

Coleta de Amostras para Estudos da Influência de Tratos Silviculturais na Qualidade da Madeira

Patrícia Póvoa de Matos¹
Paulo Cesar Botosso²
Carlos Alberto Ferreira³
Helton Damin da Silva⁴
Antonio Francisco Jurado Bellote⁵
Emerson Gonçalves Martins⁶

Foto: Patrícia Póvoa de Matos



1. INTRODUÇÃO

A produção e o uso eficientes da madeira dependem do conhecimento dos padrões de variação dentro de cada árvore, entre árvores da mesma espécie e entre espécies diferentes. Apesar da variabilidade normal da madeira ser de grande utilidade, ela também é uma das maiores dificuldades para o seu uso eficiente.

Quanto maior a uniformidade da madeira produzida, menores os riscos de uso ineficiente. No entanto, a maioria das árvores apresenta um padrão de variação das características da madeira no sentido radial e longitudinal, dentro dos anéis de crescimento e, algumas vezes, até dos diferentes lados da árvore em relação à exposição ao sol e às diferenças de temperatura, sendo que cada espécie pode desenvolver seu próprio padrão de crescimento em função do ambiente (Jozsa & Middleton, 1997; Zobel & Buijtenen, 1989; Larson, 1969).

A idade da árvore também exerce grande influência nas propriedades da madeira, por refletir a proporção de madeira juvenil. Praticamente todas as espécies

apresentam células mais curtas próximas ao centro da árvore quando comparadas àquelas próximas à casca; maior ângulo de microfibrila próximo da medula e grã espiralada mais freqüente. Também, o teor de celulose é menor e o de lignina é maior em madeira juvenil, quando comparado à madeira adulta (Zobel & Sprague, 1998).

Muitos estudos buscam de forma direta ou indireta explicar as variações das propriedades da madeira, seu controle e efeito na qualidade do produto final. No entanto, as propriedades da madeira são freqüentemente afetadas por mudanças de crescimento. Interferências causadas pelo uso de material genético, clonagem, tratos silviculturais e insumos (adubos e resíduos orgânicos) podem afetar a madeira diretamente, devido a mudanças fisiológicas na árvore acarretando alterações na sua forma e modificando os padrões e taxas de crescimento. É importante, portanto, conhecer as causas dessa variação e os seus diferentes efeitos sobre as propriedades da madeira em uso (Zobel & Jett, 1995; Zobel & Buijtenen, 1989; Larson, 1969).

O objetivo deste trabalho é estabelecer formas de amostragem para a avaliação da influência de tratos

¹ Engenheira Agrônoma, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, povoa@cnpf.embrapa.br

² Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, botosso@cnpf.embrapa.br

³ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, calberto@cnpf.embrapa.br

⁴ Engenheiro Florestal, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, helton@cnpf.embrapa.br

⁵ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, bellote@cnpf.embrapa.br

⁶ Engenheiro Agrônomo, Doutor, Pesquisador da Embrapa Florestas, emartins@cnpf.embrapa.br

silviculturais sobre a qualidade da madeira a ser adotada pela equipe da Embrapa Florestas em futuras ações de pesquisa. Elas foram definidas com base em relatos da literatura e nos procedimentos experimentais atualmente adotados nesta Unidade.

2. PROPRIEDADES DA MADEIRA

De todas as características da madeira, a densidade ou massa volumétrica é considerada a mais importante. É a relação entre o peso absolutamente seco da amostra e seu respectivo volume e traduz a relação entre a quantidade de parede celular e de vazios por unidade de volume. É resultante da integração dos aspectos estruturais, anatômicos e químicos da madeira, sendo a principal responsável pelas características de resistência e produção de energia, entre outras, que condicionam a qualidade do produto final (Jorge & Pereira, 1998).

