando no caso, o replantio imediato de vegetal de mesma espécie, ou de outra adequada às condições locais. Também na exploração de florestas de composição homogênea o corte das árvores far-se-ia de forma a não abrir clareiras na massa florestal (artigo 49).

Por outro lado, as árvores abatidas, salvo as que já estivessem renovando por brotação, seriam substituídas por mudas da mesma espécie ou de outra essência florestal julgada preferível, devidamente selecionadas sempre com o espezamento que a técnica exigisse.

Finalmente (artigo 50), na exploração de florestas de composição heterogênea, a substituição poderia ser feita por espécie diferente das abatidas, visando a homogeneidade da floresta futura e melhoria da sua composição florística.

Esses dispositivos mostravam duas preocupações do legislador de 1934, que incompreendidas e frustradas, de certa forma e sob alguns aspectos, perduram até hoje.

A primeira diz respeito ao plantio no mesmo local do corte, ou, em outras palavras, refere-se à reconstituição fi-

sica da própria floresta explorada. A segunda liga-se à obrigação de plantio da mesma espécie explorada ou de outra preferível, visando garantir a perpetuação da floresta, o mais possível na sua composição original.

A existência dessas disposições de aplicação sempre postergada, vale, quando mais não seja, para mostrar que o legislador, na ânsia de ver o problema plenamente equacionado, distanciou-se da realidade, tornando a lei, nesse ponto, praticamente inexecutável.

2. Legislação atual

O Código Florestal de 1965 (Lei 4.771), regula a reposição através de dois artigos, a seguir transcritos:

art. 20 - As empresas industriais que, por sua natureza, consumirem grandes quantidades, de matéria-prima florestal, serão obrigadas a manter dentro de um raio em que a exploração e o transporte sejam julgados econômicos, um serviço organizado, que assegure o plantio de novas áreas próprias ou pertencentes a terceiros, cuja produção, sob exploração racional, seja equivalente ao consumido para o seu abastecimento.

Parágrafo único - o não cumprimento do disposto neste artigo, além das penalidades previstas neste Código, obriga os infratores ao pagamento de uma multa equivalente a 10% (dez por cento) do valor comercial da matéria-prima florestal nativa consumida além da produção da qual participe.

art. 21 - As empresas siderúrgicas, de transporte e outras, à base de carvão vegetal, lenha ou outra matéria-prima vegetal, são obrigadas a manter florestas próprias para exploração racional ou a formar, diretamente ou por intermédio de empreendimentos dos quais participem, florestas destinadas ao seu suprimento.

Parágrafo único - A autoridade competente fixará para cada empresa o prazo que lhe é facultado para atender ao disposto neste artigo, dentro dos limites de 5 a 10 anos.

Do exame dessas disposições pode-se concluir que a legislação, nesse ponto, evoluiu bastante por ter abandonado a exigência impraticável, à época da lei, da reposição com a mesma espécie e no mesmo local do corte. Isso representou uma mudança de conceito, uma vez que não foi mais exigido o replantio da árvore suprimida mas sim a reposição da madeira colhida.

Além dessa mudança essencial, ocorreu outra não menos importante, a de permitir a reposição em local diferente do da extração, escolhido este por critérios econômicos e não ecológicos.

A análise dos artigos transcritos permite considerar que a reposição gira, no caso, em torno de 3 conceitos básicos: 1º só as pessoas jurídicas são atingidas pela obrigação de repor, uma vez que os artigos alusivos ao assunto referem-se a empresas; 2º em ambas as situações há entendimento de que a reposição liga-se a grandes quantidades de consumo, ou em outras palavras, só os grandes consumidores seriam obrigados a repor e 3º também em ambos os casos, só a supressão e o uso da mata nativa geram a obrigação de repor. A falta de regulamentação todavia impede que essas ilações, ainda que claras e evidentes, venham a ter força de lei.

III - EVOLUÇÃO E CONSEQUÊNCIAS

O IBDF, tendo em conta a demora do regulamento, e partindo do pressuposto de que o Código de 1965 era auto-aplicável na maioria dos seus dispositivos, passou à execução da Lei, regulando-a no que foi julgado necessário, através de Portarias. E, em que pese o fato de que essa decisão deu flexibilidade à execução do Código, é de se considerar que as Portarias, em muitos casos, expressam conveniências casuais calçadas em interpretações discutíveis de alguns dos seus dispositivos.

Assim, em primeiro lugar, está a extensão da obrigação de replantio também às pessoas físicas, como acha-se expresso o artigo 50 da Instrução Normativa 001, de 11.04.80. Em segun-

do lugar, a obrigação de replantio atinge também a mata plantada, nos casos de corte final das florestas formadas em substituição às nativas (§ único/artigo 14/IN 001) e nas situações de exploração dos reflorestamentos de terceiros por empresas que utilizam matéria-prima florestal. Finalmente o conceito de grandes quantidades foi abolido, uma vez que todas as partidas de madeira exigem Guias Florestais, e estas são concedidas mediante apresentação de projeto de reposição florestal. Apenas quantidades pequenas de lenha para uso doméstico, toras de madeira velha, oriundas de limpeza de terreno destinado às operações agrícolas, dispensam guias e, consequentemente, não geram a obrigação de reposição (artigo 75/IN 001).

Ainda que estes procedimentos não estejam perfeitamente afinados com as disposições do Código (art. 20/21), podem ser considerados como defensáveis e até mesmo necessários. Nesse caso, é de se ter presente a necessidade de ser adaptada a lei a essas condições, numa providência de execução imediata, uma vez que opera-se presentemente a revisão do Código Florestal, por força de determinação contida no Decreto nº 84.464 de 07 de fevereiro de 1980.

1. Redução da reposição

O artigo 21 do Código Florestal, que se refere ao consumo de lenha e carvão pelas siderúrgicas e transportadoras, impõe o auto abastecimento dessas empresas em prazo de terminado, permitindo, no caso, duas saídas: formação de florestas artificiais ou manutenção de florestas nativas próprias, para exploração racional.

Essas opções, todavia, não têm tecnicamente o mesmo valor. Enquanto o reflorestamento é de resultados evidentes, o manejo florestal sustentado vem suscitando algumas dúvidas. Dentre elas, a mais importante diz respeito ao possível decréscimo progressivo desses povoamentos, em volume e qualidade, por força das explorações sucessivas. Esse decréscimo decorreria do fato de que o manejo nesses casos é empírico e obedece tão somente aos interesses pecuniários dos responsáveis pela exploração. Por outro lado, o acompanhamento e o controle desse manejo por parte das autoridades vem se mostrando difícil.

Por tudo isso, no controle do auto suprimento, a opção de deter florestas nativas manejadas no lugar da implantação do reflorestamento, deve ser revista.

Nesse contexto, a Portaria DC 10 de 20.06.75 (Art. 10) abria a possibilidade da reposição florestal ser reduzida à metade se a pessoa jurídica fosse titular de terras, na região do cerrado, onde o manejo florestal sustentado assegurasse se suprimento razoável de matéria-prima, de forma contínua e permanente.

Também podiam usufruir as mesmas vantagens, as empresas detentoras de florestas naturais que submetessem ao IBDF projeto de manejo florestal sustentado. Na Instrução Normativa 001 desaparece a última opção, perdurando apenas a que se refere ao cerrado (art. 22).

No caso há a considerar que seria mais plausível reduzir a reposição florestal à metade, desde que o abastecimento proveniente das florestas nativas submetidas a manejo sustentado correspondesse pelo menos a 50% do consumo. Entretanto, esse equilíbrio quantitativo não existe, uma vez que concede-se redução quantificada para a reposição, com base apenas na exigência de um suprimento razoável proveniente de florestas próprias submetidas a manejo sustentado.

2. Transferência da obrigação

Antes da crise do petróleo, a tendência era de exigir o cumprimento da reposição com rigor progressivo, buscando-se inclusive desestimular o uso da madeira como combustível. Apesar do setor da siderurgia continuava a demandar quantidades crescentes de carvão vegetal, com a consequente necessidade de dar atendimento a essa demanda sempre ampliada. Esse fenômeno gerou estudos que deram origem, dentre outras providências, a

dê redução da reposição, na forma discutida no tópico anterior.

