

Nº 26, jul/98, p.1-6

TÉCNICAS RADIOGRÁFICAS, TOMOGRÁFICAS E DE ANÁLISE DE IMAGENS PARA ESTUDO DA MADEIRA

Álvaro Macedo¹
Carlos Manoel Pedro Vaz¹
Lúcio André de Castro Jorge¹
João de Mendonça Naime¹
Paulo Estevão Cruvinel¹
Sílvio Crestana¹
Patrícia Póvoa de Mattos²
José Carlos Duarte Pereira²
Erich Gomes Schaitza²

Em consequência da redução das florestas mistas de pinheiros e latifoliadas, do crescente aumento dos fretes para transporte da madeira extraída da floresta amazônica e das pressões para a condução das matas nativas sob manejo sustentado, a madeira oriunda de florestas plantadas passa a desempenhar um papel cada vez mais relevante para suprir as demandas das indústrias das regiões Sul e Sudeste do Brasil.

A procura de alternativas para substituir as espécies tradicionalmente empregadas pelos setores moveleiro e da construção civil tem representado uma demanda crescente e generalizada. Embora a experimentação disponível permita identificar várias espécies promissoras, a escassez de informações de cunho tecnológico tem limitado a utilização dessas madeiras.

Essa escassez deve-se ao fato de que as técnicas até hoje utilizadas são destrutivas, demoradas e imprecisas, fazendo com que não sejam aplicadas no melhoramento genético e da qualidade da madeira pelas empresas florestais.

Entre as macroprioridades da Embrapa encontram-se a revisão, a incorporação de propostas de alteração e o estímulo para adoção de métodos de pesquisa mais modernos, visando reduzir custos, reduzir o tempo na geração de soluções e aumentar as chances de se obterem tecnologias que tenham espaço no mercado (Embrapa, 1997).

CT/26, CNPDIA, jul/98, p.2

O desenvolvimento de métodos e equipamentos ou a adaptação para o uso com pesquisa em madeira dos já existentes em outras áreas pode melhorar sensivelmente a precisão de algumas análises e eliminar avaliações subjetivas. Os resultados aqui apresentados utilizaram recursos modernos, como a análise de imagens digitais, com o uso do SIARCS, análise de imagens radiográficas e as tomografias de raios X e gama, nas escalas milimétricas e micrométricas.

Determinação de parâmetros radiográficos

Por ser rápido e preciso, além de permitir a mensuração de propriedades físicas da madeira, como densidade e teor de umidade, de forma não-destrutiva, o método radiográfico tem sido muito utilizado para determinar a qualidade da madeira (Kollmann & Côté, 1984). Como a qualidade da radiografia da madeira depende de fatores como a espessura da amostra, da diferença de potencial aplicada (kV), do tempo de exposição, da distância entre o foco e o filme e da velocidade do filme de raio x (Ellis et al., 1985); Mattos et al., 1998) desenvolveram um trabalho para determinar os melhores parâmetros que possibilitam obter radiografias com maior nitidez, em amostras de *Eucalyptus dunnii* e *Pinus elliottii* var. *elliottii*.

A qualidade das radiografias foi avaliada por um grupo de quatro observadores que atribuíram pontuação de 1 (ruim) a 5 (muito boa). A classificação dos resultados obtidos a partir da somatória das notas foi estipulada da seguinte forma: muito ruim (1 a 4), ruim (5 a 8), regular (9 a 12), boa (13 a 16) e muito boa (17 a 20).

As amostras com 2,0cm de espessura apresentaram melhores resultados que as de 1,0cm e 0,5cm, considerando a qualidade das imagens como boa para diferenças de potencial de 44, 52 e 56kV. As radiografias das amostras de 0,5cm foram consideradas apenas regulares. Foram avaliadas, também, combinações entre espessura e umidade, que podem ser vistas naquele trabalho. Em nenhuma condição de espessura, umidade, voltagem do equipamento de raio X ou espécie foram obtidas radiografias classificadas como muito boa.

Diferentes estudos de madeira através do SIARCS

Com o objetivo de estudar o desenvolvimento do sistema radicular das plantas de forma simples, rápida e precisa foi desenvolvido pela Embrapa o Sistema Integrado para Análise de Raízes e Cobertura do Solo - SIARCS (Embrapa, 1996). Esse sistema trabalha com técnicas de processamento e de análise de imagens digitais, que neste trabalho foram utilizadas como auxílio em diferentes estudos de madeiras, tais como: avaliação de rachaduras de toras e tábuas, medições de elementos anatômicos da madeira, avaliação da densidade e movimento de água na madeira por meio de imagens de raios X a partir de imagens padrões para as diferentes densidades, dentre outras.