2.1 Massa específica - "densidade"

Muitas das propriedades da madeira que condicionam a produção de papel e celulose (Barrichelo, 1980), produtos sólidos ou energia (Oliveira et al., 1989; Trugilho et al., 1997) estão relacionadas à densidade. Embora ela não esteja sempre diretamente relacionada à variação das propriedades de resistência dentro e entre árvores, também é muito útil na predição desta propriedade (Zobel & Buijtenen, 1989).

Diferentes fatores podem afetar a densidade, principalmente os decorrentes dos padrões de crescimento que interferem na morfologia e química dos elementos celulares constituintes da madeira. Fatores como características do local, adubação, densidade do povoamento, taxa de crescimento e procedência podem ser importantes na determinação da densidade sob diferentes condições (DeBell et al., 2001; Malan, 1988; Lei et al., 1997; Herman et al., 1998).

A densidade é uma característica complexa e determinada por diversas características da madeira, como tamanho das células e espessura das paredes, proporção lenho inicial/lenho tardio, tamanho e quantidade de elementos vasculares, entre outros fatores. Além disso, fatores como deposição química, dentro e entre células, podem afetar a densidade da madeira. Quando esses depósitos estão presentes torna-se necessário especificar se a densidade foi determinada com ou sem a sua extração. Do contrário, podem ocorrer erros na estimativa da resistência e qualidade do produto final quando relacionado com a densidade da madeira. Da mesma forma, a existência de uma grande quantidade

de cristais e/ou sílica interfere diretamente nos valores de densidade da madeira e dificulta a estimativa da qualidade do produto final (Zobel & Buijtenen, 1989).

2.2 Elementos constituintes da madeira

Apesar de todas as características das células terem algum efeito na qualidade do produto final, a maioria tem pequena importância quando comparada à densidade. Além disso, muitas das dimensões celulares estão de alguma forma relacionadas à densidade, sendo muito difícil isolar os efeitos individuais das características das células (Denne & Hale, 1999; Zobel & Buijtenen, 1989).

O comprimento das células pode ter efeito direto no uso da madeira e na qualidade do produto final. A resistência do papel depende da proporção de fibras longas e curtas utilizadas na sua composição. É uma característica fortemente controlada geneticamente e pode ser alterada por mudança dos padrões de crescimento resultantes de práticas silviculturais (Xavier et al., 1997). A espessura da parede das células tem efeito importante nas propriedades de resistência, flexão e rasgo do papel. Células com paredes espessas tendem a produzir papel com superfície de impressão de baixa qualidade e pouco resistente. A largura das células também influencia na qualidade do produto. Geralmente a largura das células é praticamente constante em um anel de crescimento mas apresenta grande variação radial, sendo maior no lenho inicial e menor no lenho tardio (Zobel & Buijtenen, 1989).

Em coníferas existe grande variação radial do diâmetro das células dentro de uma árvore, com as células maiores apresentando geralmente paredes mais finas. As células parenquimáticas (raios e parênquima) causam efeitos tanto na qualidade da madeira sólida como do papel. Essas células têm paredes finas e curtas, contribuindo pouco para as propriedades de resistência do papel, apesar de lhe conferirem aparência lisa (Barrichelo, 1980; Zobel & Buijtenen, 1989).

O tamanho das células de folhosas tem papel importante na qualidade da madeira (Bosman, 1996; Lei et al., 1996; Hudson et al., 1998). Madeiras com vasos largos podem resultar em papel com problemas de impressão, mas também podem dar volume ao mesmo. Além disso, existe interesse que as árvores tenham poucas células de raio devido à variabilidade delas e seu efeito adverso sobre a densidade, produção de papel e resistência da madeira. A orientação da grã da madeira, os defeitos de colapso e o ângulo das microfibrilas também podem ter grande importância para o valor e uso da madeira sólida (Zobel & Buijtenen, 1989; Herman, et al., 1999).

