

Nº2, dez/96, p.1-4

ANÁLISE DA DENSIDADE DE MADEIRA POR TOMOGRAFIA

Carlos Manoel Pedro Vaz¹
José Carlos Duarte Pereira²
Sílvio Crestana¹
João de Mendonça Naime³
Paulo Estevão Cruvinel⁴

Dentre os parâmetros empregados na avaliação da qualidade da madeira, a densidade (massa de madeira seca por volume total) tem merecido atenção especial, como decorrência de sua íntima relação com algumas importantes características tecnológicas e econômicas. Citam-se, como exemplos, a retratibilidade e o inchamento, a resistência mecânica das peças, a produção e a qualidade da polpa, a produção e a qualidade do carvão vegetal, bem como os custos operacionais ligados ao transporte e armazenamento da madeira (Pereira, 1982).

Os métodos tradicionais empregados para determinação da densidade de madeiras são os gravimétricos (medida da massa e volume das amostras) e atenuação de um feixe de raios gama ou X. Entretanto, esses métodos fornecem valores médios da densidade em toda a amostra, não permitindo a análise de sua variação interna, imprescindível, conforme a natureza do estudo proposto.

O objetivo deste trabalho é estabelecer uma metodologia para a quantificação da densidade (D , g.cm⁻³) de amostras de madeira através de imagens tomográficas (tomografias) obtidas das mesmas. A tomografia de raios gama (ou X) fornece imagens de seções transversais de objetos, baseado no princípio da atenuação de um fino feixe da radiação em várias direções em um plano da amostra e da utilização de princípios de reconstrução matemática.

Neste trabalho são apresentados e discutidos alguns resultados iniciais que mostram a potencialidade da tomografia na determinação da densidade de madeiras. Foram analisadas duas amostras (Figura 1), uma de *Eucalyptus saligna* e outra de *Pinus Elliottii* var. *elliottii* da região de Colombo-PR. O equipamento utilizado é um tomografo computadorizado de raios gama, desenvolvido no CNPDIA para utilização na pesquisa agropecuária (Cruvinel, 1990). É composto de fonte de Amerício-241, sistema para detecção da radiação, mesa para movimentação da amostra, sistema eletrônico e software para controle, aquisição e apresentação dos dados (Figura 2). Este equipamento tem sido utilizado rotineiramente em trabalhos na área de ciência do solo (Crestana et al, 1986; Vaz et al, 1989; Naime, 1994).

¹ Físico, PhD, EMBRAPA-CNPDI, Caixa Postal 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP

² Eng. Agrônomo, PhD, EMBRAPA-CNPF, Caixa Postal 319, CEP 83411-000, Colombo, PR

³ Eng. Eletrônico, MSc, EMBRAPA-CNPDI, Caixa Postal 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP

⁴ Eng. Eletrônico, PhD, EMBRAPA-CNPDI, Caixa Postal 741, CEP 13560-970, São Carlos, SP

