

Nº 35, dez./98, p.1-5

## DETERMINAÇÃO DE PARÂMETROS RADIOGRÁFICOS EM AMOSTRAS DE MADEIRA DE *Eucalyptus dunnii* E DE *Pinus elliottii*

Patrícia Póvoa de Mattos\*  
José Carlos Duarte Pereira\*\*  
Erich Gomes Schaitza\*\*\*

Métodos radiográficos são muito utilizados para determinar a qualidade de diferentes materiais. A sua aplicação ganhou importância na tecnologia da madeira, pela rapidez, precisão e por permitir a mensuração de propriedades físicas, como a densidade e o teor de umidade, de forma não destrutiva (Kollmann & Côté, 1984). Estas técnicas têm auxiliado os estudos de uniformidade de densidade (Echols, 1973), de microfibrilas (Boyd, 1977), dos tratamentos hidrotérmicos na qualidade da madeira (Melcer & Melcerova, 1972), dos defeitos em postes e árvores (Hailey & Morris, 1987) e da dendrocronologia (Worbes, 1995). Ainda assim, as técnicas de tomografia computadorizada, radiografia, ultra-som e de imagens digitalizadas são pouco exploradas na área de tecnologia de madeiras (Pereira, 1998).

A qualidade da radiografia das amostras de madeira depende da espessura da amostra, da diferença de potencial aplicado (Kv), do tempo de exposição, da distância entre o foco e o filme e da velocidade do filme de raio-x, como observado por Ellis et al. (1985), em amostras de sementes. O processo de revelação, também, deve ser considerado, pois os produtos, bem como o tempo de revelação, podem alterar a qualidade do produto final (Negretti, 1989).

O objetivo deste trabalho foi determinar os parâmetros que possibilitem obter radiografias com nitidez, em amostras de madeira de *Eucalyptus dunnii* Maiden e *Pinus elliottii* Engelm var. *elliottii*. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Qualidade da Madeira do CNPF. Nos dias de radiografia, as temperaturas mínima e máxima foram 7,9°C e 20,8°C, respectivamente.

\* Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA nº 41777/D, Pesquisador da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

\*\* Eng. Florestal, Bacharel, CREA nº 12.292/P, Pesquisador da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

\*\*\* Eng.-Agrônomo, Doutor, CREA/RJ nº 56.613/D, Pesquisador da Embrapa – Centro Nacional de Pesquisa de Florestas.

As radiografias foram obtidas em equipamento da marca SIEMENS, modelo Unimax 2B, de uso médico, com diferença de potencial variável de 44 a 90 Kv, com tempo de exposição de 0,1 a 5,0 s. Foram testadas as calibrações apresentadas na Tabela 1, com 2,0 m de distância entre foco e filme, em amostras de três espessuras (0,5; 1,0; e 2,0 cm) de *Eucalyptus dunnii* (úmida e seca) e *Pinus elliottii* (seca). A recomendação do fabricante, para objetos de 2 a 3 cm de espessura, são 44 Kv e 0,10 s de exposição (Siemens, 1996).

**TABELA 1. Combinações de diferenças de potencial e tempo de exposição de raio-x aplicadas às madeiras de *Eucalyptus dunnii* (úmida e seca) e *Pinus elliottii* var. *elliottii* (seca).**

Kv	tempo
44	0,10
44	0,12
44	0,16
44	0,20
44	0,32
44	0,40
48	0,10
48	0,16
48	0,20
48	0,32
52	0,10
52	0,16
52	0,20
56	0,10
56	0,16
60	0,10

Foram utilizadas películas para radiografia médica KODAK tipo TMAT-G-RA, base verde, de alta velocidade (400), formato 240 mm X 300 mm, e ecran verde, composto de terras raras, KODAK modelo LANEX. A revelação foi feita em solução de 25% de revelador MICRORay (à base de hidroquinona, sulfito de sódio e carbonato de potássio), por 50 s, e fixação em solução de 25% de fixador MICRORay (à base de tiosulfato de amônio, ácido acético, ácido bórico e hidróxido de sódio), por cinco minutos, pelo menos.

