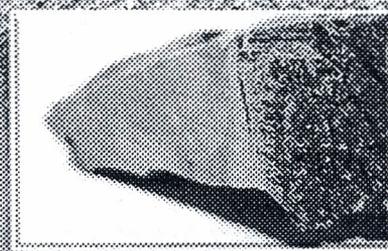


**1º SEMINÁRIO
SOBRE A APLICAÇÃO
DE ENSAIOS
NÃO DESTRUTIVOS
EM MADEIRA E
MATERIAIS À
BASE DE MADEIRA**



**De 29 a 31 de maio de 2006
Itatiba - SP**

[Clique para avançar](#)

PREDIÇÃO DAS PROPRIEDADES FÍSICAS DA MADEIRA COM O USO DA REFLEXÃO DIFUSA DE INFRAVERMELHO PRÓXIMO - NIR.

Graciela I. B. de Muñiz¹,
Washington Luiz Esteves Magalhães²,
Mayara Elita Carneiro³.

1. Sinopse

A determinação das propriedades da madeira é quase sempre feita por amostragem ou usando métodos manuais e, na maioria das vezes, destrutivos. Por essas razões, as indústrias não conseguem garantir a qualidade total dos produtos de madeira, ocorrendo uma grande dispersão em suas propriedades. Este trabalho tem por objetivo a comparação entre metodologias de determinação das propriedades físicas da madeira por métodos tradicionais e através do equipamento portátil de NIR (Near Infrared - Infravermelho próximo). Amostras obtidas de quinze árvores de *Eucalyptus saligna* foram analisadas quanto a sua massa específica básica, anisotropia de contração e contração volumétrica. Os resultados obtidos foram analisados pelo método dos mínimos quadrados parciais, usados para levantamento das curvas de calibração entre os valores previstos pela técnica do NIR e os valores medidos em laboratório de forma convencional. A técnica do Infravermelho próximo mostrou ser uma ferramenta valiosa para a avaliação das propriedades analisadas, apresentando altos valores de correlação. As principais vantagens da metodologia não-destrutiva proposta são a rapidez e facilidade em sua utilização. O conhecimento destes métodos poderá contribuir para programas estratégicos de indústrias que buscam a padronização da matéria-prima.

2. Introdução

Com a expansão da indústria de madeira processada mecanicamente e um mercado cada vez mais exigente, as indústrias devem ser mais eficientes quanto aos processos industriais empregados, utilizando informações seguras, precisas e diretamente relacionadas ao produto que se deseja obter. Um problema enfrentado hoje é o da qualidade de seus produtos. Ao utilizar informações mais específicas sobre a qualidade da madeira diversas atividades de base florestal serão mais eficazes.

Como a madeira apresenta variações em suas propriedades físicas e mecânicas, tanto entre árvores da mesma espécie quanto dentro de uma mesma árvore, não se consegue um controle de qualidade rígida estimando a resistência da mesma por meio da análise de uma amostra. Desta forma, um procedimento para classificá-las em função de sua resistência de forma contínua e que não seja destrutivo é o mais desejável, garantindo então a qualidade do seu produto de forma a atender os requisitos do mercado.

A tecnologia NIR, utilizada neste trabalho, consiste em um analisador que utiliza a luz infravermelha 400 a 2500 nm, faixa do espectro no qual as amostras observam uma baixa absorção comparando com outras regiões do infravermelho. Devido esta baixa absorção, a radiação infravermelha penetra na amostra sem preparação, modificação ou diluição. Dessa forma, obtêm-se resultados de análise de forma rápida, precisa e com baixo custo.

O objetivo está voltado aos princípios de gestão de qualidade, ao aumento da eficiência dos laboratórios de análise da madeira e à redução dos custos da pesquisa. Comparando o método do uso da espectroscopia difusa de infravermelho próximo (NIR) em conjunto com a regressão por

1 Doutora, Engenheira Florestal - UFPR

2 Doutor, Engenheiro Químico – EMBRAPA FLORESTAS

3 Aluna de Graduação do Curso de Engenharia Industrial Madeireira - UFPR

mínimos quadrados parciais (PLS) na determinação de propriedades físicas da madeira, com o método tradicional de análise. Sendo este tipo de análise inédita para qualidade da madeira sólida.