A variabilidade resultante de diferenças em extrativos ou depósitos químicos influencia a densidade e causa grandes diferenças quanto ao uso eficaz da madeira (Vital et al., 1986). Dependendo da quantidade e qualidade desses depósitos, o processamento para papel, ou mesmo para outros fins como madeira sólida, pode ser prejudicado em virtude da grande variação de árvore para árvore (Zobel & Buijtenen, 1989).

3. TRATOS SILVICULTURAIS E CARACTERÍSTICAS DA MADEIRA

Qualquer modificação nos padrões de crescimento de uma árvore pode alterar a qualidade da madeira. Uma das principais causas observada é proporcionada pelas variações de manejo e de tratos silviculturais. No entanto, a dificuldade em relacionar os tratamentos silviculturais e as propriedades da madeira está na determinação da relação entre causa e efeito. Mesmo que ocorram mudanças na qualidade da madeira associada a algum tratamento silvicultural, a questão será determinar se a mudança é resultante da diferença no padrão de crescimento ou tratamento aplicado, devendo cada situação ser analisada criteriosamente (Zobel, 1992).

3.1 Adubação

As respostas ao uso de fertilizantes dependem da idade das árvores, tipo de fertilizante, época, quantidade, frequência de aplicação, etc. (Andrade et al., 1994; Vale et al., 2000). Em geral, a adubação nitrogenada produz madeira com características juvenis, reduz a densidade e a estabilidade dimensional. Esses efeitos desaparecem após alguns anos, e a madeira volta a ser produzida com a densidade próxima à normal. Apesar de existirem diferenças entre espécies, idade, local e fertilizantes, em geral a adubação nitrogenada em coníferas aumenta a uniformidade da madeira dentro do anel de crescimento, com a formação de células de paredes mais espessas no lenho inicial e paredes mais finas no lenho tardio (Zobel & Buijtenen, 1989).

As coletas de amostras para estudos de qualidade da madeira, em experimentos instalados para avaliar o efeito da adubação em plantios florestais, devem ser conduzidas de acordo com o tipo de experimento de adubação considerado. Assim, para experimentos instalados com o objetivo de avaliar doses crescentes de apenas um elemento mineral o ideal é que sejam coletadas amostras em 4 tratamentos, sendo uma amostra no tratamento testemunha ou controle, duas

nas dosagens intermediárias e a última na dosagem máxima aplicada. Para experimentos instalados com o objetivo de avaliar doses crescentes de diferentes nutrientes minerais, o ideal é que sejam realizadas amostragens baseadas no volume de madeira acumulado, determinando-se quatro tratamentos para avaliação, sendo uma amostra no tratamento que resultar no menor volume, duas amostras nos volumes intermediários e uma no tratamento que ocasionar o maior volume.

Normalmente, as amostragens devem ser realizadas no final do experimento ou mesmo no final da rotação. Amostragens realizadas durante a condução do experimento devem ser não-destrutivas, para não comprometer a área experimental. Nesse caso devem ser realizadas antes de qualquer tipo de intervenção silvicultural no experimento. Assim, por exemplo, as amostragens devem ser realizadas antes de desramas e desbastes em povoamentos plantados.

As parcelas experimentais devem conter árvores adicionais, quatro ou cinco por parcela, tanto para avaliações nutricionais e dendrométricas como para avaliações da qualidade da madeira. Este procedimento é necessário mesmo em amostragens não destrutivas, pois as árvores necessitam de um período para se restabelecer do trauma da amostragem.

3.2 Espaçamento

O espaçamento de plantio influencia a formação de ramos e o crescimento das árvores, acarretando produção de madeira com qualidade diferente (Vital & Della Lucia, 1987; Koga et al., 1997; Brüchert et al., 2000). A diferença de densidade inicial interfere não apenas no desenvolvimento de copa e nas taxas de crescimento como na competição por água e nutrientes, temperatura do solo, umidade, penetração de energia solar e iluminação da copa. O número de indivíduos por unidade de área interfere também na forma da copa das árvores e na qualidade do produto final, e a maior densidade inicial favorece a produção de ramos mais finos e menores (Zobel & Buijtenen, 1989).

