

IPEF n.7, p.79-91, 1973

**VARIAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE *P. elliottii*
VAR. *elliottii* E *P. taeda****

Antonio R. Higa**
Paulo Y Kageyama***
Mário Ferreira****

SUMMARY

Based on the study of the wood mean specific gravity of 55 trees of the species ***P. elliottii* var. *elliottii***, aged 7 and 9 years, and of 63 trees of ***P. taeda***, aged 6, 7 and 13 years, from commercial plantations located in Lages, Santa Catarina, the authors have drawn the following conclusions:

1. The specific gravity of the wood at d.b.h. level is correlated with the specific gravity of the tree.

2. For the species and ages referred, the specific gravity of the wood at d.b.h. level (1.30 m above soil surface), obtained from samples of cross sections of the tree, can give an estimate of the wood specific gravity of the entire tree. The equations which give these estimates are:

Pinus elliottii* var. *elliottii

$$Y = 0,0423 + 0.8239 X$$

$$r = 0.9307$$

Pinus taeda

$$Y = 0.0681 + 0.7519 X$$

$$r = 0,9725$$

where:

Y = wood specific gravity of the tree

X = wood specific gravity at d.b.h. level

3. It was observed that the mean specific gravity tends to increase the age of the plantations, tendency, which was more pronounced for the ***P. taeda***.

4. The wood mean specific gravity of the studied species were:

Pinus elliottii* var. *elliottii

$$7 \text{ years} = 0,319 \text{ g/cm}^3$$

$$9 \text{ years} = 0,326 \text{ g/cm}^3$$

* Trabalho apresentado no II Congresso Florestal em Curitiba - PR

** Bolsista da FAPESP junto ao Setor de Melhoramento Florestal do Departamento de Silvicultura - ESALQ - USP

*** Técnico do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais

**** Professor Livre Docente do Departamento de Silvicultura da E.S.A. «Luiz de Queiroz» - U.S.P.

Pinus taeda

6 years = 0,311 g/cm³

7 years = 0,331 g/cm³

13 years = 0,366 g/cm³

1. INTRODUÇÃO

O reflorestamento no Brasil foi bastante beneficiado pelas leis de incentivos fiscais, incrementando a implantação de extensas áreas de florestas, principalmente com os gêneros **Eucalyptus** e **Pinus**.

Foram introduzidas no sul do Brasil espécies subtropicais do gênero **Pinus** e, dado ao comportamento bastante promissor apresentado pelas mesmas, abriram-se boas perspectivas para o reflorestamento nessa região. Assim, grandes áreas, principalmente do Estado do Paraná e Santa Catarina foram e estão sendo florestadas e reflorestadas com **Pinus elliottii** var. **elliottii** e **Pinus taeda**.

Poucos estudos têm sido feitos, até o momento, em relação às qualidades da madeira produzida pelas plantações existentes.

Este trabalho tem por objetivo estudar:

a) a possibilidade da utilização da densidade básica de amostras de madeira retiradas ao nível do DAP (1.30m do solo) das árvores, como representativa da densidade básica média da madeira das árvores;

b) estudar a variação da densidade básica da madeira em função da idade, em povoamentos implantados de **P. elliottii** var. **elliottii** e **P. taeda**, na região de Lages, em Santa Catarina.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

MITCHEL H. L. (1958) em trabalho com espécies do gênero **Pinus** do Sul dos EUA., relata que a densidade da madeira é o mais simples e útil índice para avaliação da qualidade da madeira, sendo a mesma altamente correlacionada com a produção de polpa, assim como, com as propriedades mecânicas da madeira.

O autor relata ainda que a densidade da madeira é influenciada pelo ritmo de crescimento das árvores, pela qualidade do solo e condições ambientais; concluindo, ainda, que a densidade da madeira tende a decrescer da base para o topo da árvore.

FERREIRA (1973) cita que, sendo a comercialização da madeira ainda normalmente feita por volume e a da celulose por peso, o fator densidade adquire grande importância econômica, pois está intimamente ligado ao rendimento de celulose.

MADDERN (1965) comentou ser amplamente conhecido que a densidade varia de maneira sistemática dentro do caule e que por essa razão, tem havido forte tendência para se supor que a densidade da madeira da árvore possa ser determinada satisfatoriamente através de uma amostragem extraída de ponto fixo da mesma.