A Figura 1 apresenta uma imagem digital de uma lâmina com fibras de madeira, em que se avaliaram os comprimentos de cada fibra e sua distribuição. Neste caso, utilizaram-se os mesmos algoritmos desenvolvidos para análise de sementes através do SIARCS. As fibras foram separadas, como pode ser visto na imagem binária, e posteriormente identificadas e medidas. Os resultados são apresentados em tabelas em número de pixels e depois convertidas para a unidade desejada.

CT/26, CNPDIA, jul/98, p.3

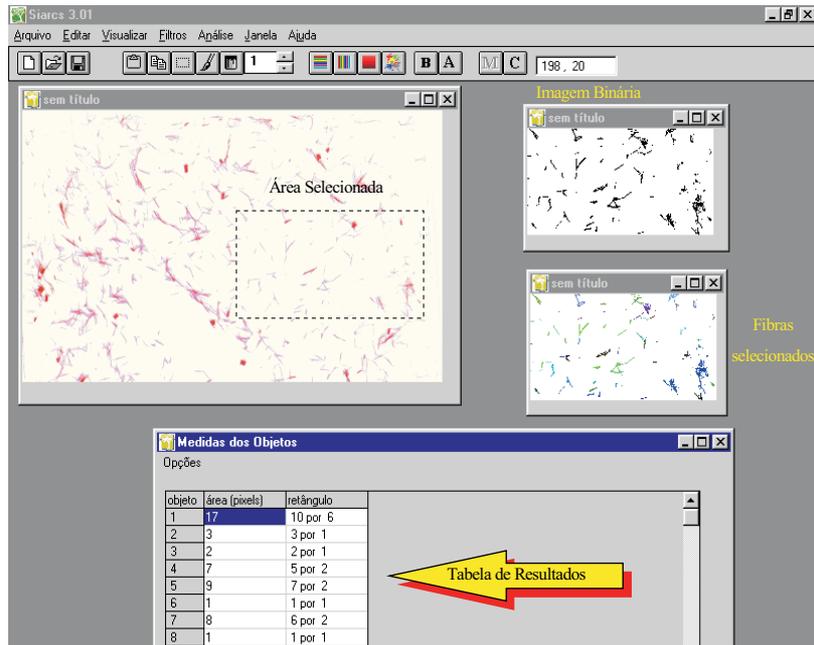


Figura 1: Análise de fibras de madeira através do SIARCS

O SIARCS possui uma ferramenta interativa que permite que sejam feitas medidas rápidas e de fácil manuseio, como por exemplo as medidas dos anéis presentes em uma secção transversal de uma tora de madeira, conforme pode ser observado na Figura 2. As medidas de distâncias entre os anéis podem ser feitas através dessa ferramenta e a medida da área dos anéis feita a partir da imagem binária.

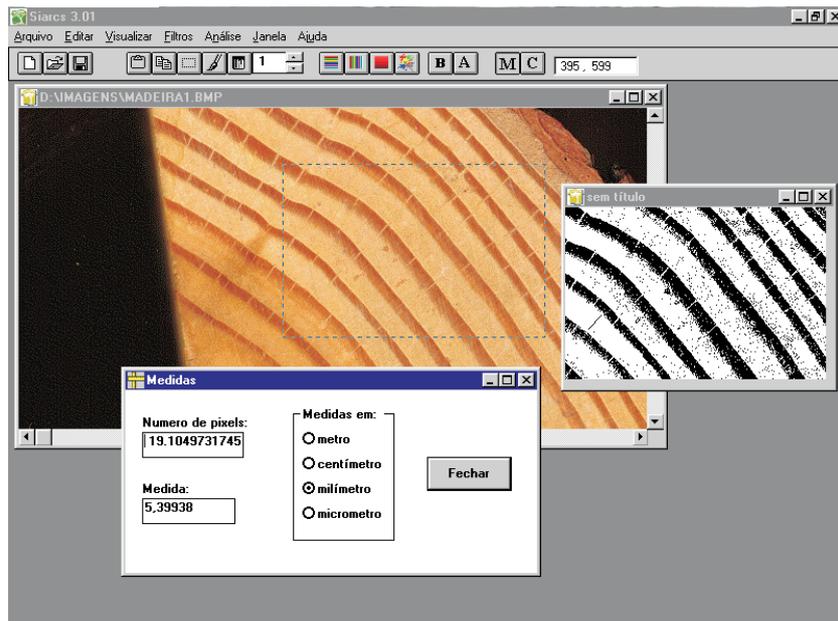


Figura 2: Medidas de distâncias entre anéis através do SIARCS

CT/26, CNPDIA, jul/98, p.4

Nos estudos de rachaduras em toras ou tábuas, torna-se necessário calcular a área dessas fendas, bem como seu comprimento. Na determinação do comprimento a ferramenta interativa permite a medida de forma manual. Para a medida de todas as rachaduras, faz-se a binarização da imagem original, obtendo-se assim somente as rachaduras e posteriormente o cálculo automático. Na Figura 3 são apresentadas duas imagens digitais do topo de duas tábuas com as respectivas rachaduras, as imagens binárias resultantes e um exemplo dos resultados da medida de área das fendas.