Em trabalhos sobre espaçamento, a amostragem deve ser realizada considerando a área ocupada por cada planta. Assim, em experimentos onde se avaliam espaçamentos, o ideal é coletar amostras em quatro deles, isto é, no menor, em dois tratamentos intermediários e no maior. Com este procedimento é possível estabelecer equações matemáticas para avaliar o efeito dos diferentes tratamentos estudados na qualidade da madeira. As amostragens devem ser realizadas antes de qualquer trato silvicultural, como desramas e desbastes.

3.3 Desrama

Esta prática é realizada para promover a formação de maior proporção de madeira limpa, isto é, livre de nós (Montagna et al., 1989). Em algumas espécies de coníferas a desrama pode causar uma antecipação na formação de madeira adulta. A melhoria da qualidade da madeira pela desrama pode ser atribuída à mudança direta na forma da árvore pela retirada dos galhos ou ocasionada indiretamente pelas mudanças no padrão de crescimento, pela remoção de partes da copa (Zobel & Buijtenen, 1989). A qualidade da madeira não é muito afetada quando os galhos podados forem finos, mas galhos de maior dimensão podem comprometer a qualidade do produto final (Seitz, 1995).

3.4 Outros tratos silviculturais

Outras práticas silviculturais como o preparo do solo, cuidados com sistema radicial no plantio, capina e uso de rebrotas, também podem ser indutoras de variação da qualidade da madeira (Zobel & Buijtenen, 1989).

4. AMOSTRAGEM

A forma de amostragem é uma das maiores dificuldades para se obter resultados significativos que representem toda a árvore, devido à grande variabilidade das características da madeira. O ideal seria retirar amostras múltiplas em diferentes alturas da árvore, mas isso nem sempre é possível pois a amostragem é freqüentemente cara, difícil e demanda tempo. Assim, torna-se necessário usar métodos mais simples e fáceis que ofereçam razoável precisão (Zobel & Buijtenen, 1989).

A forma de amostragem depende também da norma aplicada no estudo. No Brasil, os principais laboratórios de pesquisa, que analisam características da madeira seguem principalmente a norma COPANT. Quando não existe o procedimento desejado nessa norma adotam também a ASTM, DIN, ABCP ou outra, para a realização do ensaio pretendido (Lisboa et al., 1993; SUDESUL, 1979). Mas a comparação de resultados obtidos por normas diferentes nem sempre é possível, pois dependerá da posição na árvore e número de amostras retiradas por árvore, tamanho dos corpos de prova e procedimentos do ensaio, sendo importante especificar no trabalho a metodologia empregada.

4.1 Número de árvores

Devido à grande variação dentro e entre árvores, deve-se amostrar cerca de 30 indivíduos dentro do mesmo talhão

para se obter uma estimativa razoável do valor médio real das propriedades da madeira daquele determinado talhão. Tratando-se de clones ou árvores com relação parental próxima o tamanho da amostragem pode ser reduzido para 10 a 20 árvores. É muito importante também comparar amostras de madeira de idades semelhantes (Zobel & Sprague, 1998).

Para espécies de madeira com variabilidade padrão, em estudos de propriedades físico-mecânicas recomenda-se a retirada de uma amostra para cada cinco ou seis árvores quando se deseja obter confiança estatística de 95% de probabilidade, num intervalo de confiança de $\pm 15\%$. Para reduzir o intervalo de confiança há necessidade de aumentar o número de árvores e o número de amostras por árvore (Lisboa et al., 1993).