O atendimento a essa demanda, entretanto, constituía preocupação isolada, uma vez que em termos energéticos, o uso da madeira estava sendo naturalmente abandonado.

A partir de 1974, todavia, ocorreram, como é do conhecimento geral, grandes mudanças na estrutura energética do País. O aumento exagerado do preço do petróleo tornou econômico o uso da lenha, mesmo considerada a diferença de poder calorífico. Além disso, o Governo Federal passou a estimular o recurso às fontes alternativas de energia, forçando em muitos casos o retorno ao emprego dos combustíveis provenientes da árvore. Essa política teve, como não podia deixar de ser, reflexos na própria conduta das autoridades, que viram-se obrigadas a conciliar os preceitos de controle e de reposição com as exigências emergentes de ampliação da exploração florestal.

Data dessa época o advento da Portaria Interministerial (MA/MNE) nº 934, baixada em 30.12.76, que trouxe a inovação de liberar as cerâmicas, olarias, panificadoras e outros estabelecimentos similares, da obrigação de replantio, no caso do emprego da lenha, transferindo essa obrigação para o IBDF na parte executiva e para o Conselho Nacional do Petróleo, na parte financeira. Até aí, todavia, o preceito da reposição vinha sendo obedecido em todos os seus delineamentos tradicionais.

3. Isenção da reposição

Pressionado pela necessidade de facilitar o uso da lenha e do carvão vegetal e obedecendo a preceitos emanados de outros setores governamentais, o IBDF, em 16 de dezembro de 1980, baixou a Portaria Normativa nº 903 que, no que tem de mais importante, institui o registro de produtores de lenha e carvão vegetal em regime especial, e admite a isenção de reposição nos casos que especifica. A Portaria, nesse particular, traz para o setor duas modificações importantes: (1) dispensa a reposição em dois casos tipificados e (2) transfere a obrigação de exploração em sistema de produção sustentada para o produtor, tirando-a do consumidor. Ambas as medidas parecem ferir o disposto no Código Florestal. A primeira por conceder isenção não prevista na Lei e a segunda por contrariar o seu artigo 21, que impõe ao consumidor, e só a ele, a obrigação de manter florestas próprias para exploração racional.

4. Situação atual

A reposição florestal sob seu aspecto regimentar acha-se bastante confusa, tendo em conta não só a sucessão desordenada das normas como, o que é mais grave, a nítida impressão de que em muitos dos seus aspectos, o regulamento está servindo mais para salvar aparências do que para solucionar problemas. E disso o IBDF tem consciência, uma vez que está disposto a ir ao fundo da questão, propondo-se a rever esse instituto sem recorrer ao processo antes usual de apenas retificar ou emendar um modelo fundamentalmente impróprio.

IV - DIRETRIZES DE REVISÃO

1. Exploração sustentada

Na reformulação das Portarias que controlam o auto-abastecimento das empresas consumidoras de lenha e carvão, não há a alterar com relação à exigência do reflorestamento. A alternativa da exploração sustentada da floresta nativa deve, entretanto, ser reavaliada para que se obtenham informações conclusivas sobre (1) a existência de métodos de trabalho já comprovados na prática, que permitam pelo menos a manutenção por um período dos níveis de produtividade e de qualidade dos talhões submetidos a esse tipo de exploração (2) a viabilidade econômica, desses métodos, de forma que o custo da lenha produzida seja inferior ao do produto similar proveniente do reflorestamento (a quantia a menor deve compensar a diferença de qualidade) e (3) a possibilidade de ser mantido pelo IBDF rigoroso controle sobre os produtores registrados que optarem pelo sistema.

2. Desmatamentos agrícolas

É de se reconhecer que o aumento do uso de madeira combustível (lenha/carvão), como é da intenção do Governo, pode ser conseguido também na medida em que for abrandada ou eliminada a obrigação de reposição.

Como prosseguem os desmatamentos feitos na implantação do reflorestamento e no uso alternativo do solo, com a produção de material lenhoso sempre desperdiçado, fácil foi se chegar à conclusão de que o aproveitamento desse material não deve gerar obrigação de replantio, uma vez que é proveniente de florestas cuja supressão pura e simples está prevista na lei. Esse raciocínio dever ter inspirado a redação do item I do artigo 12 da Portaria Normativa nº 903 de 16.12.82, que isenta da reposição os que venham a utilizar resíduos da exploração florestal advindos de reflorestamento. Esse dispositivo, sem qualquer prejuízo, deveria referir-se também à utilização dos resíduos florestais provenientes das operações de limpeza no uso alternativo do solo.

Entretanto, as empresas consumidoras que se enquadram no artigo 21 do Código (siderúrgicas e transportadoras), a rigor não poderiam se beneficiar dessa isenção, uma vez que a Lei visa nesse caso apenas a formação de estoque de matéria florestal, sem vincular essa obrigação à origem do combustível lenhoso consumido. O assunto ficaria melhor regulado se a madeira que não acarreta obrigação de replantio, fosse encaminhada para uso de pequenos consumidores, assim classificadas por critério próprio do IBDF. Aliás o fomento do uso da madeira combustível está ampliando enormemente o segmento de consumidores que consideram esse combustível como um simples insumo secundário e que não têm e não pretendem ter qualquer vinculação com o processo de produção desse insumo. Esse segmento, dependendo do nível de consumo, poderia abastecer-se dessa lenha e carvão que não gerariam, tanto na produção como no uso, a obrigação de replantio.

Todavia nesse caso, a comercialização do insumo deveria ter outra estrutura, voltando-se à implementação de carvoarias e lenhadoras que como no passado, pudessem concentrar partidas esparsas vindas das zonas de produção e, posteriormente, distribuírem os produtos nas qualidades requeridas pelos pequenos consumidores.

3. Reordenamento

As sucessivas Portarias de controle do IBDF, tratam da reposição de maneira englobada com a exploração e a utilização e, ainda, dividem o assunto por segmentos que representam apenas a fusão dos atos públicos que cuidavam dos mesmos, separadamente: matéria-prima florestal, lenha/carvão, Araucária angustifolia e palmito.

Todavia, a aplicação dos dispositivos contidos nestes capítulos, mostram a conveniência do reordenamento da matéria, como providência básica no processo de revisão do estatuto da reposição florestal. Por outro lado, mesmo no caso do replantio, o palmito deveria ter tratamento separado, em outra Portaria.

Assim, a madeira, nesse contexto, seria dividida em três categorias: madeira industrial, madeira energética e madeira de serraria, com tratamentos distintos peculiares a cada categoria.

Madeira industrial - incluir-se-ia neste item a madeira utilizada como matéria-prima na indústria e proveniente do reflorestamento, com predominância quase absoluta de Pinus e Eucalyptus. A madeira serrada dessas espécies, estaria incluída no mesmo item.

As indústrias já estão isentas da reposição quando utilizam matéria-prima própria.

Entretanto essa obrigação existe em dois casos:

1º - Quando ocorre o último corte da floresta plantada, de propriedade de terceiros, não vinculada à empresa consumidora;

29 - Quando ocorre o último corte da floresta planta da que representa a reposição da floresta nativa anteriormente explorada.

Com isso, nesse segmento, existem dois tipos de tratamento para o mesmo tipo de floresta, uma vez que, particularmente, há talhões de eucaliptos que podem ser eliminados após o terceiro corte, ao passo que outros, absolutamente idênticos, geram a obrigação de replantio ao final do ciclo de exploração.

Outro problema, também comum ao segmento de madeira energética, diz respeito à obrigação de ser, a reposição, feita no Estado de origem da matéria-prima consumida.

Isso, de certa forma, contraria o disposto nos artigos 20 e 21, onde, de forma expressa no primeiro, e implícita no segundo, está a condição de reposição em áreas cuja distância seja economicamente aceitável, sem qualquer referência à Unidade da Federação.