NYLINDER (1965) acrescentou que sendo o DAP um padrão internacional utilizado em silvicultura, foi o mesmo escolhido para a maioria das pesquisas em

andamento, como o nível de onde deveriam ser retiradas as amostras, por se tratar de um nível fixo, absoluto e fácil de ser trabalhado.

Quanto à determinação da densidade da madeira, a maioria dos autores tem preferido relatá-la em termos de densidade básica, ou seja, a relação entre o seu peso seco em estufa a 105°C e o respectivo volume em estado de completa saturação de água.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

As amostras de madeira estudadas foram retiradas de árvores de **P. elliottii** var. **elliottii** (7 e 9 anos de idade) e **P. taeda** (6, 7 e 13 anos de idade) relativas a povoamento comerciais implantados na «Olinkraft Papel e Celulose Ltda.» e «Papel e Celulose Catarinense S. A.», ambas em Lages - SC, numa situação geográfica correspondente a 27°40' Lat. sul, 50°20' Long. oeste e altitude entre 900-950 m com clima tipo Cfb segundo a classificação de Köppen.

3.2. Métodos

Em povoamentos das espécies e idades relatadas acima, foram escolhidos talhões bem representativos no tocante ao desenvolvimento médio das espécies para aquela idade e local.

Foram sorteadas nesses talhões, 55 e 63 árvores, respectivamente para **P. elliottii** var. **elliottii** e **P. taeda**, as quais foram derrubadas e seccionadas em toros de 2m de comprimento, a partir da base da árvore até um diâmetro mínimo de 6 centímetros.

Nas extremidades dessas secções foram retiradas amostras transversais circulares de 5cm de espessura, que foram utilizadas para a determinação da densidade da madeira. Além dessas amostras foram retiradas também, secções transversais ao DAP (1,30m do solo).

Para a determinação da densidade da madeira, foi introduzido o método preconizado pelo Forest Products Laboratory - Madison (1956), onde: as amostras foram submersas em água até atingirem a saturação e feitas as determinações volumétricas utilizando-se balanças hidrostáticas com leitura de 0,1g de precisão.

Após a determinação do volume, as amostras foram levadas à estufa de secagem a uma temperatura de 105 ± 3°C até atingirem peso constante, sendo a seguir determinada a densidade básica da madeira pela relação:

$$\text{densidade básica} = \frac{\text{peso seco em estufa}}{\text{volume saturado}}$$

O volume de madeira comerciável de cada árvore foi determinado pela soma dos volumes individuais de cada toro. A densidade básica média da madeira de cada toro foi calculada como sendo a média das densidades das secções do toro. A densidade básica média da árvore foi computada como sendo a relação entre o peso da árvore e seu volume.

4. RESULTADOS E ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Foram obtidos os resultados que vão relacionados nos quadros I e II, seguidos das análises estatísticas respectivas.

QUADRO I - Variação da densidade básica média da árvore em função da densidade básica média ao nível do DAP (secções transversais) em *P. elliottii* var. *elliottii*, com 7 e 9 anos de idade, na região de Lages - SC.

Nº DA ÁRVORE	DENSIDADE BÁSICA g/cm ³		Nº DA ÁRVORE	DENSIDADE BÁSICA g/cm ³	
	DAP	ÁRVORE		DAP	ÁRVORE
1	0,374	0,322	29	0,298	0,293
2	0,338	0,317	30	0,321	0,311
3	0,316	0,297	31	0,297	0,290
4	0,333	0,321	32	0,316	0,300
5	0,287	0,276	33	0,361	0,338
6	0,393	0,349	34	0,338	0,310
7	0,357	0,340	35	0,319	0,307
8	0,363	0,334	36	0,331	0,325
9	0,357	0,341	37	0,355	0,330
10	0,328	0,316	38	0,360	0,336
11	0,358	0,329	39	0,342	0,314
12	0,343	0,322	40	0,369	0,348
13	0,383	0,364	41	0,334	0,318
14	0,317	0,303	42	0,401	0,371
15	0,347	0,338	43	0,298	0,292
16	0,311	0,296	44	0,343	0,332
17	0,324	0,300	45	0,324	0,313
18	0,301	0,284	46	0,326	0,322
19	0,334	0,321	47	0,322	0,306
20	0,335	0,318	48	0,356	0,338
21	0,301	0,286	49	0,378	0,356
22	0,327	0,328	50	0,358	0,354
23	0,353	0,334	51	0,363	0,346
24	0,341	0,332	52	0,343	0,327
25	0,339	0,318	53	0,305	0,283
26	0,290	0,260	54	0,352	0,342
27	0,356	0,342	55	0,337	0,329
28	0,332	0,320			