4.2 Amostragem destrutiva

Para a determinação das propriedades químicas, físicas e anatômicas da madeira recomenda-se retirar discos a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial da árvore e um disco também na altura do DAP (a 1,30 m do solo). Estudos de propriedades mecânicas podem ser realizados com amostras pequenas ou em tamanhos estruturais, sendo importante saber que tipo de teste será realizado para cortar os toretes no tamanho correto. Muitas vezes, apesar de se utilizar amostragem destrutiva, trabalha-se com menor amostragem por árvore devido a dificuldades de transporte do material. Isso pode ser feito quando a característica que se quer avaliar apresenta pequena variação ou quando a precisão desejada não exige uma amostragem muito detalhada.

4.3 Amostragem não destrutiva

A amostragem correta é essencial para a obtenção de resultados significativos relacionados à variação das características da madeira. As amostras devem ser retiradas acima de um metro linear do solo, pois as propriedades da madeira até essa altura são muito variáveis, não sendo representativas do restante da árvore. Deve-se evitar as áreas próximas aos ramos ou nós, retirando-se, em regra, amostras a pelo menos 15 centímetros do nó (Zobel & Sprague, 1998).

O método mais simples deste tipo de amostragem consiste em retirar amostras de madeira à altura do peito e relacionar as propriedades da madeira dessa amostra com as de toda a árvore. O uso de amostras não destrutivas (baguetas de madeira) com 10 mm de diâmetro permite estimar, comparativamente, as propriedades da madeira, permitindo ainda a avaliação

continua da árvore. Este tipo de amostragem, em geral, dá valores absolutos diferentes, mas valores comparativos úteis (Zobel & Buijtenen, 1989).

4.4 Amostragem com sondas de incremento

Sondas de incremento são amplamente utilizadas como ferramentas para extração de baguetas de madeira destinadas: ao estudo de taxas de crescimento, idade, e estado de deterioração em árvores vivas; à avaliação da densidade em estudos de melhoramento genético; à determinação da densidade e largura dos anéis de crescimento por métodos de análise microdensitométrica de raio-x; à avaliação dos tratamentos de preservação de madeiras, entre outros usos (Jozsa, 1988).

O uso eficiente de sondas de amostragem deve seguir os seguintes procedimentos (Zobel & Jett, 1995):

- A sonda deve estar sempre afiada e limpa. Para amostras maiores deve-se utilizar extrator motorizado e com gerador;
- Para medição do comprimento de traqueídeos de coníferas, retirar amostras de 10 a 12 mm (diâmetro);
- Evitar amostras em madeiras de reação ou próximas aos nós. Retirar amostras a pelo menos 15 cm abaixo de um galho grande;
- Para estimar com maior precisão a variação dentro da árvore, recomenda-se retirar duas amostras, distanciadas de 90°.