Madeira energética - incluir-se-ia neste item, apenas para efeito de regulamento, o carvão vegetal siderúrgico.

Esse setor (siderurgia), em termos de reposição florestal, acha-se estruturado através do chamado Plano Integrado Floresta-Indústria, formado pelo CONSIDER e o IBDF e cuja finalidade é garantir 50% do abastecimento próprio em 1985 e auto-suficiência em 1995, com plantios dimensionados inclusive para cobrir as expansões previstas.

Por seu lado, a indústria siderúrgica, com isso, liberta-se da vinculação estreita entre consumo e plantio, uma vez que a reposição é toda ela ditada pelo Plano.

Outro segmento que dispõe de planejamento próprio, na reposição da madeira energética, é aquele que já vinha utilizando madeira como matéria-prima industrial. Nesse caso, o programa de plantio original é acrescido com o reflorestamento para fins energéticos, previsto no plano de substituição, em cada indústria, do óleo combustível por lenha ou carvão.

Finalmente, o 4º segmento é o constituído pelos novos usuários da lenha ou do carvão que, utilizando no processo industrial outras matérias-primas que não a madeira, não têm qualquer vinculação anterior com a floresta e os seus problemas.

A reposição nesse caso deveria obedecer a dois critérios:

1º - isenção completa para os usuários que estivessem situados abaixo de um determinado nível de consumo;

2º - cumprimento da obrigação com o recolhimento de taxa à conta RECURSOS ESPECIAIS A APLICAR - OPTANTES DE REPOSIÇÃO FLORESTAL, o que poderia ser feito com reflexos totais, graduais ou nulos sobre a economia da empresa, desde que adotada pelo governo, uma das seguintes opções:

1ª - pagamento pela empresa do valor integral da taxa;

2ª - pagamento pela empresa de parte do valor da taxa,

sendo a diferença recolhida, a título de subsídio, pelo Conselho Nacional do Petróleo, e

3ª - pagamento pelo Conselho Nacional do Petróleo, do valor integral da taxa.

Madeira de serraria - Neste segmento, o problema da reposição é o que exige maior profundidade de exame, tendo em conta a complexidade que apresenta.

Em primeiro lugar surge nas Portarias, a partir de 1965, a figura da reposição com a mesma espécie explorada, cujo amparo legal é referido aos artigos 20 e 21 do Código. Entretanto, a análise do assunto mostra que essa ligação não existe e nem está subentendida nesses dispositivos.

Em segundo lugar nota-se o fato de que a exigência de reposição com a mesma espécie, na Portaria DC 10, era gradualizada (76/30%-77/50%-78/100%) e, apesar da total inobservância do dispositivo, a exigência continua sendo de 100% na Instrução Normativa 001, que foi baixada 5 anos depois, em abril de 1980.

Esse dispositivo apresenta dificuldades de tal ordem que impedem o seu cumprimento, mesmo que contasse com toda a boa vontade dos responsáveis por sua execução. Isso porque não existe experiência comprovada do plantio dessas essências em escala comercial, com exceção do pinho brasileiro. Também desconhece-se o manejo e o ciclo econômico dessas espécies, sendo certo entretanto que prazos de espera de 50 a 80 anos, no mínimo, serão exigidos pela maioria dessas espécies.

Por isso, a Sociedade Brasileira de Silvicultura, no seu ante-projeto de Código Florestal, idealizou o sistema de reposição das essências de serraria com espécies similares de mais fácil plantio mas com as mesmas características de uso ou de aparência das madeiras cujo replantio seja reconhecida-mente inviável, nas condições em que se pretende seja feito.

O exemplo clássico usado é da substituição de peroba pelo *Eucalyptus citriodora*, que produz em 1/4 do tempo, madeira da mesma qualidade e no mesmo volume, da espécie substituída, com a vantagem do total domínio da técnica de plantio dessa essência.

Corroborando essa tendência de se passar ao uso de espécies afins, a SUDAM acaba de publicar (1981) trabalho corresponsável ao Grupamento de Espécies Tropicais da Amazônia por Similariedade de Características Básicas e por Utilização. Se o processo já está se engrenando na parte de uso é de se pensar que possa ser estendido à reposição, utilizando-se a espécie ou as espécies de um mesmo grupo, cujo plantio já esteja sob controle técnico.

V - OBSERVAÇÃO FINAL

No presente trabalho foram considerados apenas os aspectos técnicos-legais da reposição, sem qualquer preocupação com problemas econômicos-administrativos envolvidos nesse processo.

Reposição Obrigatória: Pluriparticipação nos Empreendimentos Florestais Não Incentivados

PAULO LEITE FISCHER
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal

Summary

This study is basically an analysis of the juridical relationship that is established every time a group of persons partake of a planted forest in order to comply with compulsory forestation.

Such participation is agreed by means of a peculiar contract, forming a peculiar partnership. Both contract and society are here analysed and defined.

Brazilian, french and italian doctrines related to this subject were consulted, enabling the development of definitions, such as the ones here presented.

Resumo

O presente trabalho constitui, basicamente, uma análise das relações jurídicas que surgem sempre que exista pluriparticipação em projetos de reflorestamento que visem à reposição obrigatória.

Tal participação é acertada por meio de um contrato peculiar, formando uma associação peculiar. Contrato e sociedade são analisados e definidos neste trabalho.

Para chegar a tais definições consultamos as doutrinas brasileira, francesa e italiana.

INTRODUÇÃO

A Lei nº 4771, de 15 de setembro de 1965 obriga os consumidores de produtos oriundos de florestas, ao plantio de novas áreas, em terras próprias ou pertencentes a terceiros.

O Instituto Brasileiro de Desenvolvimento florestal - IBDF, como órgão cuja destinação é, além de formular a política florestal, orientar, coordenar e executar ou fazer executar as medidas necessárias à utilização racional, à proteção e à conservação dos recursos naturais renováveis e ao desenvolvimento florestal do País, tem regulamentado a atividade conhecida como "reposição obrigatória".

A dinâmica dessa "reposição obrigatória", sem incentivos fiscais, enseja o surgimento de relações jurídicas, algumas das quais são estudadas no presente trabalho.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Confessamos não haver encontrado qualquer texto específico a respeito do assunto ora apresentado.

METODOLOGIA

O estudo das relações jurídicas que surgem em decurso da pluriparticipação em projetos de reflorestamento foi desenvolvido segundo metodologia que pudesse reduzir as dificuldades existentes no que se refere à sua perfeita caracterização e conclusão.

Essas dificuldades devem-se à inexistência, segundo nos foi possível apurar, de estudos anteriores.

Foram pesquisadas as seguintes fontes de informação:

- a) Bibliografia referente ao Direito das Obrigações;
- b) Bibliografia referente ao Direito Comercial;
- c) Revistas de jurisprudência;
- d) Pareceres e artigos jurídicos.

Bibliografia Referente ao Direito das Obrigações e ao Direito Comercial;

Tal trabalho de pesquisa resultou de uma revisão de literatura exaustiva, abrangendo consulta direta em livros, periódicos, teses e pareceres jurídicos.

Os autores e livros citados no decurso do texto são assinalados em notas numeradas cuja relação é feita no final do trabalho.

REPOSIÇÃO OBRIGATÓRIA

PLURIPARTICIPACÃO NOS EMPREENDIMENTOS FLORESTAIS NÃO INCENTIVADOS

A Normativa em vigor permite que os consumidores de produtos florestais satisfaçam a chamada "reposição obrigatória" através da participação em projetos implantados por terceiros.

Em decurso dessa participação constitui-se uma relação jurídica peculiar que, segundo temos notícia, ainda não foi devidamente conceituada.

O jargão próprio das atividades florestais consagrou as expressões "projeto em condomínio" e "condomínio florestal", que não traduzem, de forma alguma, a realidade jurídica do instituto.

No caso em exame a figura da firma reflorestadora interpõe-se entre o IBDF e o consumidor de matéria-prima florestal. O vínculo existente entre os três surge, em nosso entender, segundo três etapas, tendo como causa determinante o projeto de reflorestamento.