3. Materiais e Métodos

3.1 Espécies Estudadas

As amostras de madeira estudadas para este trabalho foram obtidas de árvores clones de *Eucaliptus saligna* provenientes de plantios comerciais. A espécie foi escolhida por se destacar pelo ritmo e vigor de crescimento na região e pela necessidade de se conhecer a qualidade da madeira produzida.

3.2 Amostragem e Preparação do Material

A amostragem seguiu a sistemática prescrita pela Comissão Panamericana de Normas Técnicas (COPANT). As árvores foram selecionadas ao acaso, a partir de um ponto e direção aleatória.

De cada árvore foram coletados cinco discos tomados nas altura do DAP (diâmetro à altura do peito), 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial. Os discos devidamente codificados, e a preparação das amostras deu -se no sentido medula -casca. Todo o material foi devidamente codificado e acondicionado e transportado ao laboratório para a realização dos estudos.

3.3 Determinação da Massa Específica Básica

3.3.1 Medições NIR

As amostras de madeira, cerca de 2000 corpos de prova com dimensões de aproximadamente 2 X 2 X 3cm, foram usadas para a obtenção dos espectros de infravermelho próximo por refletância, nas direções transversal e radial as fibras. Todas as amostras foram secas a 60°C durante 24 h para garantir a uniformidade da umidade.

Os espectros foram realizados no espectrofotômetro de infravermelho próximo NIRS USB2000 Miniature Fiber Optic Spectrometer, o instrumento opera no modo de reflectância difusa registrando o log (1/R) a cada 2 nm numa faixa de comprimento de onda entre 400 e 2500 nm. Portanto, por espectro obtido, o equipamento registra 1050 medidas de absorbância, não exigindo nenhum preparo da amostra.

O método modificado dos mínimos quadrados parciais foi usado para levantamento das curvas de calibração entre os valores previstos pela técnica do NIR e os valores das propriedades medidas em laboratório.

3.3.1 Método Tradicional

Para determinação da massa específica básica pelo método tradicional, as amostras foram saturadas em água, posteriormente pesadas e colocadas em estufa - 103 ± 20°C (kg) - a peso constante. Os resultados foram analisados pelos parâmetros estatísticos básicos: média e desvio padrão. A densidade básica foi calculada utilizando-se a relação:

$$\rho_b = M_s + V_u \quad (\text{g.cm}^{-3})$$

onde:

ρ_b = densidade básica (g.cm⁻³)

M_s = massa da amostra seca em estufa a 103 ± 2°C (g)

V_u = volume da amostra em estado saturado (cm^3).

3.4 Análise das Propriedades Físicas da Madeira

Foram determinadas as seguintes propriedades físicas da madeira:

- ✓ Contração Volumétrica (β_v);
- ✓ Retração Volumétrica (RV);
- ✓ Anisotropia de Contração (Ac)

4. Resultados

O método modificado dos mínimos quadrados parciais foi usado para levantamento das curvas de calibração entre os valores previstos pela técnica do NIR e os valores de massa específica medidas em laboratório.

A tabela 1 mostra o número de amostras analisadas depois de excluídos os discrepantes (N), média dos valores, coeficientes de correlação (R^2 e 1-VR) e os erros de calibração (SEC) e validação cruzada (SECV) para cada uma das propriedades medidas em laboratório.

Cem amostras de *Eucalyptus* foram usadas no levantamento da curva de predição das propriedades listadas na tabela 1 e, em alguns casos, ocorreram discrepâncias que o programa estatístico detectou automaticamente. Para a melhor predição das propriedades químicas e físicas, as curvas de calibração foram obtidas após a exclusão desses dados discrepantes.

