



secagem de madeiras com tendência a apresentarem dificuldades na secagem.

— Ampliações da capacidade do secador são possíveis, mas não recomendadas já que o principal objetivo é atender a pequenos produtores. Construção de outros secadores em uma mesma área permitem uma maior rotatividade na ocupação dos secadores e velocidade de secagem das madeiras.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAVALCANTE, A.A. *Ensaio de Secagem Solar do Cedro e da Itaúba*. Instituto de Tecnologia da Amazônia. Manaus-AM. 15 p. 1984.
- CEAG/AM. *Cadastro Industrial do Amazonas 89/90*. Manaus-AM. 1989. 298 p.
- CHEN, P.Y.S.; HELMER, W.A.; ROSEN, H.N.; BARTON, D.J. Experimental Solar Dehumidifier Kiln for Drying Lumber. *Forest Products Journal* 32(9): 35-41. 1982.
- CHEN, P.Y.S. & HELTON, C.E. Design and Evaluation of a Low-cost Solar Kiln. *Forest Products Journal* 39(1): 19-22. 1989.
- DURAND, P.Y. Expérimentations de Séchoirs Solaires à Bois de Type Rustiques en Côte-Divoire. *Revue Bois et Forests des Tropiques* n. 208 p. 49-56, 1985.
- LITTLE, Robert L. Design and Performance of Foreign Solar Lumber Dryers. In: *Conference in Practical Application of Solar Energy to Wood Processing*. Blacksburg, Va. jan. 6-7, 1977, p. 35-48.
- MENDES, A.S. *Utilização de Coletor Solar Parabólico na Secagem da Madeira*. Curitiba-PR. Univ. Federal do Paraná. Tese de Mestrado. 1984. 82 p.
- PLUMPTRE, R.A. Simple Solar Heated Timber Dryers: Design, Performance and Commercial Viability. *Commonw. For/Rev.* 58(4): 243-249, 1979.
- *Estufas Solares para el Secado de Madera: Su Utilidad para Los Paises en Desarrollo*. Commonw. Forestry Institute. Oxford, Reino Unido. p. 85-96.
- SANTINI, E.J. Secagem de Madeira Serrada em estufa Solar e Sua comparação com os Métodos Convencionais. *Rev. Floresta* (): 5-13. 1982.
- SIMPSON, W.T. & TSCHERNITZ, J.L. Low-cost solar dry Kiln gets trial in Sri Lanka. *WORLD WOOD* 23(1): 13. 1982.
- SIMPSON, W.T. & TSCHERNITZ, J.L. Solar Dry Kiln for Tropical Latitudes. *Forest Products Journal*. 34(5): 25-34. 1984.
- SIMPSON, W.T. & TSCHERNITZ, J.L. FPL Design for Lumber Dry Kiln Using Solar/Wood Energy in Tropical Latitudes. *Forest Products Laboratory, Madison, WI. General Tech. Report FPL144*. 1985. 17 p.
- SIMPSON, W.T. & TSCHERNITZ, J.L. Performance of a Solar/Wood Energy Kiln in Tropical Latitudes. *Forest Products Journal* 39(1): 23-30. 1989.
- SUDAM. *Estudo Sobre Métodos de Secagem de Madeiras da Amazônia*. Belém, 1984. 77 p.
- VITAL, B.R. Utilização de Energia Solar para Secagem de Madeira. *Rev. Ceres* 23(125): 1-10, 1976.

DENSIDADE BÁSICA: SUA VERDADEIRA UTILIDADE COMO ÍNDICE DE QUALIDADE DA MADEIRA DE EUCALIPTO PARA PRODUÇÃO DE CELULOSE*

Celso Fockel¹
Ervin Mora
Sérgio Menochelli

Riocell - S.A.
Guaíba - RS - Brasil

RESUMO

Densidade básica, ao longo dos anos, foi-se firmando como o mais universal dos índices de expressar qualidade da madeira. Tal universalidade entretanto chegou a ultrapassar limites do científico para em muitas situações se constituir em parâmetro de comparação de coisas não comparáveis. Entre os principais fatores complicadores está a variabilidade da madeira dentro da árvore, entre árvores, entre espécies e entre gêneros.

O presente estudo procurou isolar esses fatores de variação e estudar as reais interdependências da densidade com algumas importantes características físicas, químicas e anatômicas de madeiras de espécies de *Eucalyptus*. Além disso, buscou-se analisar o comportamento tecnológico para conversão à celulose kraft, avaliando-se a facilidade de deslignificação, os rendimentos e as propriedades físico-mecânicas das celuloses.

Os resultados revelaram que a densidade básica é um bom índice de qualidade desde que aplicado para uma mesma espécie de madeira, respeitando as diferenças existentes e evitando comparações amplas.

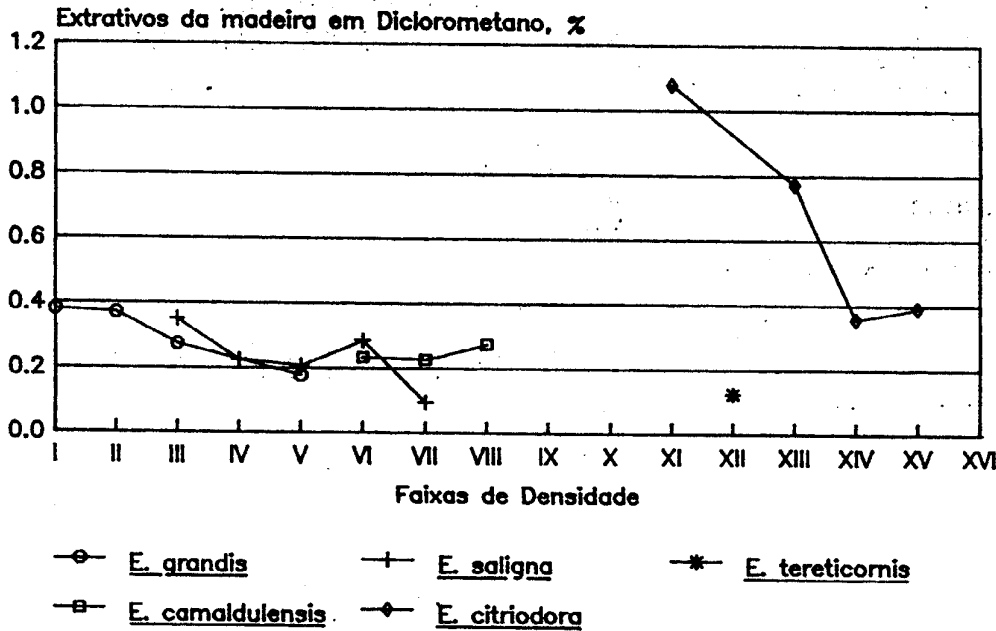
1 — INTRODUÇÃO

Pelas inúmeras facilidades que apresenta para sua determinação e pelas excelentes relações que mostra com as utilizações da madeira, a densidade básica tem-se constituído em um índice universal para avaliar a qualidade da mesma. Entretanto, essa universalização não pode e não deve ser absoluta, pois há perigo de se cometer exageros e erros. Isso porque a densidade é um fator resultante, é a consequência e não a causa da distribuição, tipos e composição dos elementos anatômicos que compõem a madeira. Além disso, há madeiras e madeiras. Dentro da mesma árvore a madeira varia sobremaneira, quer seja no sentido radial ou longitudinal.

Baseados no fato real que a madeira varia e bastante dentro da árvore, entre árvores, entre espécies e entre gêneros e que sua variação resulta em variação da densidade básica, a qual tem uma faixa de variação não muito ampla (p. e. 0,3 a 0,8 g/cm³ para os eucaliptos), fica a conclusão que: "a expressão da mesma densidade básica não significa mesma qualidade de madeira".

* Trabalho apresentado no 6.º Congresso Florestal Brasileiro, realizado em Campos do Jordão — São Paulo — Brasil, de 22 a 27 de setembro de 1990.

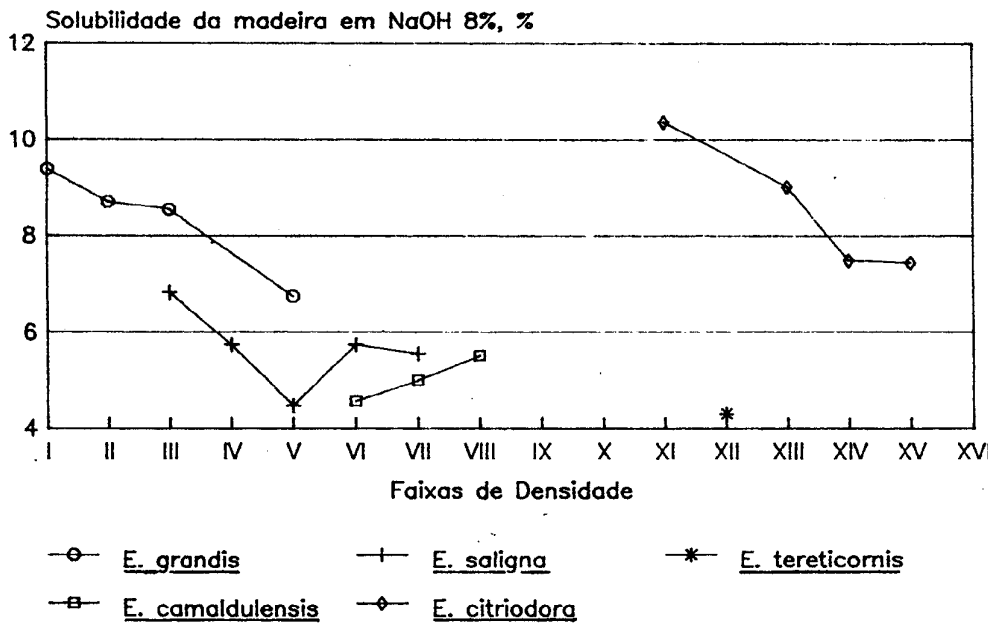
Gráfico 1



Faixas de Densidade (g/cm³)

I (0.351–0.375)
II (0.376–0.400)
III (0.401–0.425)
IV (0.426–0.450)
V (0.451–0.475)
VI (0.476–0.500)
VII (0.501–0.525)
VIII (0.526–0.550)
IX (0.551–0.575)
X (0.576–0.600)
XI (0.601–0.625)
XII (0.626–0.650)
XIII (0.651–0.675)
XIV (0.676–0.700)
XV (0.701–0.725)
XVI (0.726–0.750)

Gráfico 2



Faixas de Densidade (g/cm³)

I (0.351–0.375)
II (0.376–0.400)
III (0.401–0.425)
IV (0.426–0.450)
V (0.451–0.475)
VI (0.476–0.500)
VII (0.501–0.525)
VIII (0.526–0.550)
IX (0.551–0.575)
X (0.576–0.600)
XI (0.601–0.625)
XII (0.626–0.650)
XIII (0.651–0.675)
XIV (0.676–0.700)
XV (0.701–0.725)
XVI (0.726–0.750)

Essa conclusão é óbvia, não precisaria sequer um trabalho de pesquisa para confirmá-la.

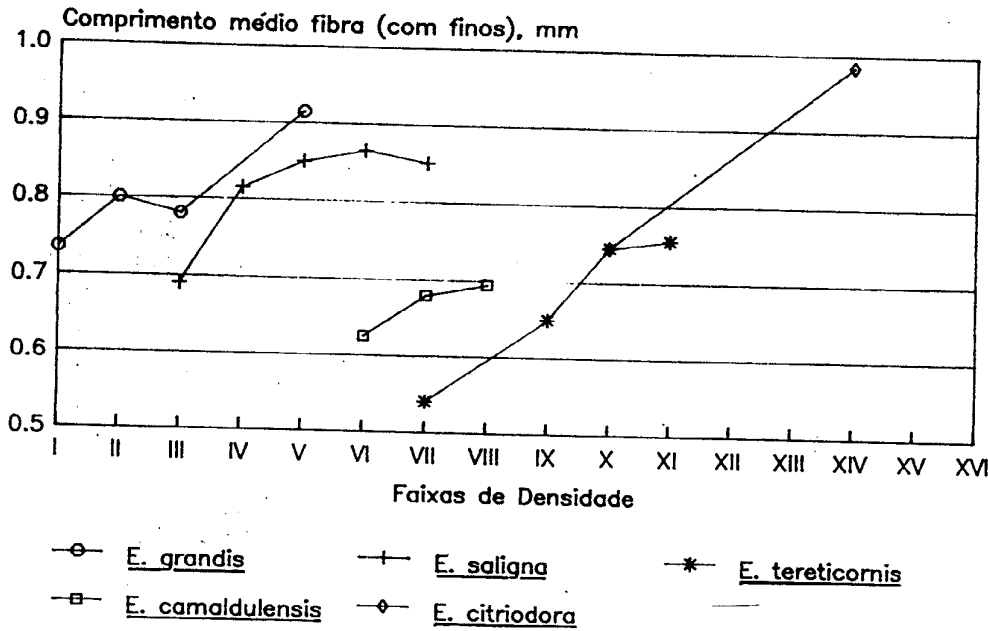
A dificuldade em que os pesquisadores se vêem, entre os quais nos incluímos, é que a tecnicidade às vezes extrapola os limites do razoável, tamanha é a habilitação que se cria em torno do uso de uma dada ferramenta. Assim sendo, começam a aparecer erros no uso da densidade básica, entre os quais os mais comuns são:

a) uso da densidade básica ao nível do DAP como densidade da árvore para previsões de peso de povoamentos;

b) dentro da mesma espécie, acreditar que mesmos valores de densidade básica signifiquem a mesma coisa em termos de qualidade de madeira;