Necessárias, porém, ao ciclo vinculatorio completo os seguintes pressupostos:

- 1º - firma reflorestadora devidamente legalizada perante o IBDF e, portanto, apta a exercer tal atividade;
- 2º - existência de projeto de reflorestamento já implantado, elaborado consoante às exigências técnicas e jurídicas da legislação pertinente e aprovado pelo IBDF, tornando-se em decorrência, idôneo para os fins a que se destina;
- 3º - contrato de participação em projeto de reflorestamento devidamente aprovado pelo IBDF.

ETAPAS DO CICLO:

primeira etapa: vínculo reflorestadora/IBDF - Esboça-se no momento em que a firma reflorestadora devidamente registrada no Instituto, e com suas obrigações perante aquele plenamente satisfeitas, protocola projeto de reflorestamento em qualquer Delegacia Estadual do Órgão. Consolida-se logo que, analisado, o projeto obtém pareceres técnico e jurídico favoráveis à sua aprovação. Correm-se aí, obrigação de plantar e direito de fiscalizar o plantio para reflorestadora e IBDF, respectivamente. Em decurso da implantação do projeto, adquire a reflorestadora legitimatio ad causam, capacidade para contratar com terceiros a participação florestal.

segunda etapa: vínculo consumidor de matéria-prima florestal/reflorestadora - configura-se no momento em que pessoa física ou jurídica, obrigada à reposição florestal, firma contrato objetivando participar de projeto já analisado pelo IBDF e devidamente aprovado e implantado. Solidifica-se quando, protocolado o contrato no IBDF, este o analisa e aceita como válido.

A partir daí delinea-se a terceira etapa, como veremos a seguir.

terceira etapa: vínculo consumidor/reflorestadora/IBDF - satisfeitos os pressupostos já analisados, surgem os seguintes direitos e obrigações, completando o ciclo:

- 1 - A reflorestadora obriga-se, perante IBDF e participantes, a executar integralmente o projeto, até sua rotação final;
- 2 - O IBDF fiscalizará o cumprimento dessa obrigação, cujo inadimplemento sujeitará a reflorestadora a sanções diversas;
- 3 - Os participantes do projeto obrigam-se a pagar as prestações dos contratos (do ut facias). Satisfeita essa obrigação, os participantes adquirem direito a retirar guias florestais no IBDF, que só as fornecerá mediante a comprovação da mencionada quitação. Cada parcela paga corresponde a determinado número de árvores, que são creditadas aos participantes pelo IBDF, porquanto comprovadamente pagas a reflorestadora;
- 4 - Ao IBDF cabe o direito de reter as árvores já pagas que ensejaram emissão de guias florestais, ou seja: se o contrato vier a ser rescindido, essas árvores permanecerão vinculadas ao Instituto, não podendo a reflorestadora revendê-las para os efeitos da reposição obrigatória.

Assim é que, completado o ciclo vinculatorio, o IBDF exerce função fiscalizadora sobre ambos os contratantes, biunivocamente.

Para chegarmos à conceituação jurídica de tais contratos, analisamos o assunto à luz da teoria contratual, cujos princípios básicos alinhamos a seguir:

- a) princípio da autonomia da vontade, somente limitado pela supremacia da ordem pública;
- b) princípio da relatividade das convenções; e
- c) princípio da força vinculante do contrato, ou da obrigatoriedade das convenções - pacta sunt servanda.

A liberdade de contratar jamais foi ilimitada. Pode-se, em última análise, afirmar que as limitações a tal liberdade tem como fulcro razões de utilidade social, referem-se ao bem público.

As disposições contratuais contrárias às leis da ordem pública são nulas. Diz o brocardo latino, *privatorum pactis mutari non potest*.

O segundo princípio (relatividade das convenções) representa o elemento assecuratório de que ninguém ficará preso a uma convenção a menos que lei assim o determine ou o próprio contratante o libere.

O terceiro princípio (força vinculante das convenções - pacta sunt servanda) consiste em que o contrato, uma vez obedecidos os requisitos legais, torna-se obrigatório entre as partes.

Orá, para sua validade, todo contrato pressupõe: a) capacidade de as partes, b) idoneidade do objeto e c) legitimação para realizá-lo.

Para os contratos de participação em projeto de reflorestamento, especificamente, tais pressupostos traduzem-se na forma seguinte:

- a) Capacidade das partes: transcende, esta, o conceito comum do termo capacidade, consagrado pelo Código Civil. Além da capacidade civil, é necessário que a reflorestadora esteja devidamente legalizada, com suas obrigações perante o IBDF perfeitamente atendidas. O consumidor de produto florestal, a seu turno, deverá sujeitar-se às determinações daquele Instituto;
- b) idoneidade do objeto: o projeto de reflorestamento, além de estar totalmente implantado, deverá ter sido aprovado pelo IBDF, vale dizer, deve ter sido elaborado e apresentado ao órgão governamental com inteira observância das normas técnicas e jurídicas pertinentes;
- c) legitimação para contratar: para exercer o direito de ação, não basta que seu titular seja capaz, mas, requer-se ainda, seja parte legítima para movimentar o negócio jurídico. In casu, que detenha o reflorestador direito de contratar com terceiros a venda de parcelas do reflorestamento previsto em determinado projeto já aprovado pelo IBDF e implantado.

Vê-se, pois, que a reflorestadora é longa manus do IBDF, surtindo, aí, a preposição. Além disso não pode ela estipular cláusulas em desacordo com o estabelecido no projeto a que se refere o contrato, exceto no que se refere ao preço.

Assim, espécie florestal, lotação de árvores por hectare, etc... não de ser padronizadas para todos os contratos.

Tal interferência, não só na elaboração do contrato como em sua dinâmica (v. comentário retro sobre a terceira etapa do ciclo vinculatorio) configura o chamado dirigismo contratual, segundo a lição do jurista francês JOSSERAND, criador da expressão, situando o IBDF como partícipe na relação jurídica.

Segue-se, pois, que esse tipo de contrato, embora particular, tem conteúdo público, caracterizando-se como uma promessa de fato da terceiro.

É contrato de adesão pela circunstância de que uma parte, para celebrá-lo, há de aceitar, em bloco, as cláusulas estabelecidas pela outra, em parte livremente, em parte segundo o dirigismo contratual exercido pelo poder público via IBDF.

Não pode o oblato modificá-lo, visto que a situação jurídica em que se vai colocar será, forçosamente, igual à todos os que tem interesse em celebrar o contrato.

Assim, àquela que fôr ilaqueado em sua boa-fé, assegura-se o direito à reparação, ao *negativevertrag interest* - interesse contratual negativo - segundo ensina IHERING.

Estudamos, até aqui, o contrato de participação em reflorestamento.

tamento não incentivado. Tentaremos conceituar, agora, o ente jurídico que surge em decurso dessa pluriparticipação.

Para tanto, devemos ressaltar a existência dos pressupostos mencionados no início, necessários à perfeita configuração e surgimento desse ente jurídico, quais sejam:

1ª firma reflorestadora, 2ª - projeto de reflorestamento aprovado pelo IBDF e 3ª - contrato de participação no projeto.

A empresa reflorestadora, após a implantação do projeto, passa a vender parcelas do plantio, traduzidas em direitos sobre as áreas correspondentes, já que estas, antes físicos, não passam a integrar o patrimônio dos adquirentes, tanto que não podem delas dispor ao seu talento.

A floresta é considerada como um todo indivisível do qual participam os adquirentes na proporção de suas cotas, seja nos lucros, prejuízos ou despesas de conservação e manutenção.