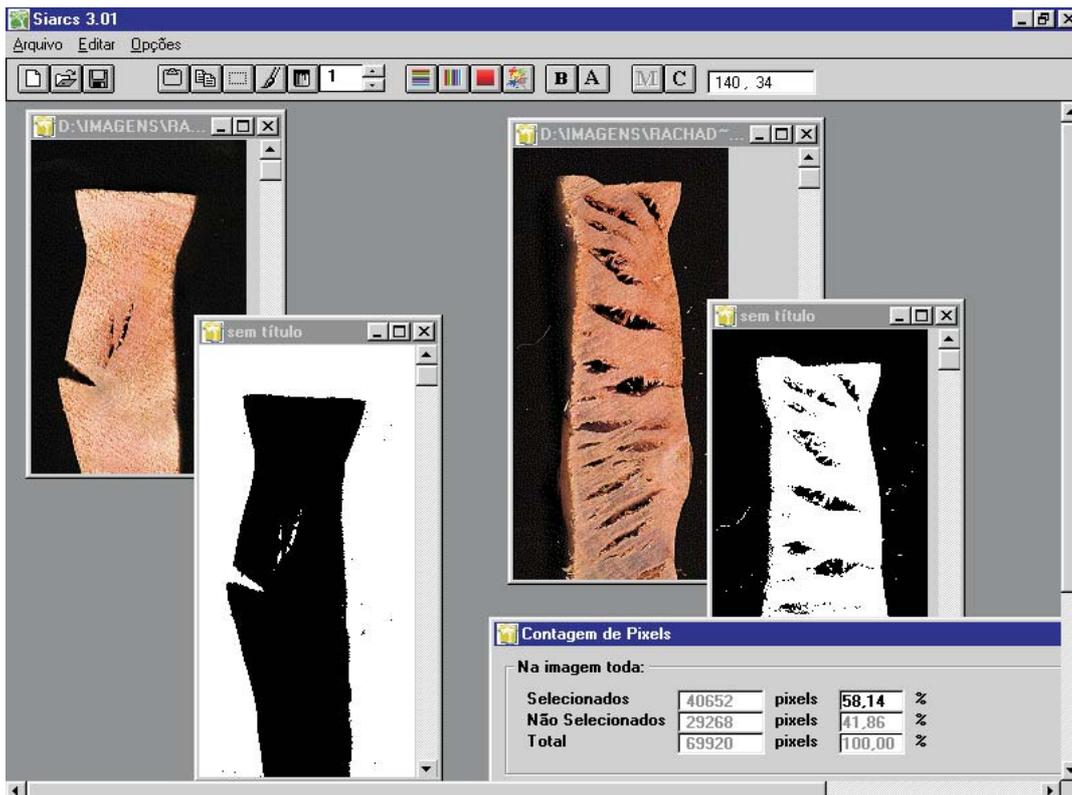


Figura 3: Avaliação de rachaduras em madeiras através do SIARCS

Utilização das tomografias de raios e X

Os métodos mais tradicionais para medição da densidade da madeira são o gravimétrico (medida do volume e da massa) e a atenuação de um feixe de raios ou X. Em Vaz et al. (1996) têm-se os primeiros resultados para o estabelecimento de uma metodologia para avaliação da massa específica ($\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$) de amostras de madeira através de imagens tomográficas de raios . Enquanto nos métodos anteriores mede-se apenas a densidade global da amostra, com a Tomografia Computadorizada de raios ou X pode-se verificar a variação da densidade ao longo de uma secção da amostra. Na Figura 4 vê-se a tomografia de uma amostra de *Pinus elliottii* e o perfil vertical de densidades.