5. RECOMENDAÇÕES

- Para obter informações que reflitam maior representatividade dos tratamentos, optar por amostragem não destrutiva, procurando comparar resultados de amostras de madeira da mesma idade e posição na árvore;
- Em estudos conclusivos, realizar ensaios com amostragem destrutiva, visando a caracterização mais completa possível do material representativo da prática silvicultural em teste;
- Propugnar pela padronização da metodologia para análise de qualidade da madeira no Brasil e a organização de rede para controle da qualidade nos ensaios realizados.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, A. M.; VITAL, B. R.; BARROS, N. F.; DELLA LUCIA, R. M.; CAMPOS, J. C. C.; VALENTE, O. F. Efeitos da fertilização mineral e da calagem do solo na produção e na qualidade da madeira de eucalipto. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 18, n. 1, p. 69-78, 1994.
- BARRICHELO, L. E. G. *Pinus caribaea* var. *hondurensis*: principais interações entre as características da madeira e o rendimento e qualidade da celulose. Piracicaba: IPEF. *Circular Técnica*, n. 86, p. 1-11, 1980.
- BEETS, P. N.; GILCHRIST, K.; JEFFREYS, M. P. Wood density of radiata pine: effect of nitrogen supply. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 145, p. 173-180, 2001.
- BOSMAN, M. T. M. Longitudinal variation in selected wood properties of naturally and plantation grown light red meranti (*Shorea leprosula* and *S. parvifolia*, DIPTEROCARPACEAE). *IAWA Journal*, Leiden, v. 17, n. 1, p. 5-14, 1996.
- BRÜCHERT, F.; BECHER, G.; SPECK, T. The mechanics of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst): mechanical properties of standing trees from different thinning regimes. *Forest Ecology and Management*, Amsterdam, v. 135, p. 45-62, 2000.
- DeBELL, D. S.; KEYES, C. R.; GARTNER, B. L. Wood density of *Eucalyptus saligna* grown in hawaiian plantations: effects of silvicultural practices and relation to growth rate. *Australian Forestry*, Canberra, v. 64, n. 2, p. 106-110, 2001.
- DENNE, M. P.; HALE, M. D. Cell wall and lumen percentages in relation to wood density of *Nothofagus nervosa*. *IAWA Journal*, Leiden, v. 20, n. 1, p. 23-36, 1999.
- HERMAN, M.; DUTILLEUL, P.; AVELLA-SHAW, T. Growth rate effects on intra-ring and inter-ring trajectories of microfibril angle in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *IAWA Journal*, Leiden, v. 20, n. 1, p. 3-21, 1999.
- HERMAN, M.; DUTILLEUL, P.; AVELLA-SHAW, T. Growth rate effects on temporal trajectories of ring width, wood density, and mean tracheid length in Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst). *Wood and Fiber Science*, Madison, v. 30, n. 1, p. 6-17, 1998.
- HUDSON, I.; WILSON, L.; BEVEREN, K. van. Vessel and fibre property variation in *Eucalyptus globulus* and *Eucalyptus nitens*: some preliminary results. *IAWA Journal*, Leiden, v. 19, n. 2, p. 111-130, 1998.
- JORGE, F.; PEREIRA, H. Influência da silvicultura na qualidade da madeira. *Revista Florestal*, Lisboa, v. 11, n. 2, p. 27-31, jul./dez. 1998. Seção Cadernos Florestais: Tecnologia dos Produtos Florestais.

JOZSA, L. **Increment core sampling techniques for high quality cores**. Vancouver: Forintek Canada, 1988. 26 p. (Special Publication, 30).

JOZSA, L. A.; MIDDLETON, G. R. **Les caractéristiques déterminant la qualité du bois: nature et conséquences pratiques**. Vancouver: Forintek Canada, 1997. 42 p. (Special Publication, 34).

KOGA, S.; ODA, K.; TSUTSUMI, J.; FUJIMOTO, T. Effect of thinning on the wood structure in annual growth rings of japanese larch (*Larix leptolepis*). **IAWA Journal**, Leiden, v. 18, n. 3, p. 281-290, 1997.

LARSON, P. R. **Wood formation and the concept of wood quality**. New Haven: Yale University, 1969. 54 p. (Bulletin, 74).

LEI, H.; GARTNER, B. L.; MILOTA, M. R. Effect of growth rate on the anatomy, specific gravity, and bending properties of wood from 7-year-old red alder (*Alnus rubra*). **Canadian Journal of Forest Research**, Ottawa, n. 27, p. 80-85, 1997.

LEI, H.; MILOTA, M. R.; GARTNER, B. L. Between and within-tree variation in the anatomy and specific gravity of wood in Oregon white oak (*Quercus garryana* Dougl.). **IAWA Journal**, v. 17, n. 4, p. 445-461, 1996.

LISBOA, C. D. J.; MATOS, J. L. M. de; MELO, J. E. de. **Amostragem e propriedades físico-mecânicas de madeiras amazônicas**. Brasília: IBAMA, 1993. 103 p. (Coleção Meio Ambiente; Série Estudos – Floresta, 1).