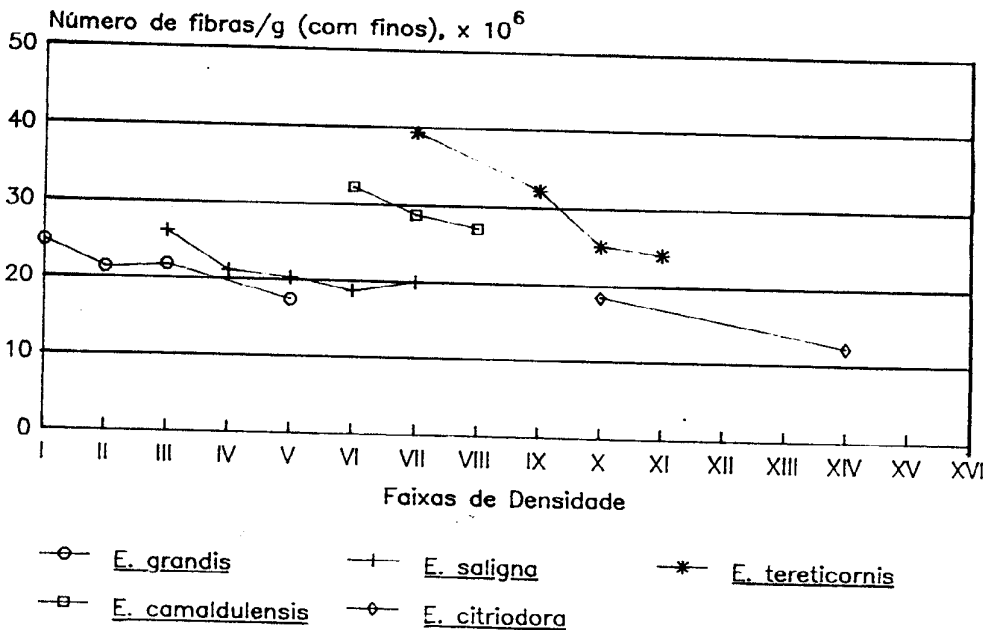
c) comparações de espécies diferentes com base nos valores de densidade básica;

Gráfico 3



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351–0.375)
II (0.376–0.400)
III (0.401–0.425)
IV (0.426–0.450)
V (0.451–0.475)
VI (0.476–0.500)
VII (0.501–0.525)
VIII (0.526–0.550)
IX (0.551–0.575)
X (0.576–0.600)
XI (0.601–0.625)
XII (0.626–0.650)
XIII (0.651–0.675)
XIV (0.676–0.700)
XV (0.701–0.725)
XVI (0.726–0.750)

Gráfico 4



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351–0.375)
II (0.376–0.400)
III (0.401–0.425)
IV (0.426–0.450)
V (0.451–0.475)
VI (0.476–0.500)
VII (0.501–0.525)
VIII (0.526–0.550)
IX (0.551–0.575)
X (0.576–0.600)
XI (0.601–0.625)
XII (0.626–0.650)
XIII (0.651–0.675)
XIV (0.676–0.700)
XV (0.701–0.725)
XVI (0.726–0.750)

d) comparações de gêneros diferentes, o que é pior.

Apesar desses enganos comuns, e apresentados rotineiramente em trabalhos de pesquisa, e os quais estamos denunciando, não o fazemos com a intenção de condenar o uso da densidade básica, mas apenas para alertar sobre o seu possível mal uso. Pelo contrário, somos altamente favoráveis a essa ferramenta simples, eficaz e preditiva.

Apenas para ilustrar uma situação citamos que:

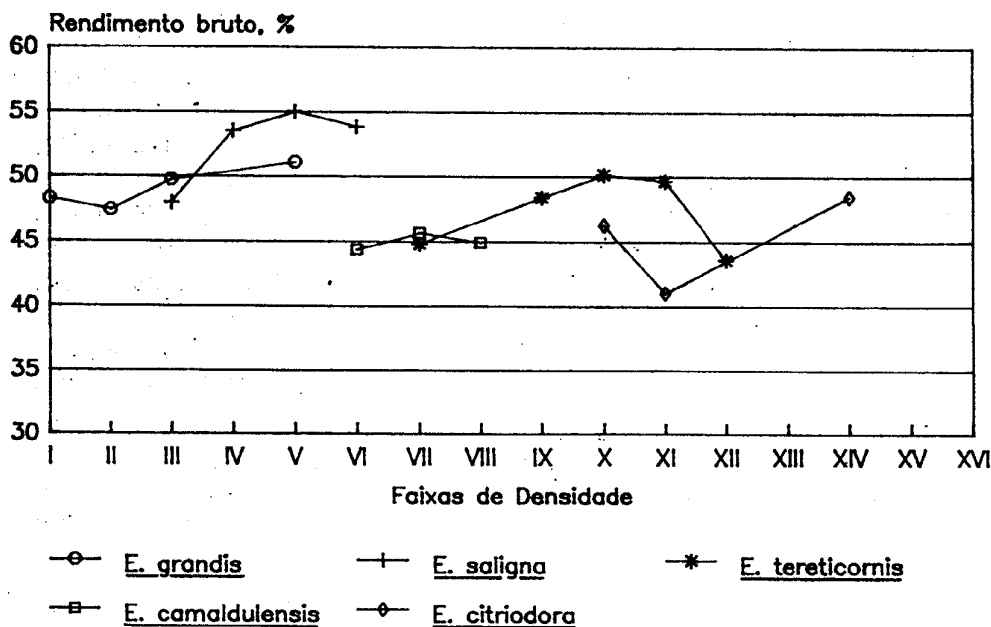
— um disco de madeira de *Eucalyptus saligna* pode apresentar $d_s = 0,5 \text{ g/cm}^3$;

— isso significa tão somente que a relação entre o peso seco desse disco e o seu volume saturado é 0,5;

— entretanto esse valor 0,5 poderia ser obtido das mais diversas formas, com as mais diferentes combinações de elementos anatômicos.

Daí veio a idéia de se produzir o presente trabalho.

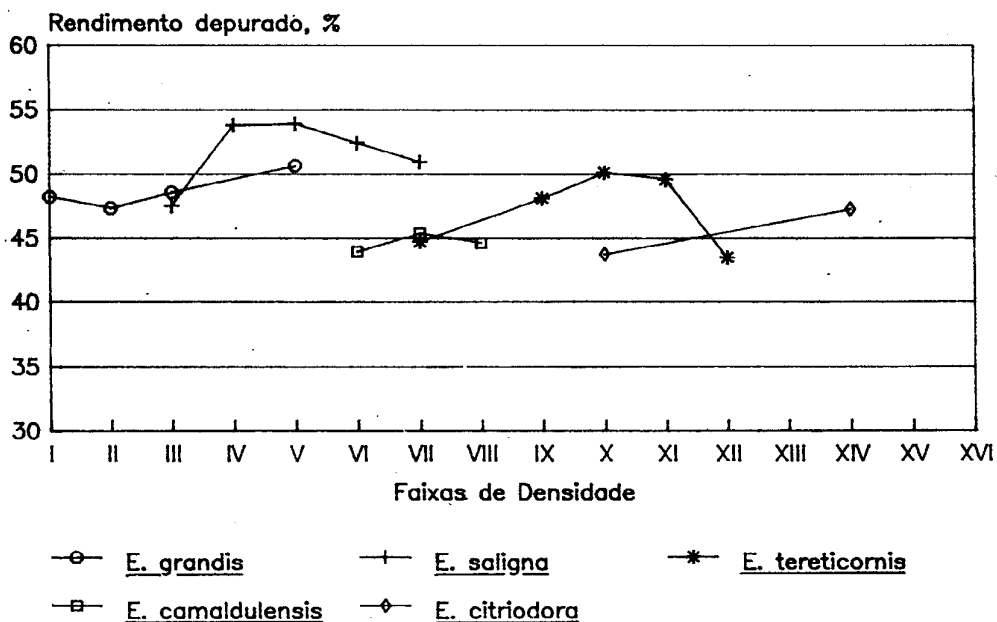
Gráfico 5



Faixas de Densidade (g/cm³)

I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

Gráfico 6



Faixas de Densidade (g/cm³)

I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

Vamos tentar trabalhar com densidades iguais, mas iguais mesmo, pensamos. Ou seja, quando avaliarmos pedaços de madeira com $d_b = 0,5$, todos os pedaços e em toda sua extensão, teriam essa mesma densidade. Como a natureza não produz madeira de uma densidade igual, tivemos que adotar algumas técnicas que descreveremos na metodologia.

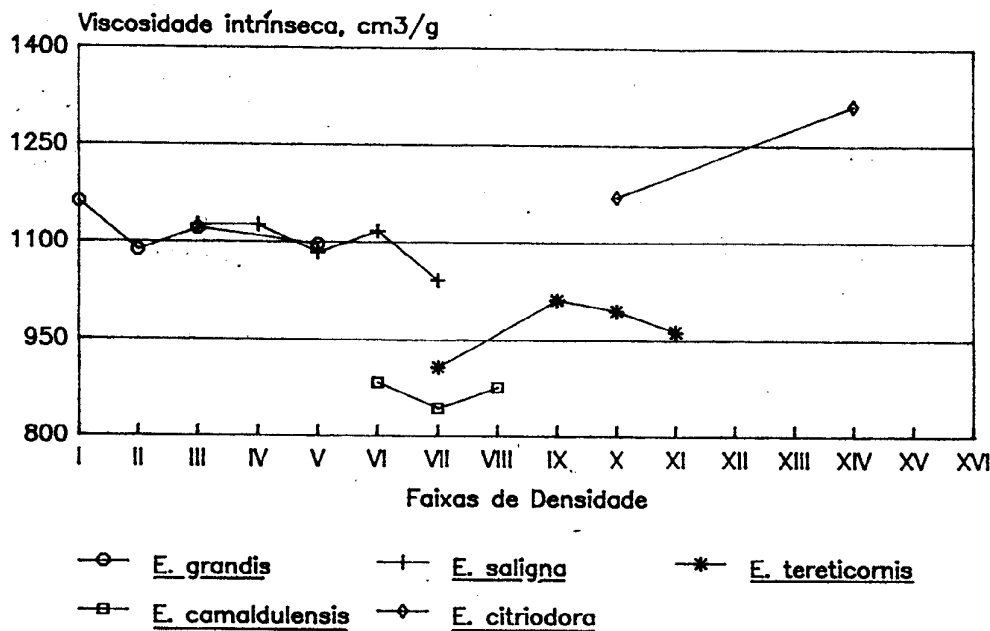
A partir daí, tendo classes de densidade de madei-

ra específicas para alguns eucaliptos, procuramos avaliar em como algumas propriedades das madeiras e das celuloses se comportavam em relação à variação da densidade.

Em resumo, o trabalho permitia conhecer:

- o comportamento de diferentes espécies de eucaliptos para uma mesma densidade básica;
- a variação das propriedades tecnológicas das

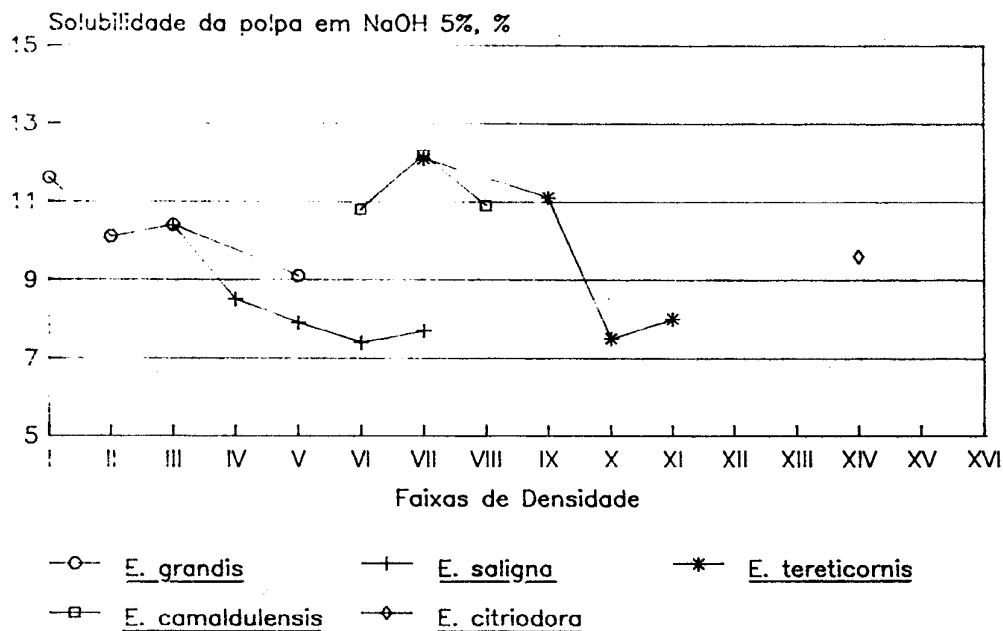
Gráfico 7



Faixas de Densidade (g/cm³)

I (0.351–0.375)
II (0.376–0.400)
III (0.401–0.425)
IV (0.426–0.450)
V (0.451–0.475)
VI (0.476–0.500)
VII (0.501–0.525)
VIII (0.526–0.550)
IX (0.551–0.575)
X (0.576–0.600)
XI (0.601–0.625)
XII (0.626–0.650)
XIII (0.651–0.675)
XIV (0.676–0.700)
XV (0.701–0.725)
XVI (0.726–0.750)

Gráfico 8



Faixas de Densidade (g/cm³)

I (0.351–0.375)
II (0.376–0.400)
III (0.401–0.425)
IV (0.426–0.450)
V (0.451–0.475)
VI (0.476–0.500)
VII (0.501–0.525)
VIII (0.526–0.550)
IX (0.551–0.575)
X (0.576–0.600)
XI (0.601–0.625)
XII (0.626–0.650)
XIII (0.651–0.675)
XIV (0.676–0.700)
XV (0.701–0.725)
XVI (0.726–0.750)

madeiras e celuloses em função da densidade básica na sua expressão de mais alta homogeneidade. Aqui no caso quando falamos em $d_b = 0,5 \text{ g/cm}^3$ temos cavacos de madeira com d_b muitíssimo próximas a isso, e não uma $d_b = 0,5$ composta de d_b 's entre 0,3 e 0,8.