Densidade básica média da madeira ao nível do DAP:

$$\text{MÉDIA} = 0,338 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{C.V.} = 7,61\%$$

Densidade básica média da madeira da árvore:

$$\text{MÉDIA} = 0,321 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{C.V.} = 7,08\%$$

Procurando-se estabelecer uma correlação entre as densidades básicas da madeira ao nível do DAP e da árvore, determinou-se uma equação de regressão linear, que apresentou a seguinte análise de variância:

Análise de variância da equação de regressão linear referente aos dados do quadro I

Causa da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Regressão linear	1	0,024279	0,024279	343,536**
Resíduo	53	0,003745	0,0000 71	
TOTAL	54			

** significância ao nível de 1% de probabilidade

Equação de regressão linear para os dados de Densidade básica média da madeira ao nível do DAP (X) através de secções transversais e da Densidade básica média da madeira da árvore (Y)

Equação de regressão linear	Coefficiente de correlação (r)	Desvio padrão da regressão
$Y = 0,0423 + 0,8239 X$	0,9307***	0,0444

*** significância ao nível de 0,1% de probabilidade

Quadro II - Variação da densidade básica média da árvore em função da densidade básica média ao nível do DAP (secções transversais) em **P. taeda**, com 6, 7 e 13 anos de idade, na região de Lages - SC.

Nº DA ÁRVORE	DENSIDADE BÁSICA g/cm ³		Nº DA ÁRVORE	DENSIDADE BÁSICA g/cm ³	
	DAP	ÁRVORE		DAP	ÁRVORE
1	0,377	0,355	33	0,324	0,306
2	0,417	0,378	34	0,404	0,376
3	0,405	0,369	35	0,331	0,343
4	0,394	0,366	36	0,346	0,330
5	0,352	0,325	37	0,387	0,374
6	0,393	0,364	38	0,376	0,366
7	0,372	0,346	39	0,336	0,320
8	0,401	0,364	40	0,281	0,273
9	0,392	0,362	41	0,362	0,346
10	0,402	0,376	42	0,314	0,306
11	0,410	0,373	43	0,340	0,326
12	0,372	0,342	44	0,319	0,306
13	0,419	0,381	45	0,322	0,313
14	0,401	0,361	46	0,383	0,360
15	0,408	0,370	47	0,350	0,341
16	0,418	0,370	48	0,312	0,310
17	0,443	0,395	49	0,326	0,312
18	0,404	0,376	50	0,342	0,330
19	0,441	0,407	51	0,304	0,293
20	0,416	0,374	52	0,319	0,310
21	0,399	0,368	53	0,330	0,310
22	0,364	0,335	54	0,319	0,303
23	0,434	0,401	55	0,304	0,293
24	0,426	0,393	56	0,361	0,344
25	0,395	0,360	57	0,301	0,299
26	0,392	0,356	58	0,397	0,361
27	0,394	0,357	59	0,386	0,351
28	0,362	0,334	60	0,392	0,363
29	0,421	0,387	61	0,390	0,362
30	0,367	0,334	62	0,407	0,398
31	0,378	0,354	63	0,300	0,289
32	0,336	0,316			

Procurando-se estabelecer uma correlação entre as densidades básicas da madeira ao nível do DAP e da árvore, determinou-se uma equação de regressão linear, que apresentou a seguinte análise de variância.

Densidade básica média da madeira ao nível do DAP:

$$\text{MÉDIA} = 0,371 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{C.V.} = 10,95\%$$

Densidade básica média da madeira da árvore

$$\text{MÉDIA} = 0,347 \text{ g/cm}^3$$

$$\text{C.V.} = 9,05\%$$

II
Análise da variância da equação de Regressão Linear referente aos dados do quadro

Causa da variação	G. L.	S. Q.	Q. M.	F.
Regressão linear	1	0,057833	0,057833	1065,076**
Resíduo	61	0,003312	0,000054	
TOTAL	62			

** significância ao nível de 1% de probabilidade

Equação de regressão linear para os dados de Densidade básica média da madeira ao nível do DAP (secções transversais) - «X» e da Densidade básica média da madeira da árvore - «Y».