MALAN, F. S. Genetic variation in some growth and wood properties among 18 full-sib families of South African grown *Eucalyptus grandis*: a preliminary investigation. **South African Forestry Journal**, Pretoria, n. 146, p. 38-43, 1988.

MONTAGNA, R. G.; FERNANDES, P. S.; ROCHA, F. T.; FLORSHEIM, S. M. B.; COUTO, H. T. Z. Influência da desrama artificial sobre o crescimento e a densidade da madeira de *Pinus elliottii* var. *elliottii*. **Série Técnica IPEF**, Piracicaba, p. 35-45, 1989.

OLIVEIRA, E.; VITAL, B. R.; VALENTE, O. F.; GOMIDE, J. L. Efeito da qualidade da madeira sobre o rendimento e qualidade do carvão de *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 13, n. 1, p. 85-97, 1989.

SEITZ, R. A. **Manual de poda de espécies arbóreas florestais**. Curitiba: FUPEF, 1995. Paginação irregular.

TRUGILHO, P. F.; VITAL, B. R.; REGAZZI, A. J.; GOMIDE, J. L. Aplicação da análise de correlação canônica na identificação de índices de qualidade da madeira de eucalipto para a produção de carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 2, p. 259-267, 1997.

VALE, A. T.; BRASIL, M. A. M.; CARVALHO, C. M.; VEIGA, R. A. A. Produção de energia do fuste de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Acacia mangium* Willd em diferentes níveis de adubação. **Cerne**, v. 6, n. 1, p. 83-88, 2000.

VITAL, B. R.; DELLA LUCIA, R. M. Efeito do espaçamento na produção em peso e na qualidade da madeira de *Eucalyptus grandis* e *Eucalyptus urophylla* aos 52 meses de idade. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 11, n. 2, p. 132-145, 1987.

VITAL, B. R.; JESUS, R. M. de; VALENTE, O. F. Efeito da constituição química e da densidade da madeira de clones de *Eucalyptus grandis* na produção de carvão vegetal. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 10, n. 2, p. 151-160, 1986.

XAVIER, A.; BORGES, R. C. G.; CRUZ, C. D.; CECON, P. R. Parâmetros genéticos de características de qualidade da madeira em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 21, n. 1, p. 71-78, 1997.

ZOBEL, B. J. Silvicultural effects on wood properties. **IPEF Internacional**, Piracicaba, n. 2, p. 31-38, 1992.

ZOBEL, B. J.; BUIJTENEN, J. P. **Wood variation: its causes and control**. Berlin: Springer-Verlag, 1989. 363 p.

ZOBEL, B. J.; JETT, J. B. **Genetics of wood production**. Berlin: Springer-Verlag, 1995. 337 p.

ZOBEL, B. J.; SPRAGUE, J. R. **Juvenile wood in Forest trees**. Berlin: Springer-Verlag, 1998. 300 p.

Comunicado Técnico, 91

Embrapa Florestas

Endereço: Estrada da Ribeira km 111 - CP 319

Fone: (0**) 41 666-1313

Fax: (0**) 666-1276

E-mail: sac@cnpf.embrapa.br

Para reclamações e sugestões *Fale com o*

Ouvidor: www.embrapa.br/ouvidoria

1ª edição

1ª impressão (2003): conforme demanda



Comitê de publicações

Presidente: Luciano Javier Montoya Vilcahuman

Secretária-Executiva: Guiomar M. Braguinha

Membros: Antonio Maciel Botelho Machado / Edilson

Batista de Oliveira / Jarbas Yukio Shimizu / José

Alfredo Sturion / Patricia Póvoa de Mattos / Susete do

Rocio Chiarello Penteado

Supervisor editorial: Luciano J. Montoya Vilcahuman

Revisão gramatical: Ralph D. M. de Souza

Normalização bibliográfica: Elizabeth Câmara Trevisan

Lidia Woronkoff

Editoração eletrônica: Cleide Fernandes de Oliveira.

Expediente