PA/2, CNPDIA, dez./96, p.2

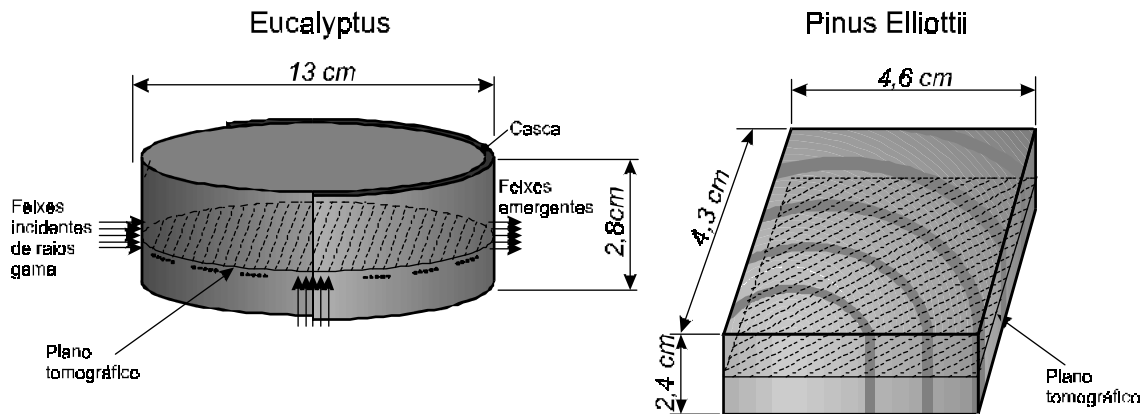


Figura 1. Representação esquemática das amostras e dos planos tomográficos analisados.



Figura 2. Tomógrafo de raios gama utilizado para obtenção das imagens tomográficas para *E. saligna* e *P. elliotii*.

As Figuras 3 e 4 apresentam as imagens obtidas, juntamente com os respectivos perfis verticais de densidades. As imagens são apresentadas em termos de tons de cinza, desde o preto (menor densidade) até o branco (maior densidade). Os valores numéricos atribuídos aos tons de cinza são denominados Unidades Tomográficas (UT) e estão correlacionados com valores de densidades através da relação: $D = UT / (1000 \mu_m)$, onde μ_m ($\text{cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$) é o coeficiente de atenuação em massa da radiação absorvida ou atenuada pelo material que compõe a amostra. O coeficiente de atenuação é um parâmetro que depende das características do material que absorve a radiação e da energia da radiação propriamente dita. Para o caso dos raios gama do Amerício-241, que é uma fonte monoenergética, esse coeficiente é dependente da composição do material analisado. Para o caso das amostras aqui estudadas, os valores de μ_m medidos foram $0,1886 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ e $0,1860 \text{ cm}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ para Eucalyptos e Pinus, respectivamente.

PA/2, CNPDIA, dez./96, p.3

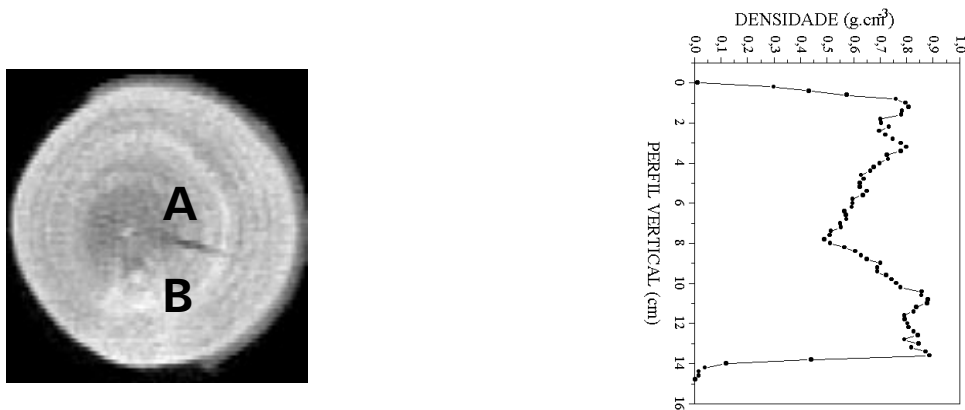


Figura 3. Imagem tomográfica da amostra de *E. saligna* e perfil vertical de densidades.