Equação de regressão linear	Coefficiente de correlação	Desvio padrão da regressão
$Y = 0,0681 + 0,7519 X$	0,9725***	0,0230

*** significância ao nível de 0,1% de probabilidade

5. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Para o **P. elliotti** var. **elliottii** a análise de variância dos dados apresentados no quadro I revelou alta significância para a regressão linear. A equação encontrada foi: $Y = 0,0423 + 0,08239 X$ (1), sendo X = densidade básica média ao nível do DAP (secção transversal a 1,30m do solo) e Y = densidade básica média da árvore.

Para o **P. taeda** a análise de variância dos dados apresentados no quadro II revelou também, alta significância para a regressão linear. A equação encontrada foi: $Y = 0,0681 + 0,7519 X$ (2), sendo Y = densidade básica média da árvore e X = densidade básica média ao nível do DAP (secção transversal a 1,30m do solo).

Nota-se que os coeficientes lineares e angulares das equações (1) e (2) são muito semelhantes, o que nos permite concluir que as equações são equivalentes (GRÁFICO I).

Comparando-se as densidades básicas médias das árvores em função da espécie e idade, encontramos os seguintes dados:

QUADRO III - Variação das densidades médias das árvores em função da espécie e da idade.

ESPÉCIE	IDADE (anos)	N ^o . DE ÁRVORES	DENS. BÁSICA MÉDIA DA ÁRVORE g/cm ³	AMPL. DE VARIAÇÃO g/cm ³
P. elliottii var. elliottii	7	31	0,319	0,260 - 0,356
P. elliottii var. elliottii	9	24	0,326	0,267 - 0,371
P. taeda	6	12	0,311	0,289 - 0,344
P. taeda	7	15	0,331	0,273 - 0,376
P. taeda	13	36	0,366	0,325 - 0,407

Os dados apresentados no Quadro III revelam que houve uma tendência para aumento da densidade da madeira em função da idade das plantações.

Nas idades de 6, 7 e 9 anos, aparentemente não há diferença significativa entre as densidades básicas médias obtidas para ambas as espécies. Houve, entretanto, um aumento pronunciado na densidade da madeira de **P. taeda** aos 13 anos de idade.

Por outro lado, segundo o relatório anual do Cooperative Tree Improvement and Hardwood Research Programs (1971) da Universidade Estadual Carolina do Norte, os valores por nós encontrados diferem significativamente daqueles da região de origem. No Alabama, plantações de **P. elliottii** var. **elliottii** nas idades de 10-12 anos apresentam densidades básicas médias em torno de 0,414 g/cm³ e para o **P. taeda** aos 10-15 anos da ordem de 0,420 g/cm³.

Cumpre ressaltar que dada à importância da densidade da madeira no rendimento e na qualidade da mesma, e da alta herdabilidade encontrada por vários autores para esse caráter, a densidade deverá ser considerada como uma das propriedades mais importantes da madeira nos programas de melhoramento genético a serem efetuados.

6. RESUMO E CONCLUSÕES

Com base no estudo da densidade básica média da madeira das 55 árvores de **P. elliottii** var. **elliottii**, nas idades de 7 e 9 anos, e de 63 árvores de **P. taeda**, nas idades de 6, 7 e 13 anos, oriundas de povoamentos comerciais localizados na região de Lages - Santa Catarina, os autores chegaram as seguintes conclusões:

1. Existe uma alta correlação entre a densidade básica da madeira ao nível do DAP e a densidade básica da madeira da árvore.

2. Nas determinações da densidade básica média de árvores de **P. elliottii** var. **elliottii**, nas idades de 7 e 9 anos e de **P. taeda**, nas idades de 6, 7 e 13 anos, a densidade básica da madeira ao nível do DAP (1,30m do Solo) obtida através de amostras de secções transversais do fuste, pode estimar a densidade básica da madeira da árvore. As equações que possibilitam essas estimativas são:

Pinus elliottii var. **elliottii**

$$Y = 0,0423 + 0,8239 X$$

$$r = 0,9307$$

Pinus taeda

$$Y = 0,0681 + 0,7519 X$$
$$r = 0,9725$$

sendo Y = densidade básica da madeira da árvore

X = densidade básica da madeira ao nível do DAP (1,30 m do solo).