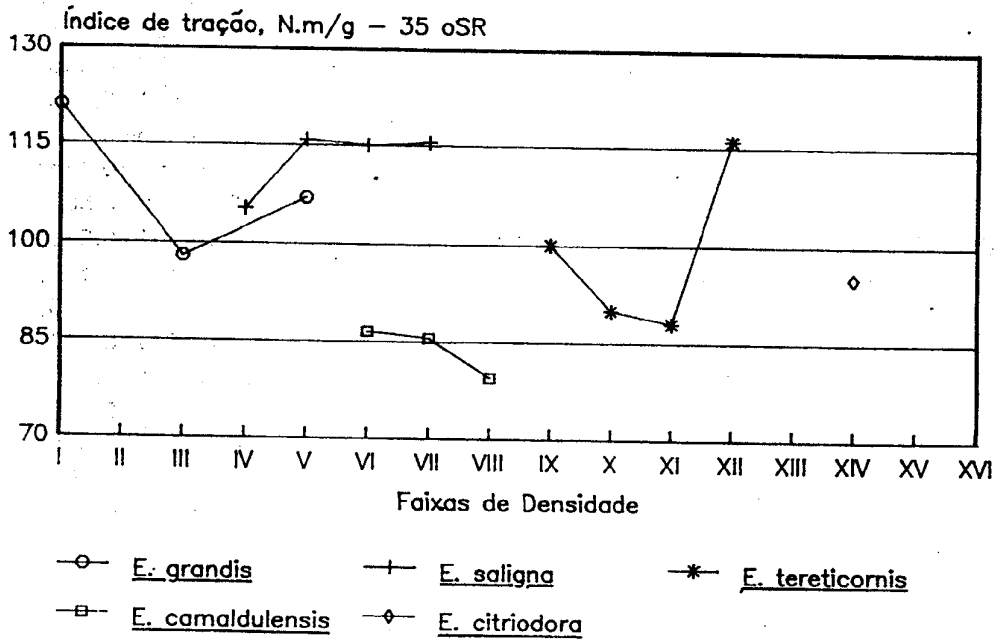
Foram utilizadas as seguintes espécies de eucaliptos: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora*, por se tratarem de espécies co-

muns, a maioria delas usadas para produção de celulose, e por possuírem ampla faixa de d_b (entre 0,35 a 0,75 g/cm^3).

2 — METODOLOGIA

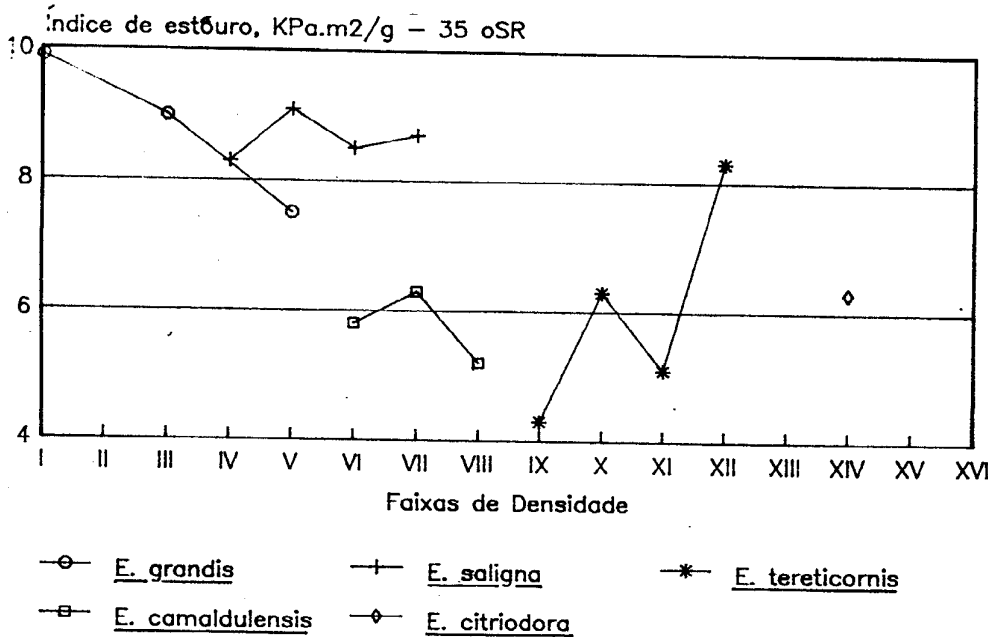
Foram escolhidos talhões representativos em termos de crescimento das espécies mencionadas. Esses talhões possuíam entre 7 a 9 anos. Para cada espécie foram

Gráfico 9



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

Gráfico 10



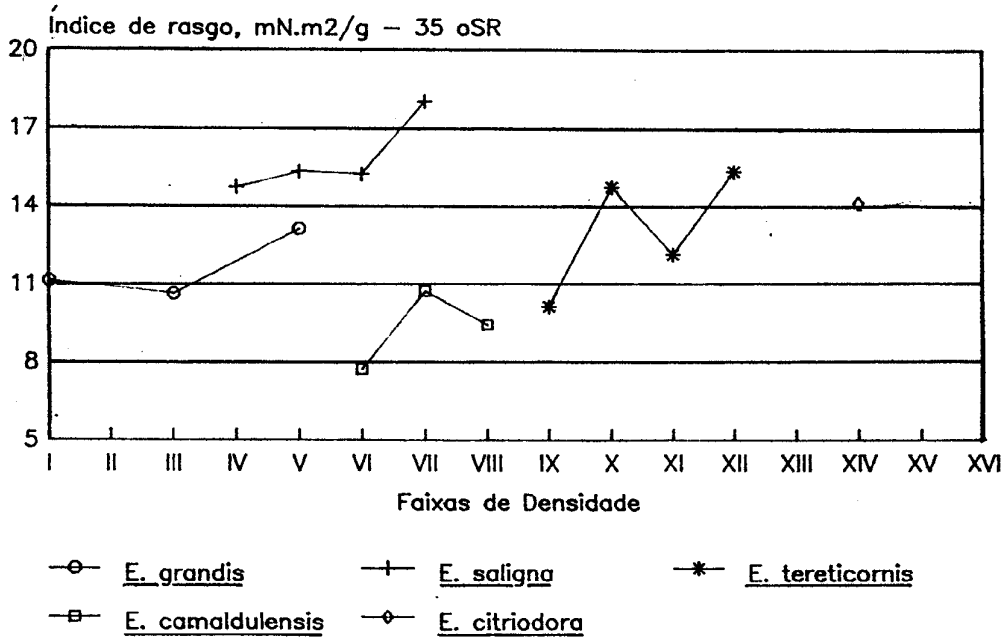
Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

abatidas 5 árvores. Na região do DAP de cada uma delas foram retirados discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura e anotada a orientação. Cada disco foi dividido em 4 quadrantes e de cada quadrante se tirou uma fatia no sentido medula casca. Nessas fatias se determinou a densidade básica de cm a cm nesse sentido. Foi possível então se ter o perfil de d_b da madeira em cada quadrante. Dessa forma, com cuidadosa técnica,

foram separadas as madeiras de cada espécie com base nas seguintes faixas de densidade básica: 0,351 a 0,375 g/cm³ (faixa 1); 0,376 a 0,400 (faixa 2); 0,401 a 0,425 (faixa 3); 0,426 a 0,450 (faixa 4) e assim por diante até 0,726 a 0,750 g/cm³ (faixa 16).

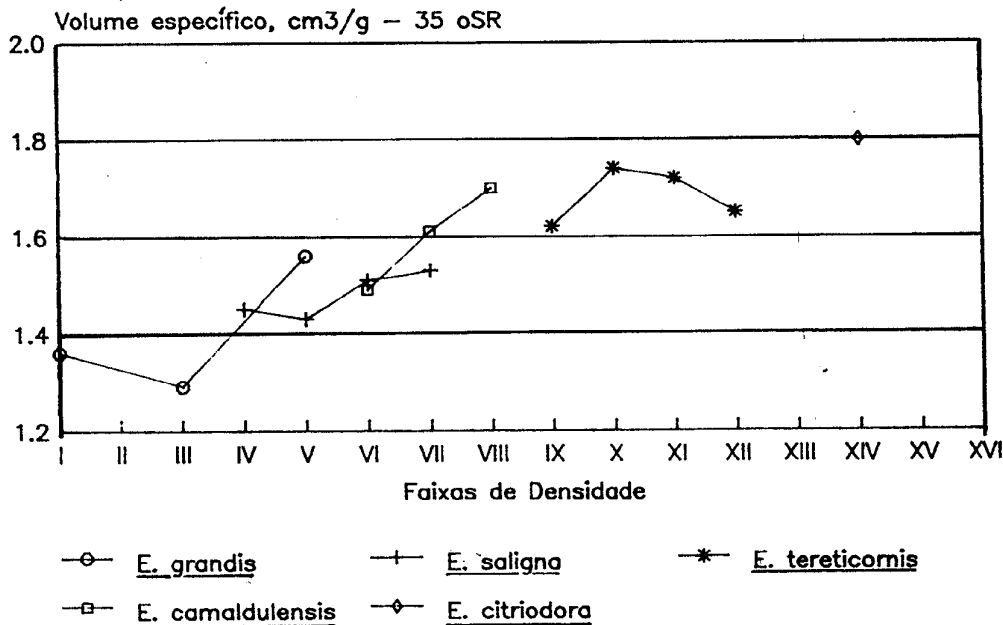
As madeiras de cada faixa eram transformadas manualmente em cavaquinhos e depois de homogeneizados, retirava-se uma amostra para determinar a d_b do lote e

Gráfico 11



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

Gráfico 12



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

confirmar se a densidade média estava dentro da faixa pré-estabelecida.

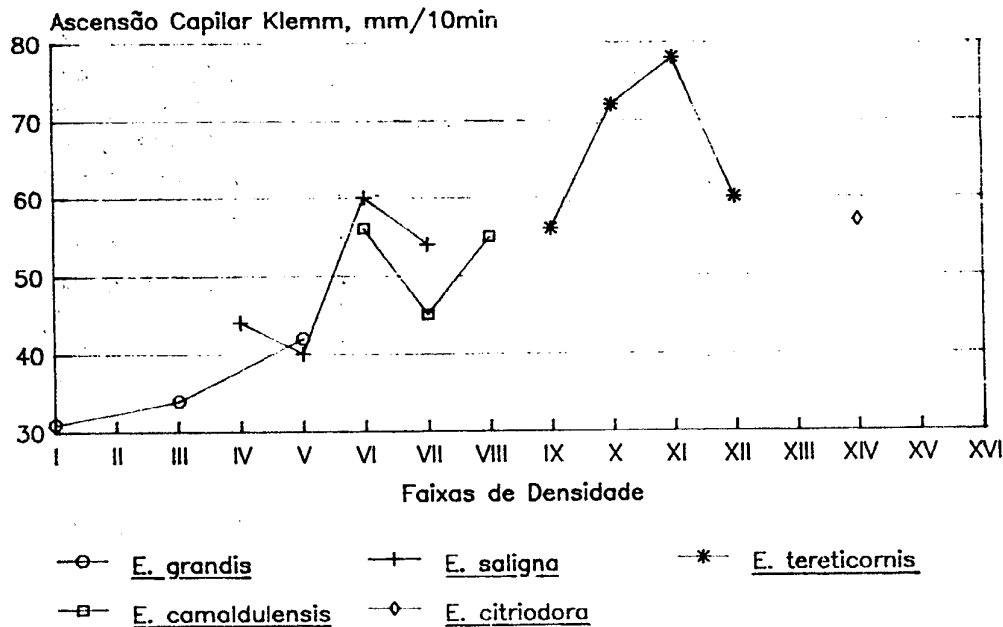
É óbvio, que pelas diferenças entre as espécies, haviam faixas de densidade que não eram comuns a todas elas. Em outras situações, a quantidade de amostra para uma dada faixa era muito reduzida para a realização de todos os ensaios.

Dentro do possível, para cada material disponível, foram realizadas diversas determinações de propriedades, sendo que nesse trabalho estão apresentadas as seguintes:

2.1. Características das madeiras

- extrativos em diclorometano,
- solubilidade da madeira em NaOH 8%.