Reflorestadora e participantes são, por conseguinte, sócios no empreendimento. Cabe, agora, definir a espécie de sociedade que daí emerge e cujas características são as seguintes:

- 1 - Não é uma pessoa jurídica, mas simples contrato entre a empresa reflorestadora e os participantes do empreendimento;
- 2 - Não tem firma ou denominação social: as atividades são exercidas em proveito de todos, mas em nome e sob a responsabilidade individual da reflorestadora; que administra os fundos sociais. Sua existência é anônima e momentânea;
- 3 - Somente a reflorestadora obriga-se para com terceiros. Os participantes contraem obrigações com a reflorestadora;
- 4 - Não há como a sociedade incorrer em falência; falida pode ser a reflorestadora, não a sociedade;
- 5 - Inexiste solidariedade ativa ou passiva dos sócios;
- 6 - Inexiste colaboração ativa e comum dos participantes;
- 7 - Não constitui uma pessoa moral: não tem crédito pessoal, visto que não possui patrimônio conhecido, particular e distinto. A reflorestadora é quem adquire as qualidades ativas ou passivas resultantes dos contratos realizados com terceiros;
- 8 - Em relação a terceiros o patrimônio social não existe, já que a contabilidade é feita em nome da reflorestadora;
- 9 - As sanções legais decorrentes da inobservância ou descumprimento de normas do IBDF são aplicadas à reflorestadora, não à sociedade;
- 10 - A empresa reflorestadora, responsável pela gerência da sociedade, tem personalidade jurídica própria, caracterizando-se como comerciante.

Em resumo: a reflorestadora é sócia ostensiva, aparente do empreendimento, enquanto os demais participantes são sócios ocultos. Dessa forma, parece-nos exurgir, de forma cristalina, uma sociedade em conta de participação cuja dinâmica, na falta de contrato de constituição escrito, obedece aos contratos de adesão celebrados com os participantes.

Com efeito, disciplina o Código Comercial:

" Art. 325 - Quando duas ou mais pessoas, sendo ao menos uma comerciante, se reúnem, sem firma social, para lucro comum, em uma ou mais operações de comércio determinadas, trabalhando um, alguns ou todos em seu nome individual para o fim social, a associação toma o nome de sociedade em conta de participação, acidental, momentânea ou anônima; esta sociedade não está sujeita às formalidades prescritas para a formação de outras sociedades, e pode provar-se por todo o gênero de provas admitidas nos contratos comerciais."

O texto desse artigo resalta as seguintes características essenciais da sociedade em conta de participação:

É oculta, ou seja, legalmente sua existência permanece desconhecida de terceiros. A palavra anônima deve ser entendida como sinônimo de desconhecida não aparente. CARVALHO DE MENDONÇA (1) esclarece que "o sistema hoje geralmente aceito é no sentido de reconhecer o caráter distintivo da sociedade em conta de participação no fato de ser ela oculta." Esse entendimento é igualmente

esposado pelas doutrinas francesa e italiana. VIVANTE considera da que "si l'association en participation è un contratto analogo al contratto di società, se ne differenzia perchè non intende a creare una persona giuridica distinta dai contraenti, ma esaurisce la sua finalità nel loro rapporti reciproci." (2)

Não é uma pessoa jurídica, mas simples contrato entre um sócio ostensivo e demais participantes. Esse sócio ostensivo é quem adquire as qualidades ativas ou passivas resultantes dos contratos realizados com terceiros. MARCHIERI ensina que "l'association en participation è un contratto di società mediante il quale - due o piu persone compiono, nel interesse comune, una speculazione commerciale, senza che il loro vincolo appaia giuridicamente a terzi, i quali contrattano con una sola delle persone associate, verso di esse acquistando diritti ed assumendo obblighi" (3) Não constitui uma pessoa moral, já que não possui patrimônio conhecido, particular e distinto.

O texto do artigo parece pretender que esse tipo de sociedade se caracterize, igualmente por sua existência efêmera. Não tem sido assim, porém, o entendimento unânime dos tradistas. CARVALHO DE MENDONÇA, como vimos linhas atrás, prefere reconhecer-lhe, como caráter distintivo, o fato de ser oculta.

Autoridades respeitáveis como LYON e RENAULT admitem que "sans doute, en général, les sociétés en participation ne durent - que peu de temps et ont pour object une ou plusieurs opérations de terminées. Mais cela n'est pas essentiel: il est possible qu'une association soit en participation, encore qu'elle s'applique à une branche entière d'industrie. Ce qui caractérise les participations, c'est que sont des sociétés occultes, en ce sens qu'elles n'ont aucune existence à l'égard des tiers." (4)

" Art. 326 - Na sociedade em conta de participação, o sócio ostensivo é o único que se obriga para com terceiro; os outros sócios ficam unicamente obrigados para com o mesmo sócio por todos os resultados das transações e obrigações sociais empreendidas nos termos precisos do contrato."

Esta é uma das consequências da forma oculta dessas sociedades que, conforme já foi dito, em relação a terceiros é como se não existissem. Para BENTO DE FARIA, as obrigações contraídas pelo sócio ostensivo são pessoais, com relação aos terceiros que com ela contratarem e que desconhecem a existência de qualquer sociedade; são sociais em relação aos demais sócios, para obrigá-los a responsabilidade por todos os resultados consequentes. (5)

" Art. 327 - Na mesma sociedade o sócio gerente responsabiliza todos os fundos sociais, ainda mesmo que seja por obrigações pessoais, se o terceiro com quem tratou ignorava a existência da sociedade, salvo o direito dos sócios prejudicados contra o sócio gerente."

O texto do artigo pressupõe a existência de fundos sociais que, para terceiros, são inexistentes. O sócio ostensivo, aquele que negocia, é reputado como único proprietário desses fundos, já que os passam a integrar seu patrimônio, ou são a ele confiados pelos demais sócios para os fins da sociedade. Pode o sócio gerente, validamente, aliená-los ou sujeitá-los a qualquer ônus, mesmo para cumprimento ou garantia de obrigações pessoais, ressalvado o direito dos sócios lesados de responsabilizá-lo (6). Segundo a lição de VIVANTE (7) é lícito presumir que os participantes, desejando os lucros da associação, tenham querido conceder ao gerente os meios de obtê-los, pela livre disponibilidade das coisas que lhe foram confiadas, a não ser que o contrato social disponha diversamente.

O gerente administra o patrimônio social como se negociante individual fosse, uma vez que tal patrimônio confunde-se com o seu próprio, além do que a sociedade, em relação a terceiros, é como se não existisse. Não há relações jurídicas entre terceiros e os sócios participantes, que se obrigam somente em relação ao sócio ostensivo, participando dos lucros e prejuízos na forma contratualmente avençada. " E o sócio gerente não contrata nem se responsabiliza quer em nome da sociedade quer em nome dos sócios, em con

junto, mas em seu nome, exclusivamente, responsabilizando, porém, com seus atos a totalidade dos fundos sociais." (8)

" Art. 328 - No caso de quebrar ou falir o sócio gerente, é lícito ao terceiro com quem houver tratado saldar todas as contas que com ele tiver, posto que abertas sejam debaixo de distintas designações, com os fundos pertencentes a quaisquer das mesmas contas, ainda que os outros sócios mostrem que esses fundos lhes pertencem, uma vez que não provem que o dito terceiro tinha conhecimento, antes da quebra, da existência da sociedade em conta de participação. "

O Decreto-Lei nº 7661, de 21.07.45, ao contrário das leis de falência anteriores, não faz qualquer referência à sociedade em conta de participação ou a seus sócios, ostensivos ou ocultos. A menção é, de fato, desnecessária, "já que nem o sócio participante, nem o sócio ostensivo ou gerente pode requerer a falência da sociedade, que não existe em relação a terceiros". (9)

O art. 9º, nº 2 das leis nº 2024 de 17.12.08 e 5746 de 9.12.29 permite aos sócios participantes que, exibindo o contrato, requeressem a falência do sócio gerente. O art. 6º, § 1º, de ambas as leis estipulava que "nas sociedades em conta de participação somente os sócios ostensivos e gerentes podem ser declarados falidos"

O ilustrado mestre CARVALHO DE MENDONÇA, em comentário ao art. 73, § 7º, do Decreto nº 917, de 24.10.890, que reproduz o disposto no art. 328 do Código Comercial, dispositivo consagrado, igualmente, pela Lei nº 859 de 16.08.02, observou que "os terceiros nunca poderão requerer a falência da sociedade em conta de participação, pois que ela não constitui um ente coletivo distinto das pessoas dos sócios ostensivos."