3. Houve uma tendência de aumento das densidades básicas médias da madeira em função da idade das plantações estudadas, sendo que esse aumento foi mais pronunciado para o **P. taeda** na idade de 13 anos..

4. As densidades básicas médias da madeira obtidas para as duas espécies nas idades estudadas foram:

Pinus elliottii var. **elliottii**

7 anos de idade = 0,319 g/cm³

9 anos de idade = 0,326 g/cm³

Pinus taeda

6 anos de idade = 0,311 g/cm³

7 anos de idade = 0,331 g/cm³

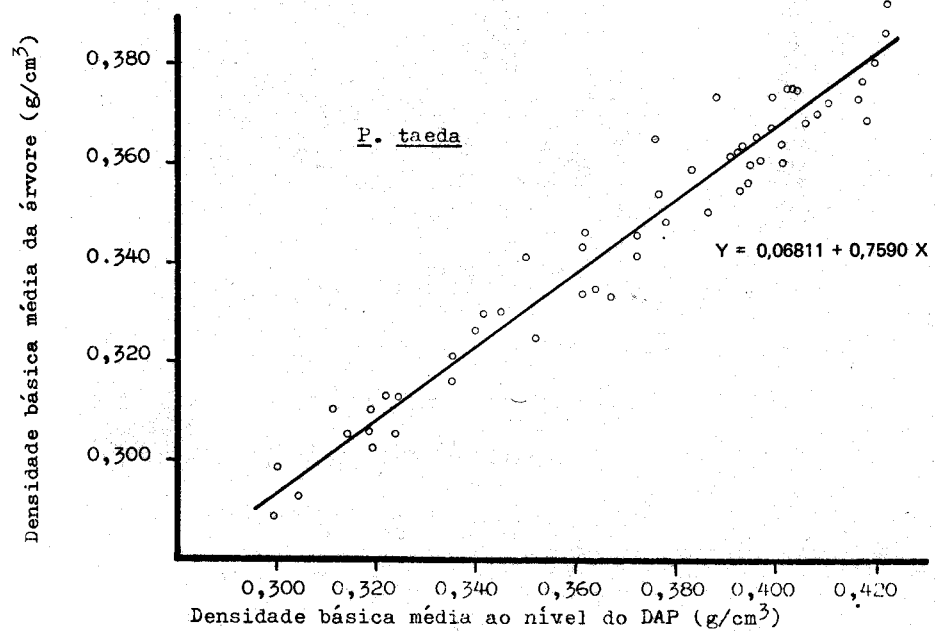
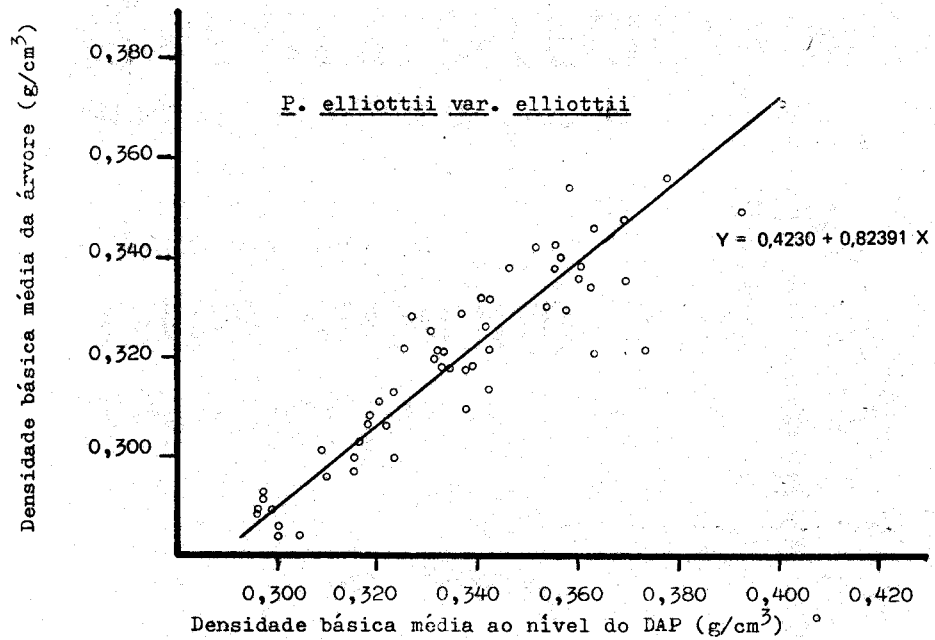
13 anos de idade = 0,366 g/cm³