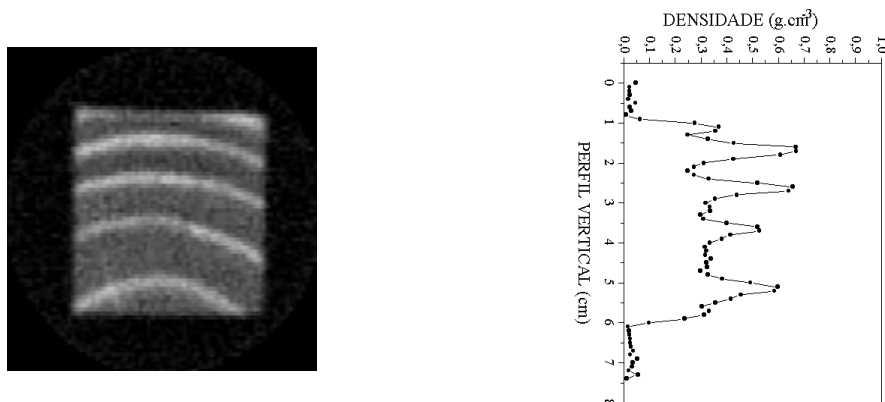


Figura 4. Imagem tomográfica da amostra de *P. elliotii* e perfil vertical de densidades.

Na imagem da amostra de Eucalipto (Figura 3), observam-se regiões de maiores (A) e menores (B) densidades. Além disso, pode-se notar uma fissura, uma parte da casca ainda presente e algumas regiões de maiores densidades definindo anéis. Observam-se, do perfil, variações de densidade desde 0,49 g.cm⁻³ a 0,88 g.cm⁻³. O valor médio do perfil é de 0,7092 g.cm⁻³ e o valor obtido pela medida da massa (271,55 g) e volume ($\pi \cdot 6,526^2 \cdot 2,75 = 1390,16$ cm³) é de 0,7380 g.cm⁻³.

Na imagem de Pinus (Figura 4), vêem-se claramente os anéis de crescimento com densidades maiores que o resto da amostra. Observa-se um valor médio de 0,61 g.cm⁻³ nos lenhos outonais ou tardios e 0,30 g.cm⁻³ nos lenhos iniciais ou primaveris. O valor médio do perfil no interior da amostra é de 0,3846 g.cm⁻³, bem próximo ao valor de 0,3890 calculado pela relação entre a massa (18,521 g) e o volume ($2,404 \cdot 4,318 \cdot 4,585 = 47,614$ cm³) da amostra.

Os resultados apresentados mostram que os dados das imagens podem ser facilmente convertidos em valores de densidades e analisados no aspecto visual, geométrico e quantitativo.

PA/2, CNPDIA, dez./96, p.4

Além da avaliação utilizada (estudo dos perfis), é possível trabalhar com dados estatísticos, como médias, desvios padrão, histogramas, entre outros, tomando-se toda a imagem ou regiões de interesse.

Este trabalho apresenta os resultados iniciais obtidos. Estudos com outros tipos de madeira, amostras de diferentes tamanhos e a utilização de outras fontes radioativas estão sendo atualmente desenvolvidos. Outro aspecto a ser investigado é a possibilidade da medida de umidade de amostras de madeira com a tomografia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CRESTANA, S.; CESAREO, R.; MASCARENHAS, S. Using a computed miniscanner in soil science. **Soil Science**, Baltimore, v.142, p.56-61, 1986.

CRUVINEL, P.E.; CESÁRIO, R.; CRESTANA, S.; MASCARENHAS, S. X- and gamma-rays computerized minitomograph scanner for soil science. **IEEE Transactions on Instrumentation and Measurements**, New York, v.39, n.5, p.745-750, 1990.

NAIME, J.M. **Projeto e construção de um tomógrafo portátil para estudos de ciência do solo e plantas, em campo**. São Carlos: USP-EESC, 1994, 87p. Dissertação de Mestrado.

PEREIRA, J.C.D. **A influência do ritmo de crescimento na densidade da madeira de *Pinus Elliottii engelm* var. *elliottii***. Piracicaba: USP-ESALQ, 1982, 98p. Dissertação de Mestrado.

VAZ, C.M.P.; CRESTANA, S.; MASCARENHAS, S.; CRUVINEL, P.E.; REICHARDT, K.; STOLF, R. Using a computed tomography miniscanner for studying tillage induced soil compaction. **Soil Technology**, Cremlingen, v.2, p.313-321, 1989.