As observações supra, referentes aos artigos 325 a 328 do Código Comercial não tem a intenção de comentários, eis que, para tanto, nos falta a indispensável mestria. Foram feitas como embasamento

à nossa convicção de que a pluriparticipação em empreendimentos florestais não incentivados determina o surgimento de sociedades em conta de participação.

NOTAS BIBLIOGRÁFICAS

- (1) TRATADO DE DIREITO COMERCIAL, VOL. IV, Nº 1429.
- (2) TRATTATO DI DIRITTO COMMERCIALE VOL. 1, Nº 821.
- (3) MANUALE DEL DIRITTO COMMERCIALE ITALIANO, VOL. 2, Nº 1083
- (4) TRAITÉ DES ASSOCIATIONS COMMERCIALES EN PARTICIPATION, Nº 54.
- (5) CÓDIGO COMERCIAL BRASILEIRO ANOTADO, COMENTÁRIOS AD ART. 326.
- (6) VAVASSEUR - SOCIÉTÉ CIVILE ET COMMERCIALE, VOL. 1, Nº 323.
BÉDARRIDE - SOCIÉTÉ COMMERCIALE, Nº 449.
- (7) TRATTATO DI DIRITTO COMMERCIALE, VOL. II, Nº 825.
- (8) JOÃO EUNÁPIO BORGES, CURSO DE DIREITO COMERCIAL TERRESTRE, Nº 305.
- (9) MIRANDA VALVERDE, COMENTÁRIOS À LEI DE FALÊNCIAS, VOL. I Nº 81.

Uma Análise do Ensino de Engenharia Florestal no Brasil

HERCIO PEREIRA LADEIRA

Depto. de Engenharia Florestal – UFV

Summary

This paper analyses teaching Forestry at the undergraduate level in Brazil, from its incipience, when it was being taught at Agricultural schools as a discipline.

The greatest emphasis of this study has been on the years after 1960 when the first Department of Forestry was opened in Brazil.

The evolution of Forestry courses as well as the number of students matriculated, graduates of areas within the different departments and their geographical distribution throughout the country are also analyzed.

The requirements of the existing programs and the proposal of the Ministry of Education are analyzed, emphasizing the possibility of a unified program giving priority, however, to the individual problems of each region where there is a Forestry Department.

Some aspects relevant to the functioning of these courses are presented and finally some of the existing problems in teaching Forestry in Brazilian Universities are discussed, and some solutions are presented.

Resumo

O presente trabalho procura analisar o ensino da Engenharia Florestal, a nível de graduação, no Brasil, desde os seus primórdios, quando ele era ainda ministrado nas Escolas Superiores de Agricultura, como uma simples disciplina - Silvicultura.

Entretanto, a ênfase maior é dada a partir de 1960, quando foi criada a primeira Escola de Florestas, no Brasil.

Analisa-se, assim, a evolução dos cursos de Engenharia Florestal, bem como a evolução do número de estudantes matriculados e profissionais formados nos diferentes cursos, assim como a sua distribuição geográfica no país.

A seguir, procura-se analisar o currículo mínimo de Engenharia Florestal vigente e o proposto por comissão da Secretaria de Ensino Superior do Ministério de Educação e Cultura, enfatizando a necessidade de possível adaptação para um currículo unificado, com prioridade, entretanto, para os problemas existentes em cada região, onde as mesmas se localizam.

Alguns aspectos relativos ao funcionamento dos cursos são levantados e, finalmente, procurou-se abordar alguns problemas existentes no ensino florestal brasileiro, procurando também apresentar algumas soluções para os mesmos.

1. INTRODUÇÃO

Ao se iniciar uma análise do ensino da Engenharia Florestal no Brasil, deve-se levar em consideração duas fases distintas, ou seja, o divisor

do ano de 1960, quando foi criada a primeira Escola de Florestas no país. Foi somente a partir daí que a Engenharia Florestal pôde se desenvolver através de estudos e pesquisas orientadas para o setor.

Enquanto que na Europa o estudo sistemático já era realizado desde 1911, quando foi criada a Academia Florestal de Tharandt, no Brasil, o Ensino Florestal iniciou-se nas primeiras décadas deste século e constava somente de parte de uma disciplina nas Escolas de Agronomia.

Além da Alemanha, que foi pioneira do Ensino Florestal a nível superior, encontra-se este ensino difundido em quase todos os países do mundo, desde o século passado, destacando-se entre eles os Estados Unidos que possuem atualmente cerca de 37 escolas, a Inglaterra, Canadá e outros mais.

Na América Latina, antes da criação da Escola de Florestas no Brasil, estas já tinham sido criadas, no México, Cuba, Venezuela, Chile e Argentina.

Vê-se, assim, que o ensino da Engenharia Florestal no Brasil começou com muito atraso em relação aos outros países do mundo.

No entanto, graças a ajudas externas e a outros fatores, a Ciência Florestal tem-se desenvolvido no país de maneira acentuada.

2. CRIAÇÃO DAS ESCOLAS E CURSOS DE ENGENHARIA FLORESTAL NO PAÍS

Conforme mencionado anteriormente, o estudo da Ciência Florestal no Brasil iniciou-se no início da década e se resumia numa parte de uma disciplina, a Horticultura, nas Escolas de Agronomia vigente. Isto tornava difícil o seu desenvolvimento, pois somente poucos engenheiros agrônomos, especializados no exterior, tinham realmente condições de trabalhos no setor florestal. Mesmo assim, seu reduzido número não permitia o desenvolvimento adequado do mesmo.

Deste modo, surgiram os primeiros trabalhos que discutiam a necessidade da criação de uma Escola de Engenharia Florestal que viesse preencher a lacuna até então existente.

Foi assim que em 1960 foi criada a primeira Escola Nacional de Florestas no Brasil, sediada em Viçosa e, posteriormente, transferida para Curitiba, em 14 de novembro de 1963.

Seguiu-se, então, a criação da Escola Superior de Florestas, em 1964, na antiga Universidade Rural do Estado de Minas Gerais, hoje Universidade Federal de Viçosa. A criação desta Escola veio suprir a lacuna deixada pela transferência da Escola Nacional para Curitiba, e foi fruto de trabalhos persistentes dos antigos dirigentes da UREMG.

A partir de então, foram criadas novas escolas ou cursos, apresentados no Quadro 1, contando o Brasil atualmente com doze cursos de Engenharia Florestal.

É de se notar que enquanto que, na década de 1960, foram criados somente três cursos, na década de 1970 foram criados mais nove, ou seja, três vezes mais que a década anterior.

Segundo DELLA SENTA, citado por SILVA (4), "a expansão vertiginosa do ensino superior na década de 70 tem várias causas. O governo federal deu bag

tante ênfase à industrialização. Foi a década dos grandes investimentos públicos em projetos vultosos que conseqüentemente passaram a exigir profissionais altamente qualificados. Foi a busca do diploma que, no mercado de trabalho, garantia maiores salários. O próprio I Plano Setorial de Educação e Cultura (1972/74) se propunha a assegurar a continuidade da expansão do ensino superior. Continuando, DELLA SENTA enfatiza que "outros fatores, é bem certo, condicionaram igualmente o acentuado ritmo de expansão do sistema, como, por exemplo:

a) O reconhecimento governamental da irreversibilidade da pressão social por educação superior, em nome, inclusive, da democratização de oportunidades governamentais;

b) A não-implantação, que ainda hoje perdura, dos objetivos de terminalidade e profissionalização do ensino do segundo grau;

c) A própria reforma universitária, com o sistema de créditos e a matrícula por disciplina, o regime semestral, o vestibular classificatório, de ingressos também semestrais e pluralidade de opções de carreira;

d) O regime menos exigente, mantido durante algum tempo, de autorização de novos cursos e estabelecimentos, sobretudo na rede privada, em face até mesmo de certo retraimento da oferta de vagas na rede pública, predominantemente federal, quando esta se surpreendeu despreparada infraestruturalmente para responder ao impacto da demanda;

e) A instituição do Crédito Educativo".