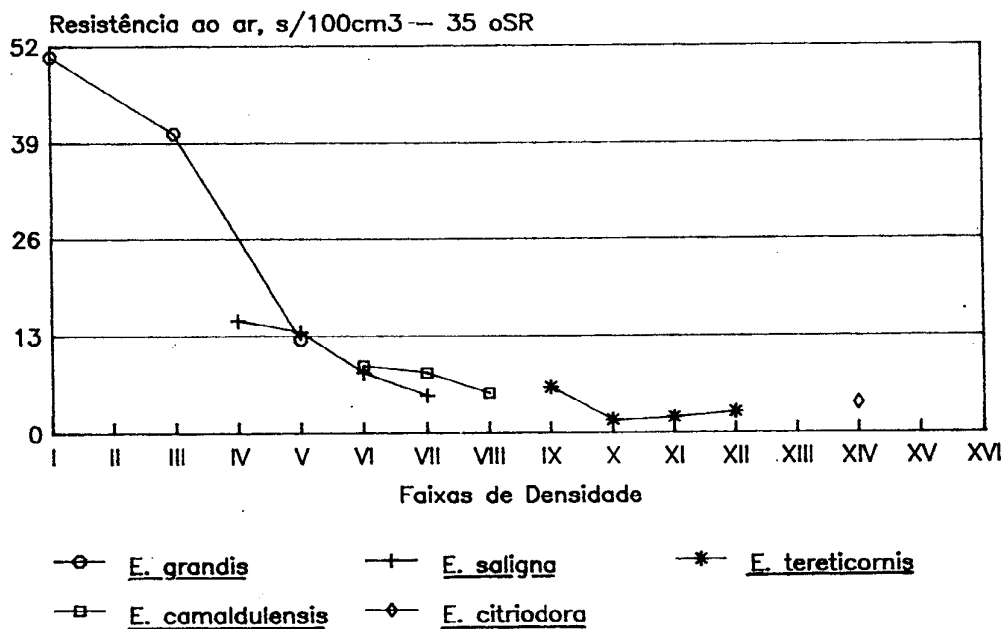
Gráfico 13



Faixas de Densidade (g/cm³)

- I (0.351--0.375)
- II (0.376--0.400)
- III (0.401--0.425)
- IV (0.426--0.450)
- V (0.451--0.475)
- VI (0.476--0.500)
- VII (0.501--0.525)
- VIII (0.526--0.550)
- IX (0.551--0.575)
- X (0.576--0.600)
- XI (0.601--0.625)
- XII (0.626--0.650)
- XIII (0.651--0.675)
- XIV (0.676--0.700)
- XV (0.701--0.725)
- XVI (0.726--0.750)

Gráfico 14



Faixas de Densidade (g/cm³)

- I (0.351--0.375)
- II (0.376--0.400)
- III (0.401--0.425)
- IV (0.426--0.450)
- V (0.451--0.475)
- VI (0.476--0.500)
- VII (0.501--0.525)
- VIII (0.526--0.550)
- IX (0.551--0.575)
- X (0.576--0.600)
- XI (0.601--0.625)
- XII (0.626--0.650)
- XIII (0.651--0.675)
- XIV (0.676--0.700)
- XV (0.701--0.725)
- XVI (0.726--0.750)

2.2. Características das celuloses

- comportamento médio da fibra, em aparelho Kajaani F-100, medindo-se todos os elementos anatómicos, inclusive os menores que 0,25 mm (finos),
- número de fibras/g de celulose.

2.3. Produção de celulose kraft

objetivou-se o mesmo número kappa da celulose

não branqueada (19 ± 2) e para isso, variou-se a carga alcalina.

Estão apresentadas nesse trabalho as seguintes propriedades:

- rendimento bruto,
- rendimento depurado,
- viscosidade intrínseca,
- solubilidade em NaOH 5%.

- índice de tração a 35°SR,
- índice de estouro a 35°SR,
- índice de rasgo a 35°SR,
- volume específico aparente a 35°SR,
- resistência à passagem de ar a 35°SR,
- resistência capilar de água, método Klemm, a 35°SR.

Escolheu-se o nível de refino 35° Schopper Riegler por ser aproximadamente o mais usual no país para papéis de impressão e escrita.

3 — RESULTADOS

Os resultados na forma de dezesseis gráficos de variação das diversas propriedades em função das faixas de densidade estão apresentados no final do trabalho.

4 — DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Vale a pena ressaltar que uma pesquisa como a nossa teve que se adequar às leis da Natureza. Assim sendo, as madeiras com densidades mais elevadas para cada espécie estavam localizadas mais próximas à casca, ao passo que as menos densas mais próximas à medula. Isso se deve ao fato do câmbio ir-se especializando com a idade para formar madeiras mais densas a idades maiores. Era portanto impossível se obter amostras de madeiras de mais baixa densidade nas regiões de alburno ou final do cerne. Dessa forma, há de se notar na expressão dos resultados uma influência da idade da árvore no momento de formação da madeira.

4.1. Extrativos da madeira em diclorometano

Relativamente aos extrativos da madeira em diclorometano havia uma tendência de diminuição dos mesmos com o aumento da densidade. As espécies estudadas mostraram comportamento e resultados muito parecidos, à exceção de *E. citriodora* que tinha valores decrescentes com a densidade, mas em um patamar bem mais elevado.

4.2. Solubilidade da madeira em NaOH 8%

Os valores eram decrescentes com o aumento da densidade, exceto para *E. camaldulensis*. Essa propriedade associa-se com o teor de hemiceluloses da madeira, logo madeiras mais densas devem ter menor teor de carboidratos de cadeia curta, o que é compreensível, pois deve aumentar a proporção de parede celular tipo S₂, mais rica em celulose.

4.3. Comprimento da fibra

Densidades maiores correspondem a maiores comprimentos de fibra para uma mesma espécie. Igualmente compreensível pela atividade cambial anteriormente discutida.

Não houve nenhuma correspondência entre comprimentos de fibra a uma dada densidade entre as espécies. Há um forte componente espécie a influenciar o comprimento de fibra.

4.4. Número de fibras por grama de celulose

É uma propriedade inversa em relação à anterior. Valem as mesmas considerações. Mas uma vez não dá para afirmar que madeiras com mesma densidade dêem origem a polpas com mesmo número de fibras. E isso afeta muito o desempenho da matéria-prima celulósica, principalmente a lisura, a maciez e a suavidade do papel.

4.5. Rendimentos em celulose

Duas espécies destacaram-se das demais, pela ordem *E. saligna* e *E. grandis*. As outras espécies ficaram em patamar inferior, exceto *E. tereticornis* quando sua densidade atingia valores entre 0,576 e 0,625.

Ligeira tendência do aumento do rendimento com o aumento da densidade, mas nada notável. Há indicações de que os melhores rendimentos sejam obtidos a uma determinada densidade para depois caírem com o aumento da mesma, o que também é tecnologicamente compreensível.

4.6. Viscosidade intinseca da celulose

Perfeita equivalência de *E. saligna* e *E. grandis*, mostrando nenhuma relação com a densidade básica. Ótimas viscosidades para *E. citriodora* e valores inferiores para *E. camaldulensis*. A escolha de madeiras só pela densidade, independentemente da espécie, levará necessariamente a flutuações dessa propriedade na celulose.

4.7. Solubilidade da celulose em NaOH 5%

Essa propriedade diminui com o aumento da densidade, da mesma forma que aconteceu para a solubilidade da madeira em NaOH 8%. Para a celulose tipo papel é uma propriedade muito importante, pois as hemiceluloses auxiliam a ação de refino e ligação inter-fibras. Para a celulose tipo dissolução interessa os menores valores possíveis. Assim sendo, o ideal para celulose tipo dissolução é trabalhar com madeiras mais densas de *E. saligna* ou de *E. tereticornis*.

4.8. Índice de tração a 35°SR

Nítida influência da espécie da madeira, com vantagem para *E. saligna*. Algumas discrepâncias quanto ao modelo seguido por essa propriedade em função da densidade básica.

4.9. Índice de estouro a 35°SR

Mais uma vez destacaram-se *E. saligna* e *E. grandis*, com piores resultados para *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*. Não é claro o modelo de variação em função da densidade.

4.10. Índice de rasgo a 35°SR

Foram obtidos excepcionais valores para essa propriedade, principalmente para *E. saligna*, seguido por *E. grandis* e *E. tereticornis*. Fica claro pelos resultados obtidos para os índices de rasgo e também para os índices de tração e estouro, que quando a madeira é homogênea pode-se alcançar resultados melhores para as

propriedades da celulose, graças à mais homogênea deslignificação. Fica aqui um conselho aos melhoristas florestais: uniformização da densidade da madeira dentro da árvore.

A resistência ao rasgo seguiu modelo crescente com o aumento da densidade básica. Mais uma vez observa-se que o componente *espécie* é mais forte que o componente densidade básica.

4.11. Volume específico aparente e absorção capilar Klemm a 35°SR

Essas duas propriedades estão ligadas à porosidade da folha de papel. Elas mostraram, ao contrário das demais, que o componente *densidade básica* é o mais importante, ou seja, o aumento da densidade básica provoca um aumento dos valores dessas propriedades independente da espécie.

Essas propriedades são muito importantes na celulose do eucalipto. Afinal, são por essas duas propriedades dentre outras que a celulose de eucalipto é tão recomendável para a fabricação de papéis "tissue" (absorventes, higiênicos, toalhas, etc.).

4.12. Resistência ao ar a 35°SR

Também é uma propriedade que depende da porosidade do papel. Mostra uma relação inversa com a densidade em relação às do item 4.11. É compreensível, pois quanto maior a densidade da madeira, mais volumoso é o papel resultante e menor é a resistência à passagem do ar através da folha. Também mostrou o componente *densidade* como mais importante que o componente *espécie*.

4.13. Opacidade da celulose

Os resultados de opacidade das folhas de celulose não foram apresentados por se tratar de um estudo com celuloses não branqueadas, onde os valores são todos muito altos pela própria cor das folhas. Não foi possível encontrar por isso uma relação entre espécie x densidade x opacidade. Entretanto é uma propriedade importantíssima para o uso da celulose do eucalipto para papéis de impressão e escrita. Em geral ela se relaciona bem com a densidade da madeira.

5 — CONCLUSÕES

As principais conclusões que puderam ser colhidas desse trabalho foram:

a) Densidade básica é um índice importante para avaliar a qualidade da madeira de eucalipto, pois muitas das propriedades da madeira e da celulose variam com sua variação.

b) O componente espécie de eucalipto é muito importante nos estudos de qualidade da madeira. Para muitas propriedades, não basta trabalharmos apenas com a densidade, independentemente da espécie, pois madeiras de espécies diferentes com mesma densidade não são tecnologicamente ou anatomicamente semelhantes.

c) A uniformização da densidade da madeira da forma como foi feita nesse trabalho permitiu-nos concluir o que já é conhecido, mas é sempre bom reforçar, ou seja: madeiras uniformes possuem comportamento tecnológico melhor dando melhores propriedades nas celuloses.

d) Algumas propriedades importantes da celulose do eucalipto, na verdade algumas das principais propriedades na comercialização desse tipo de celulose, como volume específico, resistência ao ar e absorção de água mostraram serem muito mais dependentes da densidade da madeira do que da espécie.

Como conclusão final, sugerimos cautela nas comparações entre espécies com base na densidade básica, mas enfatizamos a importância desse índice na avaliação da qualidade da madeira de eucalipto. O fundamental é saber usá-lo.

INFLUÊNCIA DO GRADIENTE VERTICAL DE DENSIDADE SOBRE RESISTÊNCIA À FLEXÃO ESTÁTICA EM CHAPAS DE PARTÍCULAS DE *Pinus spp**

Setsuo Iwakiri

Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
Manaus - Amazonas - Brasil

SUMMARY

The purpose of this study was to evaluate the shape of the vertical density profile on particleboard and its influence of static bending modulus of elasticity (MOE) and modulus of rupture (MOR). For species from *Pinus* genus (*taeda*, *serotina*, *glabra* and *palustris*) were utilized. The boards were produced with a density of 0,75 g/cm³, 13 mm thick, with sliver type particles. Densities from 12 sequential layer were determined (6 from the upper layer and 6 from the inner layer) with ± 1 mm thick. The density profile shows a tendency to have a "M" shape. The static bending test were done for boards of original thickness, after being taken 1 and 2 superficial layers (upper and inner layers) of ± 1,3 mm thick. The MOE and MOR from boards after have sun removed from 1 layer were higher than the ones from the original thickness and from the 2 layers, showing the influence from boards with a higher superficial desiccation after removal from the 1 superficial layer. No difference in MOE was observed between the boards produced with four different species. *P. serotina* boards showed higher MOR than others species.

RESUMO

Neste estudo, propôs-se a avaliar a formação do gradiente vertical de densidade (GD) em chapas de

* Trabalho apresentado no 6.º Congresso Florestal Brasileiro, realizado em Campos do Jordão — São Paulo — Brasil, de 22 a 27 de setembro de 1990.