BIBLIOGRAFIA

1. AMARAL, A. C. E., M. FERREIRA e G. BANDEL (1971). Variação da densidade básica da madeira produzida pela **Araucaria angustifolia** (Bert) O. Ktze no sentido medula-casca em árvores do sexo masculino e feminino. IPEF n^o 2/3: pp 119-127.
2. EURKHART, H. E. and J. R. EECK-WITH (1970). Specific gravity prediction and dry weight yeal estimation. TAPPI 53(4): pp 603.
3. COLE, D. E., B. J. ZOBEL and J. H. ROBERDS (1966). Slash, Loblolly and longleaf pine in a mixed natural stand; a comparison of their wood properties, pulp yelds and paper proper.ties. TAPPI 49 (4): pp161-166.
4. COOPERATIVE TREE IMPROVEMENT AND HARDWOOD RESEARCH PROGRAMS (1969-71-72-73.). North Caroline State University. , ANNUAL REPORTS: n.º 13, 15, 16 e 17.
5. FERREIRA, M. (1973). Variação da densidade básica da madeira de plantações comerciais de **Eucalyptus alba** (= **E. urophylla**), **Eucalyptus saligna** e **Eucalyptus grandis**. Em impressão.
6. FOELKEL, C. E. B., M. A. M. BRASIL e L. E. G. BARRICHELO (1972). Métodos para determinação da densidade básica de cavacos para coníferas e folhosas. O PAPEL -ANO XXXIII - agosto.

7. MADDERN, I. H. (1965). The heritability of wood density. IUFRO - Meeting Section 41, Melbourne, I Vol. II - 20 pp.
8. MITCHEL, H. L. (1958). Wood quality evaluation from increment cores. TAPPI 41 (4): pp 150-156.
9. NYLINDER, P. (1965). Non destructive field sampling systems for determining the wood density of standing timber over large areas, variation within and between species an the influence of environmental and others factors on wood density. IUFRO, Meeting section 41, Melbourne, Vol. II: 13 pp.
10. PRONIN, D. (1966).Methods for estimating specific gravity of logs. U.S. Forest Service, Research Note, FPL - 0110.
- 11 .VILANOVA, N. sem data. Apontamentos para reuniões de Meteorologia, E.S.A.L.Q. - USP.

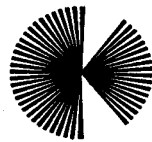
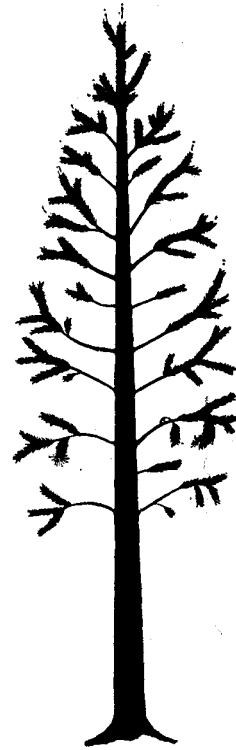
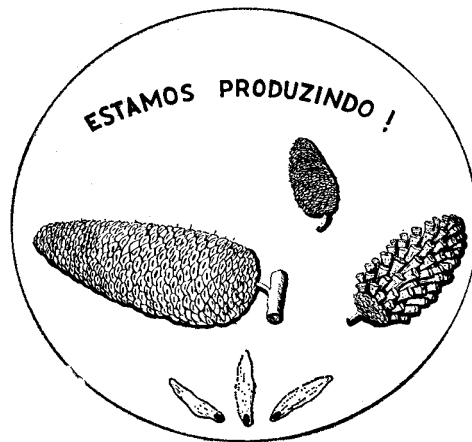
GRÁFICO I - Variação da densidade básica média da árvore em função da densidade média ao nível do DAP



SEMENTES SELECIONADAS!