Considerados os aspectos levantados por DELLA SENTA quanto à expansão do ensino superior no Brasil, de um modo geral, deve-se acrescentar que a criação dos Incentivos Fiscais, para o Reflorestamento, parece ter estimulado, de uma maneira acentuada, a criação de cursos de Engenharia Florestal, no Brasil, principalmente a partir de 1970.

Este aumento do número de cursos e conseqüente aumento do número de matrículas a partir de 1970, pode ser evidenciado pela análise do Quadro 2 que apresenta o número total de vagas, número total de matrículas e número total de formandos a partir do ano de 1960.

Observa-se, a partir de 1970, um número sempre crescente de vagas oferecidas e, conseqüentemente, de alunos matriculados.

Quando se observa a distribuição, por região, dos cursos de Engenharia Florestal existentes no país (Quadro 3), constata-se uma distribuição de igual dos mesmos, pois mais da metade dos cursos está concentrada nas regiões Sul e Sudeste. Esta situação pode ser ainda mais agravante quando se considera que os grandes maciços florestais brasileiros estão concentrados na região Norte, que conta com somente um curso de Engenharia Florestal.

É importante, portanto, que se faça um estudo detalhado quando da criação de novos cursos, principalmente quando se considera que já há indícios de que existe um número maior de formandos em Engenharia Florestal do que o mercado pode absorver, principalmente nas regiões Sul e Sudeste.

Quando se analisa o ensino de Engenharia Florestal sob o aspecto de instituição pública ou privada, observa-se que somente um curso funciona em fundação de caráter particular, sendo todos os outros ligados a autarquias ou fundações federais ou estaduais. Isto difere fundamentalmente da estrutura normal do ensino superior no Brasil, pois é reconhecido que 65% das matrículas existentes no ensino superior no Brasil estão ligadas às instituições particulares.

Esta situação pode ser explicada possivelmente pelos elevados custos necessários à implantação dos cursos de Engenharia Florestal, em virtude de grandes inversões que devem ser feitas em laboratórios, equipamentos, áreas de experimentação, instalações etc.

QUADRO 1 - Criação de Cursos de Engenharia Florestal no Brasil

Ano	Nome da escola/corso	Universidade
1960	Escola Nacional de Florestas	UREMG*
1964	Escola Superior de Florestas	UREMG**
1967	Instituto de Florestas	UFRRJ
1971	Curso de Engenharia Florestal	UFMA
1972	Departamento de Florestas	FCAP
1972	Curso de Engenharia Florestal	ESALQ/USP
1974	Curso de Engenharia Florestal	UnB
1975	Curso de Engenharia Florestal	UFPE
1976	Curso de Engenharia Florestal	FUFMT
1979	Curso de Engenharia Florestal	Fund. Ens. e Tecn. Alfenas
1980	Curso de Engenharia Florestal	UFPA
1980	Curso de Engenharia Florestal	ESAL/Lavras

* Em 1963, a Escola Nacional de Florestas foi transferida para a Universidade de Paraná.

** Hoje Universidade Federal de Viçosa.

QUADRO 3 - Distribuição dos cursos de Engenharia Florestal no Brasil, por região

Região	Estado	Cursos
Sul	RS	1
	PR	1
Sudeste	SP	1
	MG	3
	RJ	1
Nordeste	PE	1
	PB	1
Norte	PA	1
Centro-Oeste	DF	1
	MT	1
TOTAL		12

3. O CURRÍCULO MÍNIMO DE ENGENHARIA FLORESTAL

De acordo com o MINISTÉRIO DE EDUCAÇÃO E CULTURA (2), o currículo mínimo vigente para a Engenharia Florestal foi estabelecido a 13 de novembro de 1964, através do Parecer n.º 364/64. Este currículo mínimo, no entanto, cita somente as matérias sem, no entanto, fazer menção a suas ementas. A duração mínima prevista para o curso é de 3.240 horas, divididas entre aulas teóricas e práticas. Cada escola ou curso elabora o seu próprio currículo pleno.

O currículo mínimo para a Engenharia Florestal, atualmente vigente, é o seguinte:

- Matemática
- Física
- Química
- Desenho
- Botânica
- Zoologia Aplicada
- Solos
- Fitopatologia e Entomologia Aplicada
- Engenharia Rural
- Silvicultura
- Silvimetria
- Tecnologia de Madeira
- Economia e Política Florestal

Em virtude de o atual currículo mínimo não atender aos anseios das escolas e cursos e mesmo por reconhecimento do próprio Ministério de Educação e Cultura, para a modificação do mesmo, e de outras áreas afins, foi criada uma comissão para estudos dos currículos mínimos dos cursos de Ciências Agrárias no país, entre eles o de Engenharia Florestal.

Esta comissão, depois de exaustivos trabalhos e de ouvir diferentes órgãos, tanto públicos quanto privados e, também, as associações de classe, apresentou para estudo ao Conselho Federal de Educação uma proposta de modificação do currículo atual, propondo, inicialmente, o aumento do número de horas de 3.240 para 3.600 horas.

Este currículo é subdividido em três partes, consoante do mesmo a seguinte de cada matéria:

- a) Matérias de formação básica
 - Matemática
 - Estatística
 - Física
 - Química
 - Desenho
 - Processamento de Dados
 - Ciências Biológicas
- b) Matérias de formação geral
 - Ciências Sociais
 - Ecologia
- c) Matérias de formação profissional
 - Solos
 - Topografia
 - Climatologia
 - Proteção Florestal
 - Mecanização e Exploração Florestal
 - Estruturas de Madeira
 - Silvicultura
 - Silvimetria
 - Conservação de Recursos Naturais Renováveis
 - Tecnologia dos Produtos Florestais
 - Manejo Florestal
 - Economia Florestal

QUADRO 2 - Evolução do número de vagas, total de alunos matriculados e número de formandos

	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970
Número de vagas	25	20	20	25	55	90	95	150	150	150	165
Total matrícula	27	46	63	84	125	158	206	296	357	392	516
Total formandos					19	17	24	23	50	67	85

	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980*
Número de vagas	205	230	230	303	403	417	465	450	495	550
Total matrícula	603	681	672	704	1.149	1.486	1.784	1.962	2.212	2.400
Total formandos	86	129	129	135	191	144	174	273	396	419

* Estimativa

Fontes: SILVA (4)

Informações das Instituições

Nesta proposta de currículo mínimo constam, também, conforme referido anteriormente, as ementas das disciplinas que, no entanto, não são apresentadas neste trabalho.

Quando se analisa os currículos plenos dos diferentes cursos existentes, nota-se uma grande diferença entre os mesmos. Isto, provavelmente, pode ser explicado pelo atual currículo mínimo vigente, que é muito vago ao citar somente as matérias e, também, pelas características regionais de cada curso e as influências externas, ou seja, os contatos com outras instituições congêneres estrangeiras.

É de se esperar que, com a aprovação do novo currículo mínimo, haja uma mudança nos currículos plenos dos cursos e, possivelmente, uma maior uniformidade entre eles.

É necessário, portanto, que haja um consenso entre os dirigentes de instituições que ministram cursos de Engenharia Florestal quanto a este problema, procurando-se, através de contatos permanentes, a unificação dos mesmos.

4. ASPECTOS GERAIS DE FUNCIONAMENTO DOS CURSOS DE ENGENHARIA FLORESTAL

Quando se procura analisar os diferentes cursos de Engenharia Florestal quanto à disponibilidade de laboratórios, áreas de treinamento, de ensino e de pesquisa, bibliotecas, número de professores e seu treinamento, pode-se verificar que há grandes diferenças entre as diversas instituições responsáveis por estes cursos, mesmo porque alguns ainda estão em fase inicial de implantação.

Mesmo assim, verifica-se que há uma grande carência de pessoal especializado e com bom treinamento em parte dos cursos, do mesmo modo que há falta de bons laboratórios para o treinamento dos estudantes e o desenvolvimento de pesquisas por parte dos docentes.

Outro ponto muito sentido é a quase que inexistência de material didático para os estudantes, bem como são poucas as revistas especializadas no setor florestal brasileiro.