Índice

Comissão Técnica 1 — Planejamento e Economia

Recurso Florestal	1
— A madeira no declínio do extrativismo vegetal na Amazônia (C. M. Correa e A. A. Correa) .	1
— Desenvolvimento de um rebaixador mecanizado de cepas (C. A. Guerreiro, A. Romero e L. H. Wadowski)	4
— Planejamento da produção sustentada de matéria-prima florestal para empresas verticalizadas (L. F. Menezes, P. R. Schneider e J. E. Klein)	6
— Métodos de avaliação de benefícios indiretos de florestas: uma revisão (L. O. L. Pedreira) . . .	23
— Viveiro suspenso do Riocell: racionalização do quadro de mão-de-obra através da implantação de um sistema de produção de mudas com usos múltiplos (F. A. S. Ferreira e E. R. Marchetti)	29
— Determinação do prejuízo econômico para <i>Eucalyptus grandis</i> (W. Hill ex Maiden) destinado à produção de carvão vegetal, resultante de sua exploração após a idade ótima de corte (E. B. S. Smith, H. P. Ladeira, A. A. A. Barros e L. Couto)	35
— Sensibilidade econômico-estratégica do uso de herbicidas em substituição à mão-de-obra rural junto a algumas atividades florestais em regiões acidentadas (P. R. O. Macedo, P. F. Castro e A. V. Rodrigues)	39
— Análise operacional de sistemas de abate mecanizado (W. F. Mendonça Filho e L. P. A. Pereira Filho)	47
— A interpretação econômica de um ensaio de adubação de <i>E. grandis</i> (F. P. Gomes e C. H. Garcia)	52
— Métodos de valoração de recursos florestais (R. Berger)	55

Comissão Técnica 2 — Avaliação de Recursos Florestais e Manejo

— Comportamento espectral de mudas de <i>Eucalyptus grandis</i> (Hill) Maiden em diferentes percentagens de cobertura (S. Amaral, M. L. Kazmierczak, V. C. Carvalho e N. J. Zerbini)	61
— Desenvolvimento de metodologia de inventário florestal contínuo em <i>Eucalyptus</i> para classificação de sítio (O. Menegol e P. T. C. Louzada)	67
— Classificação de árvores de encalptos para postes (J. C. C. Campos, H. G. Leite e R. N. Souza)	72
— Os sistemas de manejo florestal para a Amazônia (J. D. P. Siqueira e M. F. Souza)	78
— Análises de séries temporais de largura de anéis em <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze. (A. C. Nogueira e R. A. Leitz)	84
— Contagem de copas de Pinheiro do Paraná em fotografias aéreas verticais (convencionais e 35 mm coloridas): caso estudo do Capão da Imbúia Curitiba-PR (A. A. Disperati e J. Skalski Júnior)	91
— Avaliação de dados em povoamentos de <i>Araucaria angustifolia</i> (C. Lingnau, F. F. Kirchner e J. H. Pedrosa Macedo)	100
— O uso de funções "spline" no cálculo de volume de árvores (F. F. Kirchner, A. Figueiredo Filho,	

J. R. S. Scolforo, S. A. Machado e E. A. Miti-shita)	105
— Análise da cobertura florestal das bacias hidrográficas dos rios Cabo Verde e Machado no sul de Minas (J. C. Campos e P. R. Landgraf) . . .	111
— Subsídios para manejo do cerrado (F. Costa Neto e L. Couto)	117
— Estudo de modelos matemáticos para estimar o volume por hectare em um povoamento de <i>Pinus taeda</i> L. em Pirai do Sul, PR (M. A. Rosot, S. A. Machado, N. C. Rosot e D. B. Emerenciano)	126
— Inventário florestal nacional uma proposta para o caso brasileiro (H. B. Amorin e S. P. Neto) .	138
— Estudo das funções de distribuição diamétrica das árvores desbastadas em plantações de <i>Pinus taeda</i> no estado do Paraná (S. A. Machado, R. Bacovis e L. C. P. T. Marquesini)	145

Comissão Técnica 3 — Política e Legislação Florestal

— Legislação ambiental relativa a áreas naturais protegidas (C. E. F. Silva)	153
— Aspectos do setor florestal do estado do Amazonas (A. C. Hummel e L. J. Minette)	157
— Proposta para a pesquisa e o desenvolvimento do setor de tecnologia e utilização de produtos florestais na Amazônia (D. A. Silva, J. L. M. Matos, P. F. Trugillo e S. Iwakiri)	166
— Cooperativismo uma necessidade do setor florestal (J. Skalski Júnior)	170
— Alguns aspectos da política florestal para a região sul do estado do Paraná (L. O. L. Pedreira)	176
— A economia, a legislação e a política florestal brasileiras — aspectos do setor florestal (L. C. Ribas)	179
— Evolução da ocupação das coberturas florestais no Brasil (H. M. Flor)	185

Comissão Técnica 4 — Educação Florestal, Ensino e Pesquisa

— Treinamento para monitores do sub-programa de interpretação da natureza do Parque Estadual da Cantareira (H. Dutra e S. Herculiani)	193
— Programa de recreação e educação ambiental da floresta de Avaré, SP (H. Aoki e M. C. Doro)	196
— Conservação de remanescentes florestais através da educação ambiental (J. P. Capobianco)	200
— Educação ambiental extensão universitária — uma experiência em escola pública de 1.º grau (M. Sorrentino, R. C. D. Barseleri, M. Imamoto e A. L. P. Melo)	204

Comissão Técnica 5 — Funções Múltiplas das Florestas: Conservação e Recuperação do Meio Ambiente

— Espécies pioneiras para recuperação de áreas degradadas: a observação de laboratórios naturais (A. A. Carpanezzi, L. G. S. Costa, P. Y. Kageyama e C. F. A. Castro)	216
— Reflorestamento de áreas críticas nas cidades do Rio de Janeiro e Petrópolis (M. J. Penna, C. P. B. Machado e M. C. N. Vieira)	221
— Recomposição com essências nativas de cerrado (J. D. Vieira, A. S. Diniz e F. R. Dário)	226

— Comportamento de algumas espécies vegetais na recomposição de matas nativas (E. G. Santarelli)	232	— Classificação de sítio para povoamento de <i>Pinus taeda</i> no sul do Brasil (Y. M. M. Oliveira, E. B. Oliveira e W. L. Mafley)	357
— Recuperação de uma área "desertificada" no sul do Brasil (C. Steiner, F. A. S. Ferreira e I. Ceron)	236	— Micropropagação de <i>Eucalyptus citriodora</i> e <i>Eucalyptus tereticornis</i> (D. N. H. Pinedo, M. E. C. Graça e A. J. Araujo)	361
— Desenvolvimento de algumas espécies florestais nativas em plantio de enriquecimento (S. S. Martins, L. Y. Takahashi e R. C. G. Borges) ..	239	— Propagação "in vitro" de <i>Eucalyptus saligna</i> (M. Fantini Junior e M. E. C. Graça)	373
— Programa de reflorestamento da mata ciliar do reservatório da Itaipu Binacional (A. C. Muller, V. H. Zelazowski e F. J. S. Carbonar)	243	— Ocorrência de duas espécies do gênero <i>Gonipterus</i> em <i>Pinus patula</i> em Santa Catarina (E. T. Iede, S. R. C. Penteadó e G. H. Rosado Neto) ..	379
— Desmatamento e uso atual da terra no estado do Acre (H. Lunz e V. F. G. Pereira)	251	— Produção de clones de <i>Pinus</i> spp através da enxertia em diferentes épocas do ano (A. A. Silva, A. C. M. F. Siqueira, R. C. Romanelli e A. Bergamasco)	380
— Consorciação de <i>Eucalyptus grandis</i> W. Hill ex Maiden com cultura agrícola anual no vale do Rio Doce, Minas Gerais (L. Couto, C. A. M. Passos, J. M. Gomes e L. R. Capitani)	256	— Aumento da produtividade do <i>E. grandis</i> , em areias quartzosas, através da fertilização de manutenção (J. L. Stape e J. Zani Filho)	386
— A influência do homem no ambiente da Serra do Baitaca, município de Quatro Barras - PR (C. V. Roderjan, Y. S. Kuniyoshi e E. Struminski)	260	— Estratégia para implantação de florestas de rápido crescimento no Vale do Paraíba - São Paulo (W. Gonçalves)	390
— Reposição de matas ciliares no norte do Paraná (M. C. Nadolny e A. Contar)	268	— Comportamento de Eucalipto e forrageiras em plantio consorciado na região do cerrado (F. L. C. Santos e L. Couto)	395
— Efeito da implantação de maciços florestais puros na reabilitação do solo degradado pela mineração de xisto betuminoso (F. Poggiani e C. C. Monteiro)	275	— Adubação de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> com boro e zinco em solos do cerrado na região de Brasilândia, Minas Gerais (S. da Fonseca, J. L. P. Malufe, A. C. de Oliveira)	403
— Estudos fitoquímicos em espécies florestais do Parque Estadual do Morro do Diabo, Estado de São Paulo (M. N. Sakita e M. I. Vallilo)	281	— Centro de conservação genética e melhoramento de pinheiros tropicais (P. E. R. dos Santos e M. Ferreira)	406
— Proposta para a criação de um sistema de unidades de conservação da <i>Araucaria angustifolia</i> no Estado do Paraná (F. A. Gubert Filho) ..	287	— Comportamento silvicultural de procedência de <i>Eucalyptus saligna</i> — Smith na região sul do Estado de São Paulo (F. de A. Ribeiro, J. Z. Filho e J. L. Stape)	410
— Controle de impacto ambiental na exploração florestal: proposta de normas (A. P. Souza, C. C. Machado, J. J. Griffith e A. R. Neves)	301	— Seleção individual em <i>Pinus elliottii</i> Eng. var. <i>elliottii</i> para produção de resina no Instituto Florestal de São Paulo (L. M. do A. G. Garrido, M. A. de O. Garrido, E. Moraes, R. C. Romanelli e C. Ribas)	414
— Regeneração natural de mata ciliar na estação ecológica de Bauru (comunicação) (J. C. B. Nogueira)	305	— Redução na biomassa durante o processo de decomposição de folhas verdes de <i>E. grandis</i> , <i>E. citriodora</i> , <i>E. cloeziana</i> e <i>E. torrelliana</i> (M. das G. F. Reis, G. G. Reis, N. F. Barros e R. C. Santana)	419
— Abundância e diversidade da regeneração natural sob mata ciliar implantada (G. Durigan e H. C. S. Dias)	308	— Teste internacional de procedências de <i>Eucalyptus urophylla</i> S. T. Blake (Y. P. de C. Pásztor, L. de C. Ettori, A. C. S. Zanatto e E. Moraes) ..	421
— Cosmóvisão holística das funções múltiplas da floresta (V. C. Carvalho)	312	— Isoenzimas de <i>Eucalyptus</i> : técnicas para extração e eletroforese (I. Peters, A. C. Alfenas, A. M. Moreira, F. de A. Ribeiro e F. C. G. Marins) ..	425
— Análise do potencial agrosilvopastoril do estado do Mato Grosso - BR (R. L. G. Macedo)	315	— Condução e utilização de bancos de conservação genética de espécies de eucalipto (M. D. V. de Resende, R. Vencovsky)	434
— Estudo hidrodinâmico na floresta latifoliada das escarpas da Serra do Mar, na região de Cubatão, SP (S. F. Cesar, E. N. Domingues, M. A. Nalon e A. C. V. Vellardi)	320	— Ampliação da rede experimental do programa de melhoramento de eucalipto no CNPF/EMBRAPA (H. D. da Silva, A. R. Higa e S. M. de Souza)	439
— Mapeamento evolutivo da vegetação da Serra do Mar - Cubatão - SP (I. F. Mattos e C. K. Matsukuma)	330	— Formação de mudas de <i>Acacia mangium</i> : 1. resposta a calcário e a fósforo (L. E. Dias, V. H. Alvarez e S. B. Júnior)	449
— Produção de borracha natural de maniçoba em consórcio com espécies forrageiras no nordeste semi-árido (J. Ribaski, S. G. Albuquerque e S. M. Souza)	343	— Efeito da redução de luz em jardins clonais sobre o enraizamento de estacas de <i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i> (T. F. de Assis, J. F. dos S. Bauer e O. P. Rosa)	454
— A silvicultura na província de Trás-os-Montes (Norte de Portugal) (A. Loureiro)	347		
Comissão Técnica 6 — Silvicultura e Melhoramento Genético Florestal	353		
— Avaliação do programa clonal de <i>Eucalyptus</i> da Florestas Rio Doce S.A. — FRDSA (M. Onuki, A. R. Silva e J. C. Carmo Junior)	353		