CT/26, CNPDIA, jul/98, p.5

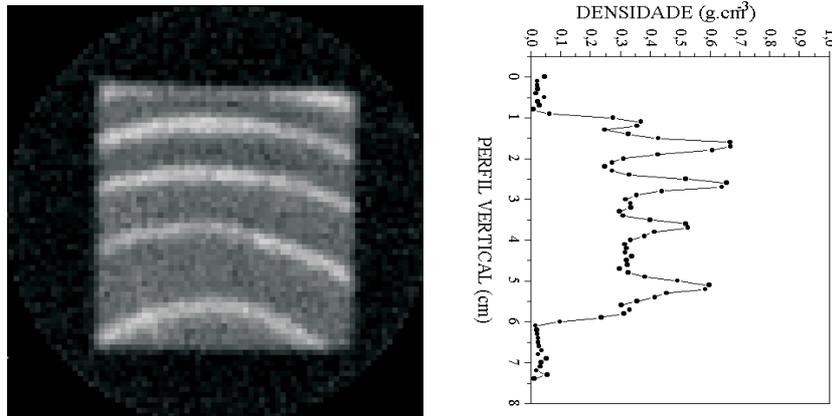


Figura 4: Imagem tomográfica da amostra de *P. elliotii* e perfil vertical de densidades (Fonte: Vaz et al., 1996).

Na resolução obtida na imagem acima, da ordem de 1mm, não se pode avaliar detalhes maiores da variação da densidade entre as interfaces dos anéis. Na tomografia micrométrica, em que a resolução desce a décimos de milímetros, esses detalhes começam a ser observados. Na Figura 5 vê-se a microtomografia de uma amostra de *Pinus elliotii*, de 5,6 x 5,2mm², possuindo uma interface de anéis ao centro da amostra. Vê-se, também, a variação das unidades tomográficas, mostrando que no anel de baixa densidade os valores oscilam em torno de uma constante. Na faixa de maior densidade, nota-se o seu decaimento aproximadamente exponencial ao afastar-se da interface entre os dois anéis.

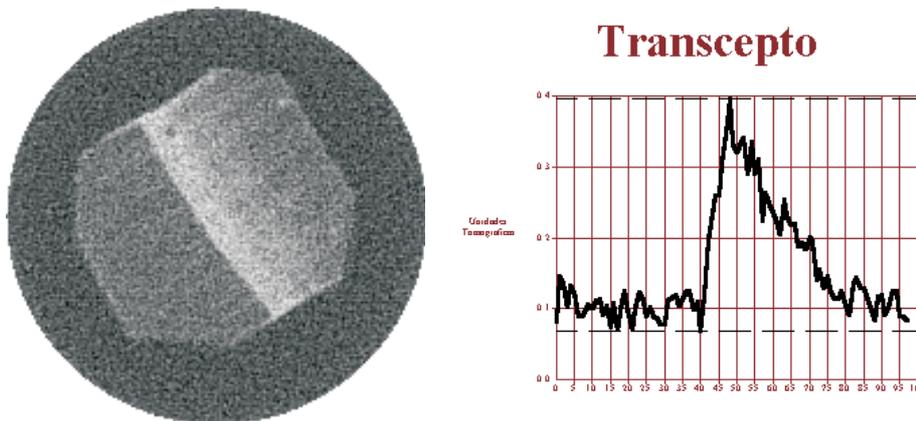


Figura 5: Microtomografia de uma amostra de *Pinus elliotii* e variação das unidades tomográficas ao longo do caminho L.

Na tomografia da Figura 5 utilizou-se a energia de 59,5keV característica do Am²⁴¹. Para a Figura 5 utilizou-se uma energia de 28,4keV, através do uso de um tubo de raios X, com um filtro de Sn com epoxy.

Outros resultados com madeiras de outras espécies e com avaliação da influência do uso de diferentes energias nas tomografias podem ser vistos em Macedo et al. (1998).

CT/26, CNPDIA, jul/98, p.6

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMBRAPA (Brasília, DF). **Estratégia gerencial da Embrapa: macroprioridades 1997**. Brasília, 1997. 27p.
- KOLLMANN, F.F.P.; CÔTÉ JUNIOR, W.A. **Principles of wood science and technology**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. 592p. v.I: Solid wood.
- MACEDO, A; VAZ, C.M.P.; PEREIRA, J.C.D.; NAIME, J.M.; CRUVINEL, P.E.; CRESTANA, S. Wood dry bulk density determination by X and ray tomography. **Wood Science and Technology**, 1998 (submetido).
- MATTOS, P.P.; PEREIRA, J.C.; SCHAITZA, E.G. **Determinação de parâmetros radiográficos para amostras de *Eucalyptus dunnii* Maide e *Pinus elliotii* Engelm var. *elliotii***. 1998. (EMBRAPA-CNPF. Pesquisa em Andamento). Submetida.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. **Handbook of seed technology for genebanks**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1985. 210p. v. I: Principles and methodology.
- VAZ, C.M.P.; PEREIRA, J.C.D.; CRESTANA, S.; NAIME, J.M.; CRUVINEL, P.E. **Análise da densidade de madeira por tomografia**. São Carlos: EMBRAPA-CNPDI, 1996. 4p. (EMBRAPA-CNPDI. Pesquisa em Andamento, 2).