Outro aspecto que deve ser salientado é que há uma tendência muito grande, principalmente por parte dos cursos mais antigos, na contratação de seus ex-alunos para exercerem a carreira de magistério.

Esta situação faz com que haja uma contínua repetição daquilo que se aprendeu, sem maiores inovações ou trocas de idéias entre docentes da mesma instituição.

5. PROBLEMAS E RECOMENDAÇÕES

Procurou-se até o presente traçar o perfil do ensino de Engenharia Florestal, no Brasil, a partir da criação da primeira Escola de Florestas, em 1960.

Alguns problemas e algumas dificuldades foram apresentados e o que se pretende aqui é analisar os diferentes problemas, procurando, na medida do possível, apontar algumas soluções capazes de resolvê-los ou, então, minimizá-los.

A comissão de Estudos Dasonômicos, do Programa de Melhoria do Ensino Florestal no Brasil, Projeto MSU/BRASIL/MEC, ao analisar o ensino florestal no país, assim se expressa: "Ao analisar-se o ensino florestal profissional, deve-se ter presente, como pano de fundo, que o Brasil oferece sérios problemas, desafios e oportunidades no manejo e na utilização das suas áreas florestais. A Bacia Amazônica dispõe de uma das maiores reservas mundiais de recursos madeireiros inexplorados. Tanto a indústria como o consumo de madeira

estão concentrados no Sul e no Sudeste, onde a floresta nativa foi, em grande parte, destruída e sem que se tenha restauração parcial na forma de plantações florestais".

Em vista do exposto, procura-se enumerar, a seguir, alguns problemas que são importantes para o ensino florestal brasileiro.

a) A criação de cursos de Engenharia Florestal sem um estudo detalhado de sua necessidade e do mercado de trabalho potencial para os futuros profissionais tem sido uma constante no país.

Há necessidade de um maior rigor na aprovação, por parte dos órgãos competentes, da criação destes cursos, o que, infelizmente, não tem acontecido.

b) A aprovação do novo currículo mínimo para a Engenharia Florestal e, por consequência, o ajustamento dos currículos plenos dos cursos existentes, precedido de um estudo detalhado por seus responsáveis, com vistas a uma possível unificação dos mesmos, parece ser importante, apesar de que é reconhecido que, em virtude das condições regionais, onde se localiza a instituição, ênfases maiores devam ser dadas a certos aspectos prioritários para a região.

c) A grande dimensão do país e o distanciamento espacial entre as diversas instituições que ministram cursos de Engenharia Florestal fazem com que os contatos entre os seus professores não sejam tão constantes como deveriam ser, para que os problemas comuns possam ser melhor estudados.

Há necessidade de que esta barreira seja quebrada para o benefício do ensino florestal no país.

d) O treinamento de pessoal das instituições mais novas é imprescindível para o melhoramento de seu ensino. Assim sendo, aquelas instituições mais antigas deveriam servir de suporte às mesmas para seu melhor desenvolvimento.

e) A falta de livros textos que tratam de problemas florestais brasileiros e de revistas especializadas tem sido uma barreira para os estudantes e, conseqüentemente, prejudica o ensino. Deste modo, os docentes deveriam ser encorajados a escreverem seus livros, bem como deve-se fortalecer as revistas especializadas em assuntos florestais.

f) Ênfase maior deveria ser dada aos problemas da Floresta Amazônica como um meio de tornar economicamente viável a sua exploração sem prejuízo dos problemas ambientais.

6. LITERATURA CONSULTADA

1. COMISSÃO DE ESTUDOS DASONÔMICOS. Programa de melhoria do ensino florestal no Brasil. Projeto MSU/BRASIL/MEC. Brasília, 1976. 86 p. (Mimeografado).
2. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. A formação do profissional de nível superior na área das Ciências Agrárias: proposta de currículo mínimo. Brasília, DF, 1981. 260 p.
3. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO E CULTURA. Diagnóstico da situação das bibliotecas na área do ensino de Ciências Agrárias. Brasília, DF, 1980. 130 p.
4. SILVA, P.R. A evolução do ensino de Ciências Agrárias no Brasil. MEC. Secretaria de Ensino Superior, Brasília, DF, 1980. 85 p.
5. SOUZA, P.F. Escola Nacional de Florestas: necessidade de sua criação. Ministério da Agricultura. Serviço de Informação Agrícola, Rio de Janeiro, 1958. 59 p.

COMISSÕES TÉCNICAS

COMISSÃO 1

Ecologia e Recursos Naturais

moderadores:

- 1. Álvaro Fernando de Almeida**
Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo
Piracicaba - SP
- 2. Ivo das Chagas**
Secretaria Especial do Meio Ambiente - SEMA/MInter
Brasília - DF

relatores:

- 1. Maria Tereza Jorge Pádua**
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF
Brasília - DF
- 2. Herbert Otto Roger Schubart**
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA
Manaus - AM

COMISSÃO 2

Melhoramento, Implantação, Manejo e Proteção

moderadores:

- 1. Hércio Pereira Ladeira**
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG
- 2. Antonio Paulo Mendes Galvão**
EMBRAPA
Brasília - DF
- 3. Carlos Cardoso Machado**
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG
- 4. João Walter Simões**
ESALQ/USP
Piracicaba - SP
- 5. Manoel de Freitas**
Champion Papel e Celulose S/A
Mogi-Guaçu - SP
- 6. José Mauro Gomes**
Universidade Federal de Viçosa
Viçosa - MG

relatores:

- 1. Gilberto de Souza Pinheiro**
Instituto Florestal do Estado de São

Paulo

São Paulo - SP

2. Danilo Rocha

Acesita S/A

Belo Horizonte - MG

3. Nelson Ventorim

Escola Superior de Agricultura de Lavras

Lavras - MG

4. Edson Antonio Balloni

Companhia Reflorestadora Nacional S/A

CIRENA (Grupo Ripasa)

Americana - SP

5. Eliseu de Souza Baena

Eucatex S/A - Indústria e Comércio

Salto - SP

6. Ronaldo Viana Soares

Universidade Federal do Paraná

Curitiba - PR

7. Teotônio Francisco de Assis

Acesita S/A

Belo Horizonte - MG

COMISSÃO 3

Mecanização, Exploração e Transporte

moderador:

- 1. Jorge Roberto Malinowski**
Universidade Federal do Paraná
Curitiba - PR

relator:

- 1. Shiguenori Kajiya**
Jaako Poyry Engenharia Ltda.
São Paulo - SP

COMISSÃO 4

Inventário e Economia

moderadores

- 1. Sebastião Amaral Machado**
Universidade Federal do Paraná
Curitiba - PR
- 2. Francisco das Chagas Uchoa Guerra**
Faculdade de Ciências Agrárias do Pará
Superintendência de Desenvolvimento da Amazônia - SUDAM
Belém - PA

relatores:

- 1. Roberto Samanez Mercado**
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Seropédica - Itaguaí - RJ

2. Luiz Ernesto Grillo Elesbão

Universidade Federal de Santa Maria

Santa Maria - RS

COMISSÃO 5

Tecnologia e Energia

moderadores:

- 1. Amantino Ramos de Freitas**
Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo - IPT
São Paulo - SP
- 2. Valdir Penedo**
CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Belo Horizonte - MG
- 3. Cleuber Delano José Lisboa**
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF
Brasília - DF

relatores:

- 1. Antonio José Migliorini**
ESALQ/USP
Piracicaba - SP
- 2. Antônio Paulo Couceiro Sequeira Mendes**
CETEC - Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais
Belo Horizonte - MG
- 3. José Borges de Carvalho**
Bradesplan S/A
Osasco - SP

COMISSÃO 6

Legislação Florestal Básica

moderador:

- 1. Enio Drumond**
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF
Brasília - DF

relatores:

- 1. Paulo Harrison Ventura Villadino**
Associação Sul Riograndense de Reflorestadores
Porto Alegre - RS
- 2. Paulo Leite Fischer**
Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal - IBDF
Curitiba - PR