— Respostas de mudas de <i>Eucalyptus</i> spp à calagem (R. V. Goulart, J. L. Teixeira, R. F. de Novais, N. F. de Barros e P. R. O. Macedo)	456	— Estudos preliminares de processamento de sementes de bracinga em protótipo de mesa de gravidade (E. G. Martins, A. Bianchetti e A. Ramos)	544
— Sobrevivência e crescimento de doze espécies de eucalipto em Dois Vizinhos, Paraná (A. R. Higa e P. E. R. Carvalho)	459	— Fenologia na floração e frutificação da bracinga (E. Rotta e E. M. B. Mendes)	547
— Teste de origens de <i>Liquidambar styraciflua</i> L. na região de Paraguaçu Paulista - SP (C. L. da S. Pires e L. M. do A. G. Garrido)	462	— Fungos em sementes de espécies florestais com potencial agrossilvicultura no Paraná (L. M. de A. Maschio, A. Maceda e A. Ramos)	555
— Programa de melhoramento genético de <i>E. urophylla</i> S. T. Blake, através de seleção precoce (J. Z. Filho, F. L. Stape, F. de A. Ribeiro e E. A. Balloni)	464	— <i>Acacia mangium</i> — uma nova opção para reflorestamento? (C. A. Ferreira, F. P. da Silva, M. das D. D. Silva, F. A. G. Yared, L. R. Capitani e W. S. Filho)	564
— Variabilidade genética em progênies de meios-irmãos de <i>Eucalyptus citriodora</i> Hook, em condições de viveiro (I. E. Pires, R. de C. G. Borges, J. M. Gomes e I. S. Martins)	471	— Análise estrutural da mata da reserva biológica de Pedra Talhada - AL (R. L. C. Ferreira e A. C. Batista)	568
— Avaliação do <i>Eucalyptus camaldulensis</i> nas condições edafoclimáticas do norte e nordeste de Minas Gerais (A. C. de Oliveira, F. de L. G. Bertolucci e H. B. Andrade)	474	— Influência de diferentes níveis de sombreamento sobre a produção de mudas de cambará (<i>Vockysia divergens</i>) (J. M. F. Albrecht e I. P. S. Moreira)	574
— Respostas estomáticas e mudanças nos níveis de reservas de plantas intactas e de brotações de <i>Eucalyptus camaldulensis</i> Dehn. submetidas à deficiência hídrica no solo (G. G. dos Reis e M. das G. F. Reis)	486	— Propagação vegetativa do tungue (<i>Aleurites fordii</i> Hemsley) (M. G. Antonio, M. S. S. da Costa, J. M. de O. Vasconcellos, L. Beltrão e S. C. Mello)	576
— Estudo comparativo do desempenho fotossintético entre mudas micropropagadas e estaqueadas de 4 clones do híbrido <i>Eucalyptus grandis</i> x <i>E. urophylla</i> (M. T. Inoue, J. D. Vieira e G. Correa)	493	— Reação do crescimento radial da <i>Araucaria angustifolia</i> (Bert.) O. Ktze. em florestas secundárias (A. C. Nogueira e R. A. Seitz)	586
— Parâmetros genéticos em progênies de <i>Pinus kesiya</i> Royle Ex Gordon, em diferentes idades na região de Selvíria - MS (M. L. T. de Moraes, P. Y. Kageyama e A. P. Jacomino)	496	— Observações preliminares sobre a fenologia de <i>Caesalpinia echinata</i> LAM. (Pau Brasil) em arboreto experimental (F. F. A. Aguiar)	591
— Estudo silvicultural de espécies da América Central (D. V. de T. Filho, P. R. Parente, A. C. S. Zanatto e C. L. da S. Pires)	503	— Deposição de folhedo e retorno de nutrientes ao solo numa floresta estacional semidecídua em Piracicaba (Estado de São Paulo) (F. Poggiani e E. dos M. Júnior)	596
— Características de acículas para a identificação de fenótipos diferentes em povoamentos de <i>Pinus oocarpa</i> Schiede (L. C. Davide, A. J. de Araujo, A. V. Gomes e J. Y. Shimizu)	507	— Pesquisa e experimentação com cinco espécies nativas (M. A. de O. Garrido, P. R. Domingos, L. M. do A. Garrido e G. Durigan)	602
— Variação estacional da deposição de serapilheira em povoamentos de <i>Pinus taeda</i> na região de Ponta Grossa/PR (C. W. Koehler, R. V. Soares e C. B. Reissman)	509	— Comportamento de <i>Euterpe edulis</i> Mart. sob <i>Pinus pinaster</i> Aiton em diferentes intensidades de desbaste (G. Yamazoe, A. C. Dias e B. V. de M. Netto)	610
— Estado nutricional e fatores do solo limitantes do crescimento de <i>Pinus taeda</i> L. em Telêmaco Borba, PR. Parte I: análise do crescimento e produção (L. S. L. Garicoits, S. do A. Machado, A. S. Filho e C. B. Reissman)	519	— Considerações sobre a estratégia germinativa e distribuição de <i>Alchornea triplinervia</i> (SPR). M. Arg. Var. <i>triplinervia</i> na floresta tropical Atlântica em Santa Catarina (M. H. de Queiroz)	613
Comissão Técnica 7 — Silvicultura de Espécies Nativas	526	— Ensaio de espécies florestais sob duas diferentes condições ecológicas: 1. avaliações silviculturais (S. B. Júnior, R. C. A. de Castro e L. M. Viana)	616
— O crescimento de mudas de caroba (<i>Jacaranda copaia</i> Aubl. D. Don. — Bignoniaceae) cultivadas sob diferentes níveis de sombreamento e espaçamento (A. P. Barbosa)	526	— Espécies arbóreas de uso em arborização V. aspectos botânicos, dendrológicos e ecológicos (V. R. Lima, O. Buzzato e F. Cavalheiro)	624
— Maturação de sementes de <i>Acacia paniculata</i> Willd (J. M. Barbosa, L. M. Barbosa, T. S. da Silva, R. A. Junior, W. A. Pisciotano e S. R. G. dos Santos)	535	— Análise das principais espécies arbóreas ocorrentes na gleba maravilha do Parque Estadual de Vaçununga (M. G. L. Vieira, J. E. A. Bertoni, J. L. de Moraes e M. A. Zandarin)	626
— Variação morfológica em frutos e sementes de <i>Senna multijuga</i> (A. M. Maluf e N. L. da S. Filho)	538	— Utilização da escória de alto forno em diferentes granulometrias como fonte de Ca, Mg, e K em solos do cerrado (A. C. de Oliveira, H. Hahne, S. da Fonseca, J. L. P. Maluf)	629
		— Variação genética entre e dentro de progênies de quatro espécies de leguminosas: <i>Copaifera multijuga</i> HAYNE; <i>Hymenaea courbaril</i> LINN; <i>Apuleia leiocarpa</i> e <i>Hymenolobium</i> sp (P. de T. B. Sampaio e G. A. Venturieri)	633

— Correlações fenotípicas entre caracteres avaliados nos estádios juvenil e adulto de açazeiros (M. L. A. Bovi, S. H. Spiering, S. B. de Camargo, G. G. Júnior)	635	para produção de celulose (C. Foekel, E. Mora e S. Menochelli)	719
— Avaliação de métodos para acelerar e elevar a capacidade de germinação de sementes de <i>Goupia glabra</i> , AUBL. (O. Daniel, S. T. Ohashi e M. O. Rocha)	641	— Influência do gradiente vertical de densidade sobre resistência à flexão estática em chapas de partículas de <i>Pinus</i> spp (S. Iwakiri)	728
— Germinação de sementes de <i>Maquira sclerophylla</i> (Ducke) C. C. Beg Moraceae (I. D. K. Ferraz e A. K. Kato)	644	— Tratamento de partículas de <i>Acacia mearnsii</i> DE WILD. para produção de chapas de cimento-madeira (D. E. Teixeira e T. L. Guimarães) ..	732
— Avaliação comparativa do desenvolvimento de 26 espécies florestais em plantios homogêneos no sudeste paranaense (L. B. X. da Silva e F. R. Netto)	649	— Avaliação do processo substituição de seiva utilizando solução preservativa "CCB" (M. L. Teixeira e J. M. de Mello)	735
— Ocorrência de pau-ferro (<i>Astronium balansae</i> , Engl.) no Rio Grande do Sul (J. M. de O. Vasconcellos, M. S. S. da Costa, S. C. Mello e M. G. Antonio)	658	— Propriedades estereológicas como estimadores de propriedades físicas e mecânicas de madeiras R. D. Humphreys)	740
— Composição química foliar do palmito (<i>Euterpe edulis</i> , Mart.) em quatro sítios distintos da Mata Atlântica do Paraná (C. B. Reissmann, A. S. Filho e H. O. da Rocha)	662	— Variação da densidade básica da madeira de <i>Eucalyptus grandis</i> HILL EX BAIDEN com a altura do caule e aplicação de fósforo e calcário dolomítico (S. V. Valeri, I. B. de Aguiar, D. A. Banzatto e S. F. Alvarenga)	746
— Efeito do tamanho de clareira na regeneração natural em floresta mecanicamente explorada na Amazônia brasileira (V. Gil e N. Higuchi) ..	666	Comissão Técnica 9 — Manejo de Áreas Silvestres 751	
— Relações entre tamanho de sementes e desenvolvimento de porta-enxerto de seringueira (<i>Hevea brasiliensis</i>) (A. C. Davide e S. A. Botelho) ...	673	— Avaliação histórico-cronológica do Parque Estadual de Vila Velha (L. R. de A. Curt, M. M. B. Trindade e R. M. B. de Quadros)	751
— Estratégias de estabelecimento de espécies arbóreas e o manejo de florestas tropicais (F. C. M. Pina-Rodrigues, L. G. S. Costa e A. Reis)	676	— Composição florística de uma floresta de várzea no município de Colares no Estado do Pará (M. C. A. Conceição)	757
Comissão Técnica 8 — Tecnologia de Produtos Florestais	685	— Características do usuário do Parque Estadual da Ilha Anchieta — subsídios para o plano interpretativo (T. C. Magro, C. M. Granja e F. B. G. Mendes)	766
— Propriedades físicas e mecânicas como indicadores de seleção I (J. N. Garcia e I. L. de Lima) ..	685	— Terminologia em manejo de áreas silvestres (M. A. P. Marcondes e W. J. de Andrade) ...	778
— Estudo comparativo da durabilidade de <i>Pinus</i> spp. tratados com preservativos de madeira (P. de S. Fernandes, R. G. Montagna, I. P. Jankowsky e A. de A. Cavalcante)	689	— Preservação dos cerrados no Estado de São Paulo (H. Aoki)	782
— Classes de densidade para madeiras da Amazônia brasileira (J. E. de Melo, V. T. R. Coradin e J. C. Mendes)	695	— Planejamento, implantação e manutenção de trilhas (W. J. de Andrade e L. M. da Rocha) ..	786
— Determinação do poder calorífico da biomassa de copa de <i>Eucalyptus grandis</i> HILL EX MAIDEN (A. de A. S. Pontinha e G. de S. Pinheiro) ..	699	— Levantamento preliminar dos mamíferos, aves e répteis do Parque Estadual da Cantareira - SP (C. E. F. da Silva, C. de M. Santiago, F. Descio e L. Marino)	794
— Variação da densidade básica da madeira de clones de <i>E. grandis</i> e <i>E. saligna</i> em diferentes espaçamentos, com 6 anos de idade (S. Oda, E. J. Mello, A. L. de M. Menck e P. C. Costa) ..	701	Resumo dos Trabalhos Apresentados na Sessão Poster	799
— Densidade da casca de clones de <i>Eucalyptus grandis</i> avaliada em função da idade (J. T. Lima e J. P. Sperandio)	705	— Informações gerais sobre <i>Acrocarpus fraxinifolius</i> WIGHT (C. de A. Prado)	799
— Ação dos extrativos da mistura de madeira de dez espécies arbóreas do cerrado em fungos xilófagos (E. S. F. Mucci, M. N. Sakita e N. K. S. Yokomizo)	709	— Controle de qualidade na empresa florestal (C. Trindade e J. L. P. Rezende)	799
— Desdobro de eucalipto visando a diminuir o efeito das tensões de crescimento (R. G. Montagna, J. L. Assini e R. H. Ponce)	712	— Sombreamento na produção de mudas de leucena e cumaru (M. A. Drumond e P. C. F. Lima) ..	799
— Secador solar de madeiras para a região Amazônica (J. L. M. de Matos e R. E. Vette) ...	715	— Exploração florestal com o uso do trator florestal T-50 em Campos do Jordão (G. Berengut, P. E. de M. Pimenta, L. A. Bucci e C. H. B. Monteiro)	800
— Densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto		— Resistência à baixa temperatura de madeira colada (D. E. Teixeira e J. E. de Melo)	800
		— Árvores gemuladas no manejo florestal (K. G. Hering, D. Mezlo e A. N. Longo)	800
		— Comportamento ecológico de <i>Caesalpinia echinata</i> Lam. (pau-brasil) (F. F. A. Aguiar)	801
		— Contribuição ao estudo da germinação da espécie <i>Hovenia dulcis</i> Trun. (uva-do-japão) (A. F. Carminatti)	801



SBS
Sociedade
Brasileira de
Silvicultura

sbef
Sociedade
Brasileira de
Engenheiros
Florestais

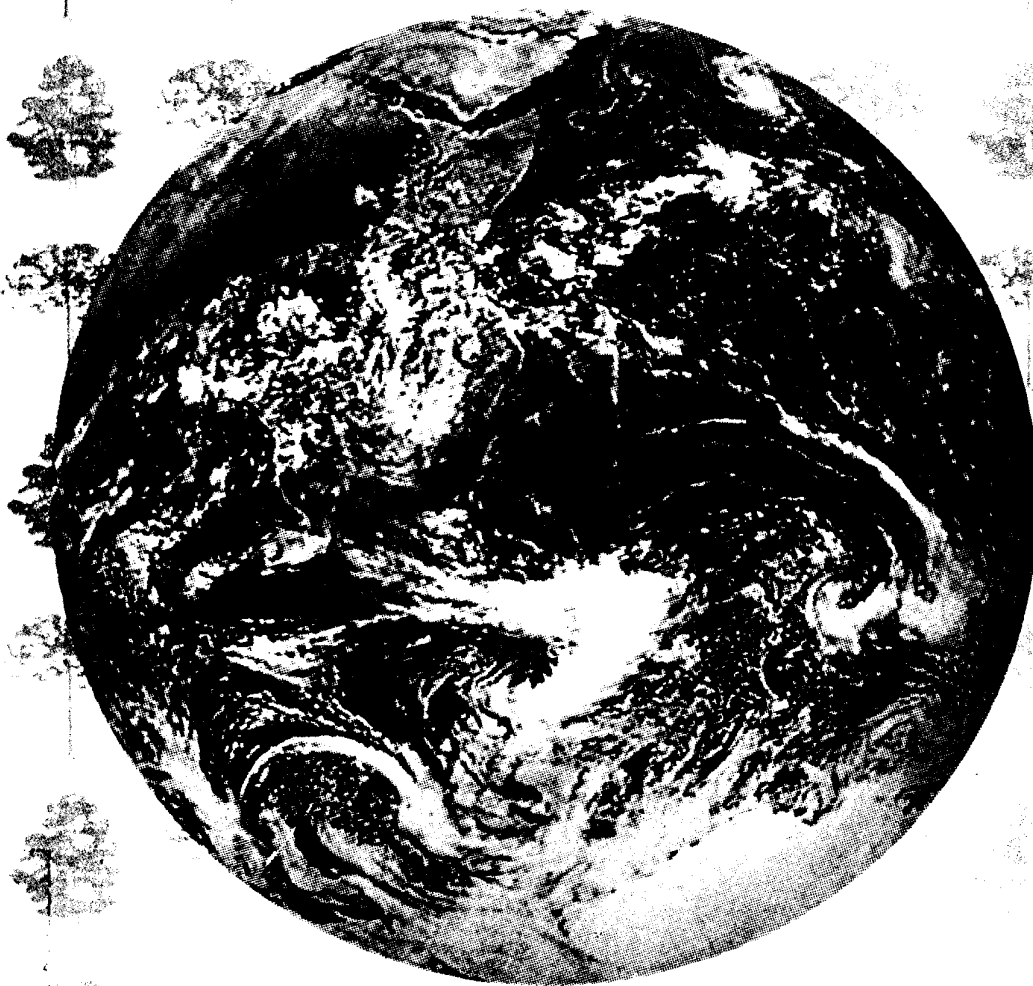
VOLUME
3

ANAIS

6º Congresso Florestal Brasileiro

**FLORESTAS E MEIO AMBIENTE:
CONSERVAÇÃO E PRODUÇÃO, PATRIMÔNIO SOCIAL**

**22 a 27 de setembro de 1990
Campos do Jordão - São Paulo - Brasil**



81) "1990"

densidade básica: sua verdadeira utilidade como índice de qualidade da madeira de eucalipto para produção de celulose

Celso Foelkel
Ervin Mora
Sérgio Menochelli
Riocell S.A., Guaíba - RS, Brasil

SINOPSE

Densidade básica, ao longo dos anos, foi-se firmando como o mais universal dos índices de expressar qualidade da madeira. Tal universalidade, entretanto, chegou a ultrapassar limites do científico para, em muitas situações, constituir-se em parâmetro de comparação de coisas não comparáveis. Entre os principais fatores complicadores está a variabilidade da madeira dentro da árvore, entre árvores, entre espécies e entre gêneros.