Variável	Nº de amostras	Média (valor de referência)	SEC	R^2	SECV	1-VR
Massa Específica (g. cm^{-3})	100	0,63054	0,52	0,86	0,30	0,0
Anisotropia de Contração	100	1,6537	0,15	0,93	0,29	0,15
Contração Volumétrica	100	16,3561	1,31	0,80	1,49	0,90

Tabela 1 – Número de amostras de *Eucalyptus* analisadas depois de excluídos os discrepantes (N), média dos valores, coeficientes de correlação (R^2 e 1-VR) e os erros de calibração (SEC) e validação cruzada (SECV) para a propriedade medida em laboratório.

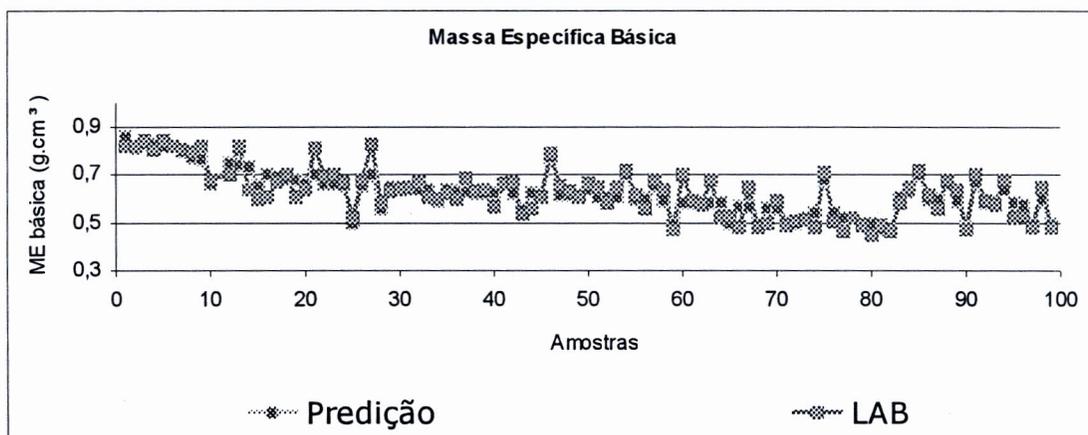


Figura 1 – Correlação observada para Massa Específica Básica entre os métodos analisados.

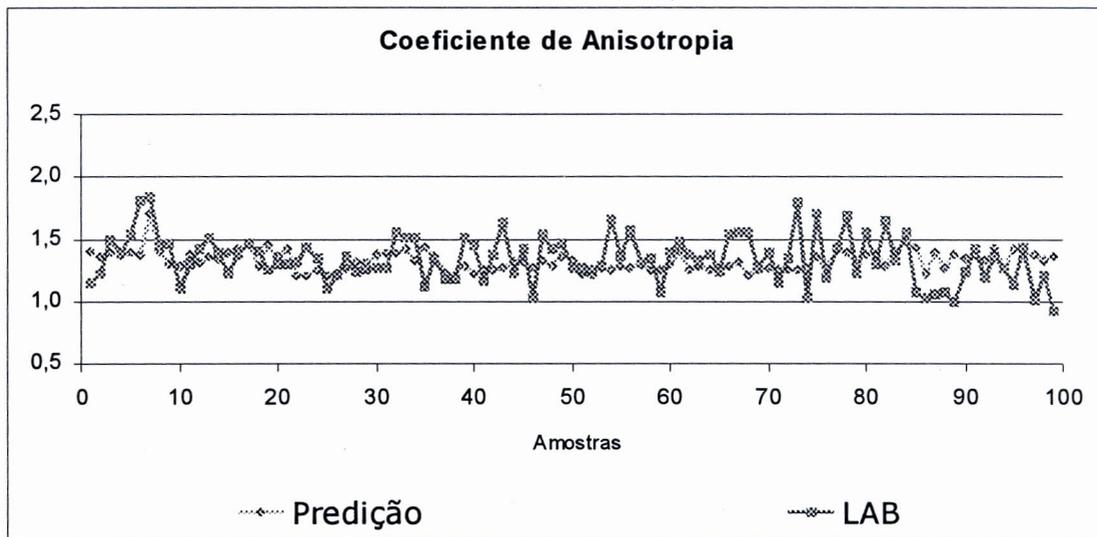


Figura 2 – Correlação observada para o Coeficiente de Anisotropia entre os métodos analisados.