A qualidade das radiografias foi avaliada, visualmente, por quatro observadores, separadamente, atribuindo notas variando de um (ruim) a cinco (muito boa). A partir do somatório das notas, foi estipulada a classificação: muito ruim (1 a 4), ruim (5 a 8), regular (9 a 12), boa (13 a 16) e muito boa (17 a 20).

Os resultados com as amostras de *P. elliotii* encontram-se na Tabela 2. A amostra mais espessa apresentou as maiores notas, com boa qualidade para diferenças de potencial de 44, 48, 52 e 56Kv em diferentes intervalos de tempo de exposição. Quanto maior a diferença de potencial, menor o tempo de exposição necessário para obtenção de radiografias mais nítidas. Com 44Kv, foi possível obter radiografias de boa qualidade, com vários tempos de exposição. Nas amostras de 1,0 cm, os somatórios foram ligeiramente inferiores aos de 2,0 cm mas, ainda foi possível obter radiografias de boa qualidade. O mesmo não ocorreu nas amostras de 0,5 cm, nas quais as melhores radiografias foram classificadas apenas como regular.

**TABELA 2. Somatório das notas de cada combinação de diferença de potencial (Kv) e tempo de exposição (s), para amostras de madeira seca de *Pinus elliotii* var. *elliotii* de diferentes espessuras.**

Espessura das amostras					
0,5cm		1,0cm		2,0cm	
Kv-tempo	Nota	Kv-tempo	Nota	Kv-tempo	Nota
48-0,20	10	48-0,16	15	44-0,20	16
44-0,10	9	44-0,20	14	48-0,16	16
44-0,16	9	48-0,20	14	48-0,20	16
44-0,20	9	44-0,12	13	44-0,12	15
48-0,16	9	44-0,16	13	44-0,32	15
52-0,10	9	44-0,32	13	44-0,16	14
44-0,12	8	52-0,10	13	48-0,10	14
44-0,32	8	52-0,16	13	52-0,16	14
48-0,10	8	52-0,20	13	52-0,20	14
56-0,10	8	56-0,10	13	56-0,10	14
44-0,40	7	48-0,10	12	48-0,32	13
48-0,32	7	48-0,32	12	44-0,40	12
52-0,16	7	44-0,10	11	52-0,10	12
52-0,20	6	44-0,40	10	56-0,16	12
56-0,16	5	56-0,16	9	44-0,10	11
60-0,10	5	60-0,10	8	60-0,10	11

A combinação entre espessura da amostra e umidade resultou em diferenças marcantes na qualidade das radiografias da madeira de *Eucalyptus dunnii* (Tabelas 3 e 4). Radiografias de boa qualidade foram observadas em amostras de 2,0 cm de madeira úmida, e 1,0 cm de madeira seca, com diferenças de potencial de 44, 48 e 52Kv e diferentes tempos de exposição. A variação de tempo foi mais ampla para as amostras úmidas. A qualidade das radiografias nas demais amostras (0,5 cm e 1,0 cm de madeira úmida; e 2,0 cm de madeira seca) foi sempre inferior à classificação boa. Em nenhuma das combinações de regulagem do aparelho de raio-x, espessura das amostras ou espécie testadas foram obtidas radiografias de qualidade muito boa.

**TABELA 3. Somatório das notas de cada combinação de diferença de potencial (Kv) e tempo de exposição (s), para amostras de madeira seca de *Eucalyptus dunnii* de diferentes espessuras.**