O presente estudo procurou isolar esses fatores de variação e estudar as reais interdependências da densidade com algumas importantes características físicas, químicas e anatômicas de madeiras de espécies de *Eucalyptus*. Além disso, buscou-se analisar o comportamento tecnológico para conversão à celulose

kraft, avaliando-se a facilidade de designificação, os rendimentos e as propriedades físico-mecânicas das celuloses.

Os resultados revelaram que a densidade básica é um bom índice de qualidade desde que aplicada para uma mesma espécie de madeira, respeitando as diferenças existentes e evitando comparações amplas.

ABSTRACT

Over the years and for several reasons, wood density has become the most common and accepted wood quality parameter. This universal use in some cases leads to mistakes such as comparison of things that are not comparable at all.

Wood density is a very complex index, consequence and not cause of wood formation and growth.

In this research, the purpose was to isolate variation factors of wood density and try to verify the real influence of wood density of the pulping characteristics of several *Eucalyptus* species.

The results have shown that wood density is a good quality index but it is fundamental to avoid wide comparisons. The authors recommend not to compare different species based only on wood density.

1. Introdução

Pelas inúmeras facilidades que apresenta para sua determinação e pelas excelentes relações que mostra com as utilizações da madeira, a densidade básica tem-se constituído em um índice universal para avaliar a qualidade da mesma. Entretanto, essa univer-

salização não pode e não deve ser absoluta, pois há perigo de se cometer exageros e erros. Isso porque a densidade é um fator resultante, é a consequência e não a causa da distribuição, tipos e composição dos elementos anatômicos que compõem a madeira. Além disso, há madeiras e madeiras. Dentro da mesma árvore a madeira varia sobremaneira, quer seja no sentido radial ou longitudinal.

Baseados no fato real, que a madeira varia bastante dentro da árvore, entre árvores, entre espécies e entre gêneros e que sua variação resulta em variação da densidade básica, a qual tem uma faixa de variação não muito ampla (p.e. 0,3 a 0,8 g/cm³ para os eucaliptos), fica a conclusão que: "a expressão da mesma densidade básica não significa mesma qualidade de madeira".

Essa conclusão é óbvia, não precisaria sequer um trabalho de pesquisa para confirmá-la.

A dificuldade em que os pesquisadores se vêm, entre os quais nos incluímos, é que a técnica, às vezes, extrapola os limites do razoável, tamanha é a habitualidade que se cria em torno do uso de uma dada ferramenta. Assim sendo, começam a aparecer erros no uso da densidade básica, entre os quais os mais comuns são:

a) uso da densidade básica ao nível do DAP como densidade da árvore para previsões de peso de povoamentos;

b) dentro da mesma espécie, acreditar que mesmos valores de densidade básica signifiquem a mesma coisa em termos de qualidade de madeira;

c) comparações de espécies diferentes com base nos valores de densidade básica;

d) comparações de gêneros diferentes, o que é pior.

Apesar desses enganos comuns, apressados rotineiramente em trabalhos de pesquisa, e os quais estamos denunciando, não o fazemos com o intuito de condenar o uso da densidade básica, mas apenas para alertar sobre o seu possível mal uso. Pelo contrário, somos altamente favoráveis a essa ferramenta simples, eficaz e preditiva.

Apenas para ilustrar uma situação citamos que:

- um disco de madeira de *Eucalyptus saligna* pode apresentar $d_b = 0,5 \text{ g/cm}^3$;

- isso significa tão somente que a relação entre o peso seco desse disco e o seu volume saturado é 0,5;

- entretanto esse valor 0,5 poderia ser obtido das mais diversas formas, com as mais diferentes combinações de elementos anatômicos.

Daí veio a idéia de se produzir o presente trabalho. Vamos tentar trabalhar com densidades iguais, mas iguais mesmo, pensamos. Ou seja, quando avaliarmos pedaços de madeira com $d_b = 0,5$, todos os pedaços e em toda sua extensão, teriam essa mesma densidade. Como a natureza não produz madeiras de uma densidade igual, tivemos que adotar algumas técnicas que descreveremos na metodologia.

A partir daí, tendo classes de densidade de madeira específicas para alguns eucaliptos, procuramos avaliar em como algumas propriedades das madeiras e das celuloses comportavam-se em relação à variação da densidade.

Em resumo, o trabalho permitiria conhecer:

a) o comportamento de diferentes espécies de eucaliptos para uma mesma densidade básica;

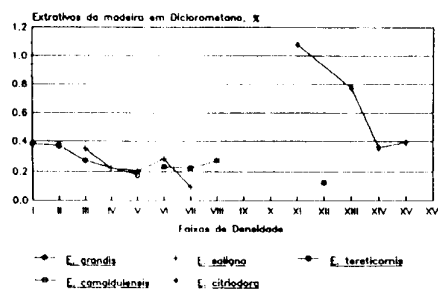
b) a variação das propriedades tecnológicas das madeiras e celuloses em função da densidade básica na sua expressão de mais alta homogeneidade. Aqui, no caso que falamos em $d_b = 0,5 \text{ g/cm}^3$ temos cavacos de madeira com d_b muitíssimo próximas a isso, e não uma d_b composta de d_b 's entre 0,3 e 0,8.

Foram utilizadas as seguintes espécies de eucaliptos: *E. grandis*, *E. saligna*, *E. tereticornis*, *E. camaldulensis* e *E. citriodora*, por se tratarem de espécies comuns, a maioria delas usada para produção de celulose, e por possuir ampla faixa de d_b (entre 0,35 a 0,75 g/cm³).

2. Metodologia

Foram escolhidos talhões representativos em termos de crescimento das espécies mencionadas. Esses talhões possuíam entre sete e nove anos. Para cada espécie foram abatidas cinco árvores. Na região do DAP, de cada uma delas, foram retirados discos de aproximadamente 2,5 cm de espessura e anotada a orientação. Cada disco foi dividido em quatro quadrantes e de cada quadrante tirou-se uma fatia no sentido medula casca. Nessas fatias, determinou-se a densidade básica de cm a cm nesse sentido. Foi possível então se ter o perfil de d_b da madeira em cada quadrante. Dessa forma, com cuidadosa técnica, foram separadas as madeiras de cada espécie com base nas seguintes faixas de densidade

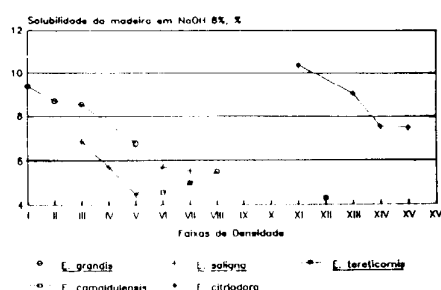
Gráfico 1



Faixas de Densidade (g/cm³)

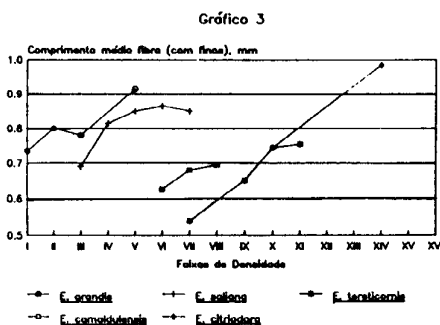
I	(0,351-0,375)
II	(0,376-0,400)
III	(0,401-0,425)
IV	(0,426-0,450)
V	(0,451-0,475)
VI	(0,476-0,500)
VII	(0,501-0,525)
VIII	(0,526-0,550)
IX	(0,551-0,575)
X	(0,576-0,600)
XI	(0,601-0,625)
XII	(0,626-0,650)
XIII	(0,651-0,675)
XIV	(0,676-0,700)
XV	(0,701-0,725)
XVI	(0,726-0,750)

Gráfico 2

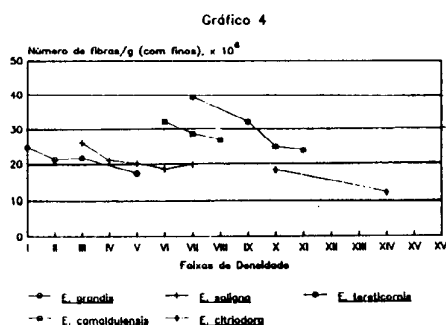


Faixas de Densidade (g/cm³)

I	(0,351-0,375)
II	(0,376-0,400)
III	(0,401-0,425)
IV	(0,426-0,450)
V	(0,451-0,475)
VI	(0,476-0,500)
VII	(0,501-0,525)
VIII	(0,526-0,550)
IX	(0,551-0,575)
X	(0,576-0,600)
XI	(0,601-0,625)
XII	(0,626-0,650)
XIII	(0,651-0,675)
XIV	(0,676-0,700)
XV	(0,701-0,725)
XVI	(0,726-0,750)



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

básica: 0,351 a 0,375 g/cm³ (faixa I); 0,376 a 0,400 (faixa II); 0,401 a 0,425 (faixa III); 0,426 a 0,450 (faixa IV) e assim por diante até 0,726 a 0,750 g/cm³ (faixa XVI).

As madeiras de cada faixa eram transformadas, manualmente, em cavaquinhos e depois de homogeneizados, retirava-se uma amostra para determinar a d_b do lote e confirmar se a densidade média estava dentro da faixa preestabelecida.

É óbvio que, pelas diferenças entre as espécies, haviam faixas de densidade que não eram comuns a todas elas. Em outras situações, a quantidade de amostras para uma dada faixa era muito reduzida para a realização de todos os ensaios.

Dentro do possível, para cada material disponível, foram realizadas diversas determinações de propriedades, sendo que nesse trabalho estão apresentadas as seguintes:

2.1. Características das madeiras

- extrativos em diclorometano,
- solubilidade da madeira em NaOH 8%.

2.2. Características das celuloses

- comportamento médio da fibra, em aparelho Kajaani F-100, medindo-se todos os elementos anatômicos, inclusive os menores que 0,25 mm (finos),
- número de fibras/g de celulose.

2.3. Produção de celulose kraft

Objetivou-se o mesmo número kappa da celulose não branqueada (19 ± 2) e para isso, variou-se a carga alcalina.

Estão apresentadas nesse trabalho as seguintes propriedades:

- rendimento bruto,
- rendimento depurado,
- viscosidade intrínseca,
- solubilidade em NaOH 5%,
- índice de tração a 35°SR,
- índice de estouro a 35°SR,
- índice de rasgo a 35°SR,
- volume específico aparente a 35°SR,
- resistência à passagem de ar a 35°SR,
- ascensão capilar de água, método Klemm, a 35°SR.

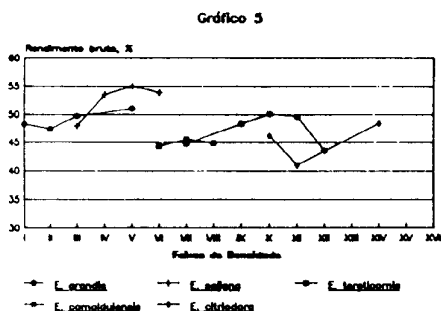
Escolheu-se o nível de refino, 35° Schopper Riegler, por ser aproximadamente o mais usual no país para papéis de impressão e escrita.

3. Resultados

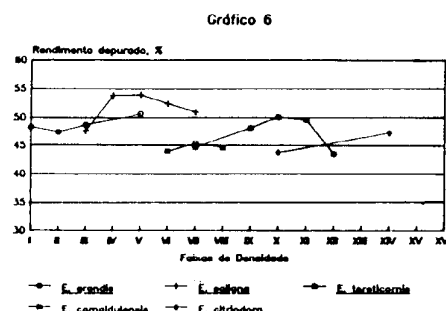
Os resultados na forma de 14 gráficos de variação das diversas propriedades em função das faixas de densidade, estão apresentados no final do trabalho.