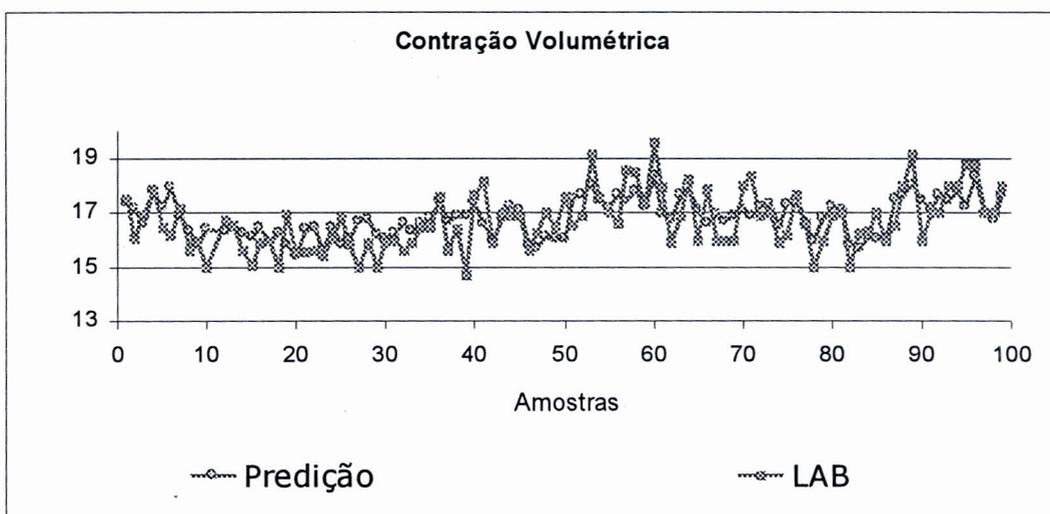


Figura 3 – Correlação observada para Contração Volumétrica entre os métodos analisados.

5. Conclusões

O NIR demonstrou ser uma ferramenta valiosa para a avaliação das propriedades analisadas, demonstrando altos valores de correlação.

As principais vantagens do NIR foram à rapidez e facilidade em sua utilização e por poder ter uma amostragem não destrutiva.

Os modelos criados com o auxílio do NIR demonstraram ser viáveis, podendo ser utilizados para uma classificação de madeiras.

Conhecimento destes aspectos poderá contribuir para programas estratégicos das indústrias que buscam a homogeneização da matéria-prima.

Grande importância do conhecimento da qualidade da madeira como forma de um maior controle de processo e qualidade do produto.

6. Referências Bibliográficas

DADSWELL, H.E. **The growth characteristic and their influence in wood structure and properties.**: Div. of Build. Res, 1957. 19p.

EMBRAPA (Brasília, DF). **Estratégia gerencial da Embrapa : macroprioridades/1997.** Brasília, 1997. 27p.

L. SCHIMLECK, R. EVANS & J. ILIC . **Application of near infrared spectroscopy to a diverse range of species demonstrating wide density and stiffness variation.** IAWA Journal 22 (4) (2001), pp 415-429

MORRE, Andrew K. **Infrared Spectroscopic Studies Of Solid Wood.** Applied Spectroscopy, Volume 36, Number 1 (2001), pp 65 -68.

MUÑIZ, G.I.B. & CORADIN, V.R. **Norma de procedimentos em estudos de anatomia da madeira: II Gimnospermae.** Comissão de estudos CE:11.01.07:002 ABNT. Brasília , 1991 Série técnica N^o . Laboratório de Produtos Florestais.

PANSHIN, A.J.,DE ZEEUW, C. **Textbook of wood technology.** New York:McGraw Hill (1980).

SCHAITZA, E.G.; MATTOS, P.P.; PEREIRA, J.C.D. **Metodologías sencillas y baratas para análisis de imagen en laboratorios de calidad de la madera.**

TORRIL, Misato; TSUCHIKAWA, Satoru; TSUTSUMI, I;**Direstional Characteristics of Near Infra Light Reflected from Wood.**Volume 55, Number 5 (September 19, 2001), pp.534-540.