Espessura das amostras					
0,5cm		1,0cm		2,0cm	
Kv-tempo	Nota	Kv-tempo	Nota	Kv-tempo	Nota
44-0,12	9	44-0,20	15	44-0,12	12
44-0,16	9	44-0,12	13	44-0,20	12
48-0,16	9	44-0,32	13	44-0,32	12
44-0,20	8	48-0,16	13	44-0,16	11
44-0,32	8	48-0,20	13	48-0,20	11
48-0,20	8	52-0,10	13	48-0,32	11
48-0,10	7	44-0,16	12	52-0,10	11
52-0,10	7	44-0,40	11	52-0,16	11
44-0,10	5	48-0,10	11	56-0,10	11
44-0,40	5	48-0,32	11	44-0,40	10
48-0,32	5	52-0,16	10	52-0,20	10
52-0,16	5	56-0,10	10	56-0,16	9
52-0,20	5	52-0,20	9	48-0,16	8
56-0,10	5	44-0,10	8	48-0,10	7
56-0,16	4	56-0,16	7	44-0,10	5
60-0,10	4	60-0,10	5	60-0,10	5

**TABELA 4. Somatório das notas de cada combinação de diferença de potencial (Kv) e tempo de exposição (s), para amostras de madeira úmida de *Eucalyptus dunnii* de diferentes espessuras.**

Espessura das amostras					
0,5cm		1,0cm		2,0cm	
Kv-tempo	Nota	Kv-tempo	Nota	Kv-tempo	Nota
44-0,20	6	44-0,20	12	48-0,20	16
44-0,12	5	48-0,20	11	44-0,20	15
44-0,32	5	44-0,16	10	48-0,16	15
48-0,10	5	44-0,32	10	48-0,32	14
48-0,16	5	48-0,16	10	52-0,10	14
48-0,20	5	52-0,10	10	52-0,16	14
44-0,10	4	44-0,40	9	52-0,20	14
44-0,16	4	48-0,10	9	44-0,16	13
44-0,40	4	44-0,12	8	44-0,32	13
48-0,32	4	52-0,16	8	44-0,40	13
52-0,10	4	52-0,20	8	48-0,10	12
52-0,16	4	56-0,10	8	56-0,10	12
52-0,20	4	48-0,32	7	44-0,12	10
56-0,10	4	44-0,10	6	44-0,10	8
56-0,16	4	56-0,16	5	56-0,16	8
60-0,10	4	60-0,10	4	60-0,10	8

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BOYD, J.D. Interpretation of X-ray diffractograms of wood for assessments of microfibril angles in fibre cell walls. **Wood science and technology**, v.11, n.2, p.93-114, 1977.
- ECHOLS, R.M. Uniformity of wood density assessed from x-rays of increment cores. **Wood science and technology**, v.7, p.34-44, 1973.
- ELLIS, R.H.; HONG, T.D.; ROBERTS, E.H. **Handbook of seed technology for genebanks. Vol I. Principles and methodology**. Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1985. 210p.
- HAILEY, J.R.; MORRIS, P.I. **Application of scanning and imaging techniques to assess decay and wood quality in logs and standing trees**. Edmonton: Forestry Canada / Alberta Forest Service, 1987. 48p. **Tree CD**. Abstract.
- KOLLMANN, F.F.P.; COTÉ JUNIOR, W.A. **Principles of wood science and technology. vol.I: Solid wood**. Berlin: Springer-Verlag, 1984. 592p.
- MELCER, I; MELCEROVA, A. Some aspects of hydrothermal treatment of wood of *Populus tremula* L. **Cellulose chemistry and technology**, v.6, n.6, p.681-694, 1972. **Tree CD**. Abstract.
- NEGRETTI, A. **Técnicas de processamento manual e automático de filmes radiológicos**. São Paulo: B. Herzog Comércio e Indústria S/A, 1989. 30p.
- PEREIRA, J.C.D. **Aproveitamento integral da madeira de florestas plantadas para usos múltiplos**. Colombo: EMBRAPA-CNPQ, 1998. Paginação irregular. (EMBRAPA. Programa 8 – Floresta e Agrofloresta. Subprojeto – 08.0.98.506.01). Projeto em Andamento.
- SIEMENS S.A. (Rio de Janeiro, RJ). **UNIMAX 2B: Instruções de uso**. Rio de Janeiro, 1996. 18p.
- WORBES, M. How to measure growth dynamics in tropical trees: a review. **IAWA Journal**, v.16, n.4, p.337-351, 1995.