4. Discussão dos resultados

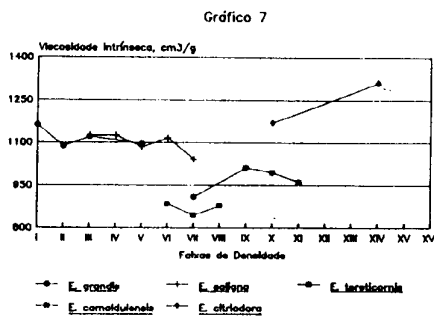
Vale a pena ressaltar que uma pesquisa como a nossa teve que se adequar às leis da Natureza. Assim sendo, as madeiras com densidades mais elevadas para cada espécie estavam localizadas mais próximas à casca, ao passo que as menos densas mais próximas à medula. Isso se deve ao fato do câmbio ir-se especializando com a idade para formar madeiras mais densas, idades maiores. Era, portanto, impossível se obter amostras de madeiras de mais baixa densidade nas regiões de alburno ou final do cerne. Dessa forma, nota-se na expressão dos resultados, uma influência da idade da árvore no momento de formação da madeira.



Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

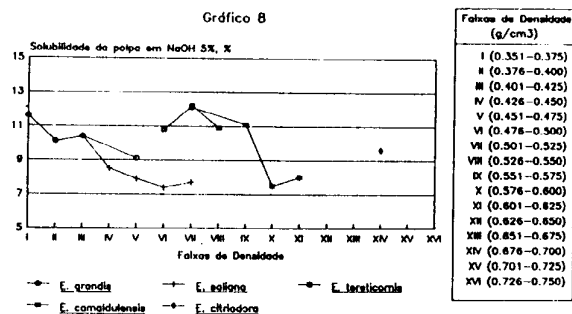


Faixas de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)



Faixas de Densidade (g/cm³)

- I (0,351-0,375)
- II (0,376-0,400)
- III (0,401-0,425)
- IV (0,426-0,450)
- V (0,451-0,475)
- VI (0,476-0,500)
- VII (0,501-0,525)
- VIII (0,526-0,550)
- IX (0,551-0,575)
- X (0,576-0,600)
- XI (0,601-0,625)
- XII (0,626-0,650)
- XIII (0,651-0,675)
- XIV (0,676-0,700)
- XV (0,701-0,725)
- XVI (0,726-0,750)



Faixas de Densidade (g/cm³)

- I (0,351-0,375)
- II (0,376-0,400)
- III (0,401-0,425)
- IV (0,426-0,450)
- V (0,451-0,475)
- VI (0,476-0,500)
- VII (0,501-0,525)
- VIII (0,526-0,550)
- IX (0,551-0,575)
- X (0,576-0,600)
- XI (0,601-0,625)
- XII (0,626-0,650)
- XIII (0,651-0,675)
- XIV (0,676-0,700)
- XV (0,701-0,725)
- XVI (0,726-0,750)

4.1. Extrativos da madeira em diclorometano

Relativamente, aos extrativos da madeira em diclorometano, havia uma tendência de diminuição dos mesmos com o aumento da densidade. As espécies estudadas mostraram comportamentos e resultados muito parecidos, à exceção de *E. citriodora*, que tinha valores decrescentes com a densidade, mas em um patamar bem mais elevado.

4.2. Solubilidade da madeira em NaOH 8%

Os valores eram decrescentes com o aumento da densidade, exceto para *E. camaldulensis*. Essa propriedade associa-se com o teor de hemiceluloses da madeira, logo madeiras mais densas devem ter menor teor de carboidratos de cadeia curta, o que é compreensível, pois deve aumentar a proporção de parede celular tipo S₂, mais rica em celulose.

4.3. Comprimento da fibra

Densidades maiores correspondem a maiores comprimen-

tos de fibra para uma mesma espécie. Igualmente compreensível pela atividade cambial, anteriormente discutida.

Não houve nenhuma correspondência entre comprimentos, de fibra, a uma dada densidade entre as espécies. Há um forte componente espécie a influenciar o comprimento de fibra.

4.4. Número de fibras por grama de celulose

É uma propriedade inversa em relação à anterior. Valem as mesmas considerações. Mais uma vez, não dá para afirmar que madeiras com mesma densidade dêem origem a polpas com mesmo número de fibras. E isso afeta muito o desempenho da matéria-prima celulósica, principalmente a lisura, a maciez e a suavidade do papel.

4.5. Rendimentos em celulose

Duas espécies destacaram-se das demais. Pela ordem, *E. saligna* e *E. grandis*. As outras espécies ficaram em patamar inferior, exceto *E. tereticornis* quando sua densidade atingia valores entre 0,576 e 0,625.

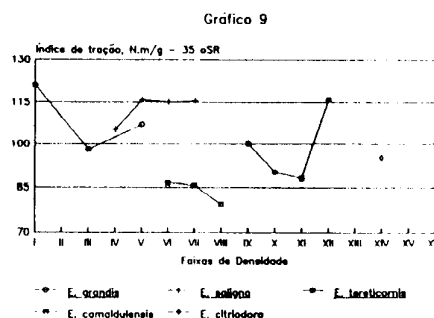
Ligeira tendência do aumento do rendimento com o aumento da densidade, mas nada notável. Há indicações de que os melhores rendimentos sejam obtidos a uma determinada densidade para depois caírem com o aumento da mesma, o que também é tecnologicamente compreensível.

4.6. Viscosidade intrínseca da celulose

Perfeita equivalência de *E. saligna* e *E. grandis*, mostrando nenhuma relação com a densidade básica. Ótimas viscosidades para *E. citriodora* e valores inferiores para *E. camaldulensis*. A escolha de madeiras só pela densidade, independentemente da espécie, levará necessariamente a flutuações dessa propriedade na celulose.

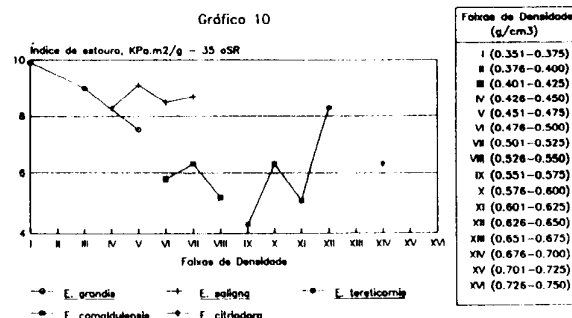
4.7. Solubilidade da celulose em NaOH 5%

Essa propriedade diminui com o aumento da densidade, da mesma forma que aconteceu para a solubilidade da madeira em NaOH 8%. Para a celulose tipo papel é uma propriedade muito importante, pois as hemiceluloses auxiliam a ação de refino e



Faixas de Densidade (g/cm³)

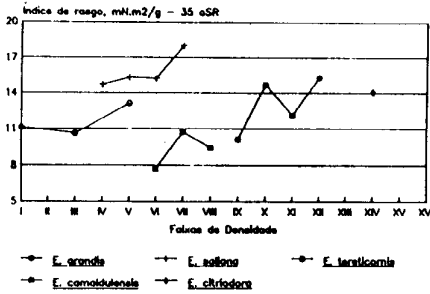
- I (0,351-0,375)
- II (0,376-0,400)
- III (0,401-0,425)
- IV (0,426-0,450)
- V (0,451-0,475)
- VI (0,476-0,500)
- VII (0,501-0,525)
- VIII (0,526-0,550)
- IX (0,551-0,575)
- X (0,576-0,600)
- XI (0,601-0,625)
- XII (0,626-0,650)
- XIII (0,651-0,675)
- XIV (0,676-0,700)
- XV (0,701-0,725)
- XVI (0,726-0,750)



Faixas de Densidade (g/cm³)

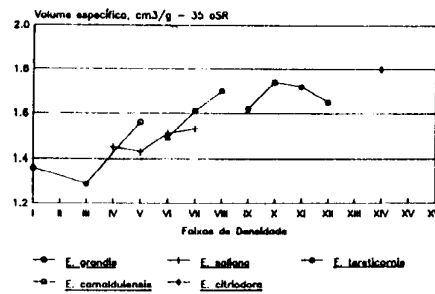
- I (0,351-0,375)
- II (0,376-0,400)
- III (0,401-0,425)
- IV (0,426-0,450)
- V (0,451-0,475)
- VI (0,476-0,500)
- VII (0,501-0,525)
- VIII (0,526-0,550)
- IX (0,551-0,575)
- X (0,576-0,600)
- XI (0,601-0,625)
- XII (0,626-0,650)
- XIII (0,651-0,675)
- XIV (0,676-0,700)
- XV (0,701-0,725)
- XVI (0,726-0,750)

Gráfico 11



Falca de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

Gráfico 12



Falca de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

ligação inter-fibras. Para a celulose tipo dissolução interessa os menores valores possíveis. Assim sendo, o ideal para celulose tipo dissolução é trabalhar com madeiras mais densas de *E. saligna* ou de *E. tereticornis*.

4.8. Índice de tração a 35°SR

Nítida influência da espécie da madeira, com vantagem para *E. saligna*. Algumas discrepâncias quanto ao modelo seguido por essa propriedade em função da densidade básica.

4.9. Índice de estouro a 35°SR

Mais uma vez, destacaram-se *E. saligna* e *E. grandis*, com piores resultados para *E. camaldulensis* e *E. tereticornis*. Não é claro o modelo de variação em função da densidade.

4.10. Índice de rasgo a 35°SR

Foram obtidos excepcionais valores para essa propriedade, principalmente para *E. saligna*, seguido por *E. grandis* e *E. tereticornis*. Fica claro, pelos resultados obtidos para os índices de tração e estouro, que quando a madeira é homogênea pode-se

alcançar resultados melhores para as propriedades da celulose, graças à mais homogênea deslignificação. Fica aqui um conselho aos melhoristas florestais: uniformização da densidade da madeira dentro da árvore.

A resistência ao rasgo seguiu modelo crescente com o aumento da densidade básica. Mais uma vez observa-se que o componente espécie é mais forte que o componente densidade básica.

4.11. Volume específico aparente e absorção capilar Klemm a 35°SR

Essas duas propriedades estão ligadas à porosidade da folha de papel. Elas mostraram, ao contrário das demais, que o componente densidade básica é o mais importante, ou seja, o aumento da densidade básica provoca um aumento dos valores dessas propriedades, independente da espécie.

Essas propriedades são muito importantes na celulose do eucalipto. Afinal, são por essas duas propriedades, dentre outras, que a celulose de eucalipto é tão recomendável para a fabricação de papéis "tissue" (absorventes, higiênicos, toalhas, etc.).

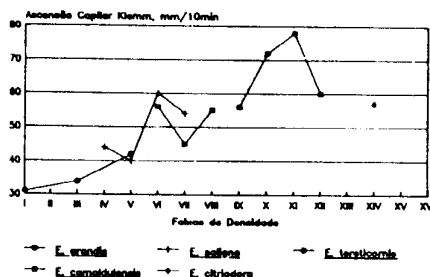
4.12. Resistência ao ar a 35°SR

Também é uma propriedade que depende da porosidade do papel. Mostra uma relação inversa com a densidade em relação às do item 4.11. É compreensível, pois quanto maior a densidade da madeira, mais volumoso é o papel resultante e menor é a resistência à passagem do ar através da folha. Também mostrou o componente densidade como mais importante que o componente espécie.

4.13. Opacidade da celulose

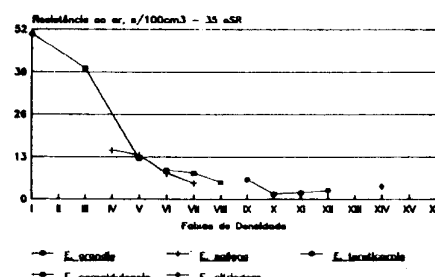
Os resultados de opacidade das folhas de celulose, não foram apresentados por se tratar de um estudo com celulosas não branqueadas, onde os valores são todos muito altos pela própria cor das folhas. Não foi possível encontrar por isso uma relação entre espécie x densidade x opacidade. Entretanto, é uma propriedade importantíssima para o uso da celulose do eucalipto para papéis de impressão e escrita. Em geral, ela se relaciona bem com a densidade da madeira.

Gráfico 13



Falca de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

Gráfico 14



Falca de Densidade (g/cm ³)
I (0.351-0.375)
II (0.376-0.400)
III (0.401-0.425)
IV (0.426-0.450)
V (0.451-0.475)
VI (0.476-0.500)
VII (0.501-0.525)
VIII (0.526-0.550)
IX (0.551-0.575)
X (0.576-0.600)
XI (0.601-0.625)
XII (0.626-0.650)
XIII (0.651-0.675)
XIV (0.676-0.700)
XV (0.701-0.725)
XVI (0.726-0.750)

5. Conclusões

As principais conclusões que puderam ser colhidas desse trabalho foram:

a) Densidade básica é um índice importante para avaliar a qualidade da madeira de eucalipto, pois muitas das propriedades da madeira e da celulose, variam.

b) O componente espécie de eucalipto é muito importante nos estudos de qualidade da madeira. Para muitas propriedades, não basta trabalharmos apenas com a densidade, independente-

mente da espécie, pois madeiras de espécies diferentes com mesma densidade não são tecnologicamente ou anatomicamente semelhantes.

c) A uniformização da densidade da madeira, da forma como foi feita nesse trabalho, permitiu-nos concluir o que já é conhecido, mas é sempre bom reforçar, ou seja: madeiras uniformes possuem comportamento tecnológico melhor, dando melhores propriedades nas celuloses.

d) Algumas propriedades importantes da celulose do euca-

lipto, na verdade algumas das principais propriedades na comercialização desse tipo de celulose, como volume específico, resistência ao ar e absorção de água, mostraram ser muito mais dependentes da densidade da madeira do que da espécie.

Como conclusão final, sugerimos cautela nas comparações entre espécies com base apenas na densidade básica, mas enfatizamos a importância desse índice na avaliação da qualidade da madeira de eucalipto. O fundamental é saber usá-lo.