PINUS taeda e PINUS elliottii

A BASE DE UM
REFLORESTAMENTO
BEM SUCEDIDO



Departamento Florestal
Klabin do Paraná

ENDEREÇO: Lagoa, Monte Alegre, Estado do Paraná
Aceita-se pedidos através dos escritórios:
Rio - Gb: Av. Rio Branco, 81 - 11º Andar - Caixa Postal, 1622 - tel. 223-5870
São Paulo: Rua Formosa, 367 - 18º Andar - Caixa Postal, 524 - tel. 37-7101/239-1774
Curitiba: Rua 15 de Novembro, 556 - 3º Andar - tel. 22-5373/23-5399

**EXISTEM CHAPAS DURAS
MAIS FORTES E MENOS FORTES.**



DURATEX
 **É MAIS.**

À COMPANHIA VALE DO RIO DOCE

e o reflorestamento na região leste

Com a exportação de 28 milhões de toneladas de minério de ferro em 1971 e com o plano de expansão para atingir 50 milhões de toneladas em 1974, a CVRD se colocará no primeiro lugar no mundo entre as empresas congêneres.

Como diversificação de suas atividades a Companhia elegeu a linha de produtos florestais como de grande prioridade e já há cerca de três anos vem executando projetos de reflorestamento e exploração racional de florestas naturais.

Criou a Florestas Rio Doce S.A., sua subsidiária encarregada de implantação dos maciços florestais no Médio Rio Doce, e a Rio Doce Madeiras S.A. - DOCEMADE, igualmente sua subsidiária que cuida dos plantios de eucalipto na região do litoral capixaba.

Vem desenvolvendo grandes projetos de exportação de produtos florestais para contratos a longo prazo e vem aplicando recursos de grandes empresas tais como o Banco do Brasil, CEMIG, ESCELSA, e outras.

Iniciou uma campanha no sentido de captar mais recursos oriundos dos incentivos fiscais em virtude das suas ilimitadas possibilidades de industrialização e comercialização na área internacional.

Não podia a CVRD, através de suas subsidiárias, se privar das vantagens auferidas como associada do IPEF, uma vez que a Companhia possui como princípio fundamental, trabalhar dentro dos mais altos níveis técnicos.

RIGESA E SEUS PLANOS



O que fizemos:

Nossa árvore foi plantada em 1953 e não parou de crescer mais. Durante esse tempo esse pinheiro transformou-se em 12 milhões. Construímos uma fábrica para embalagens de papelão corrugado com capacidade para 10 milhões de m² por mês. Isso quer dizer que ela é a maior do mundo. Por isso podemos fabricar com o mais alto «know how», caixas para despacho, corte e vinco, displays para propaganda, acondicionamento de produtos especiais, impressões a óleo e flexografia.

O que estamos fazendo:

Continuamos plantando. Nossa média hoje é de 4 milhões de pinheiros por ano.

Construindo uma nova fábrica integrada de celulose e papel em Santa Catarina, com capacidade inicial de 200 toneladas diárias de papel e recuperação de produtos químicos e controle absoluto de poluição. Associamo-nos à Westcavo, conhecida mundialmente.

Tudo isso para que nesse momento você conheça o mais novo ramo da árvore da Rigesa — o saco multifolhado.

Os engenheiros de nossa fábrica em Valinhos pensaram, foram aos Estados Unidos e voltaram. Tornaram a pensar, tornaram a estudar. O resultado não foi um simples saco. Foi uma linha completa de embalagens, foi quase uma obra prima.

Eles partiram do princípio de que o produto determina a embalagem. Então, para cimento, existe um saco feito especialmente para cimento. Para rações, um saco feito especialmente para rações. Impermeabilizados, plastificados, as qualidades do papel multifolhado foram explorados ao máximo. Enquanto isso, outros ramos da árvore se desenvolveram em função dos sacos multifolhados.

A Rigesa tem capacidade de desenvolver embalagens específicas e cumprir prazos.

Mas a nossa árvore não vai parar aí.

O que vamos fazer:

Para atingir a auto-suficiência em matéria-prima, pretendemos elevar nossa média de plantio para 5 milhões de pinheiros esse ano.

E na hora de embalar o seu produto, tome a decisão de quem sabe o que está fazendo — procure a Rigesa.