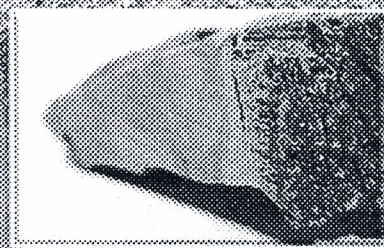


**1º SEMINÁRIO
SOBRE A APLICAÇÃO
DE ENSAIOS
NÃO DESTRUTIVOS
EM MADEIRA E
MATERIAIS À
BASE DE MADEIRA**



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

[Clique para avançar](#)

APLICAÇÃO DE MÉTODOS QUIMIOMÉTRICOS EM ANÁLISES NÃO-DESTRUTIVAS DE *Eucalyptus grandis*

Washington Luiz Esteves Magalhães¹, Lucélia Taverna²,
Marcela Guiotoku³, Sidney Vicente Scheffer⁴

Resumo

Este trabalho teve como objetivo a construção de uma curva de calibração utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) para predição de propriedades físicas como densidade básica, retratibilidade radial, longitudinal e tangencial e anisotropia de contração de amostras de *Eucalyptus grandis*. A partir de análise matemática multivariada dos resultados observou-se que existe correlação estatística, de acordo com o modelo proposto, com as propriedades retratibilidade radial e longitudinal.

1. Introdução

O *eucalyptus grandis* possui como característica uma madeira moderadamente leve, apresentando cerne diferenciado. O uso de eucalipto como madeira serrada é bastante incipiente, principalmente, devido a rachaduras ocasionadas durante seu processamento. As medidas de retratibilidade, densidade básica e anisotropia de contração são obtidas de forma convencional em laboratório, utilizando método de análise destrutivo (Galvão, A.P.M., Jankowsky, I.P., 1985; Ponce, 1995). Trabalhos recentes têm investigado a utilização da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) para aplicações de interesse em produtos da indústria florestal. Com relação às outras técnicas de análises espectroscópicas, o NIR tem inúmeras vantagens para exploração como ferramenta para caracterização destes tipos de materiais. Estas vantagens incluem a preparação mínima de amostras, tempo de aquisição rápida de dados, fácil manuseio do aparelho e principalmente por ser uma análise que não causa destruição da amostra (Kelley, *et al.*, 2004; Tsuchikawa, S., Yamato, K., Inoue, K., 2003).

O objetivo deste trabalho consiste na construção de uma curva de calibração utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) e análises quimiométricas para a predição das propriedades físicas como a densidade, a retratibilidade radial, tangencial e longitudinal e anisotropia de contração. Para tanto foram utilizadas amostras de madeira de *Eucalyptus grandis*.

2. Materiais e Métodos

As amostras de *Eucalyptus grandis* foram obtidas de três árvores provenientes de Concórdia-SC. A coleta do material foi realizada da seguinte forma: após o corte da árvore foram retirados onze discos, sendo que o primeiro disco foi cortado a partir da base (rente ao solo) e os demais a cada 2,0 metros de distância entre eles. Estas amostras foram analisadas utilizando métodos convencionais em relação à sua densidade básica, retratibilidade radial, tangencial e longitudinal e também anisotropia de contração, de acordo com procedimentos descritos na literatura (Associação Brasileira de Celulose e Papel, 1968).

Para as medidas de infravermelho próximo, utilizou-se um espectrofotômetro nacional modelo FEMTO NIR900 (Femto Ind. E Com. De Instrumentos Ltda) com comprimento de onda variando entre 1100 a 2500 nm. Os espectros foram retirados em duplicata (para a mesma amostra) e em intervalos de 1,0 nm, utilizando-se 310 amostras na forma de blocos com dimensões de 2,0 x 2,0 x

3,0 cm. O tratamento estatístico dos dados foi efetuado com ajuda do software FemWin WL90PLS, utilizando o método de regressão linear múltipla (MLR). Foram selecionados 430 espectros para a construção da curva de calibração (regressão) e 190 espectros para a validação do modelo proposto, num total de 620 medidas.

3. Resultados e Discussão

Na **Figura 1** observam-se os espectros de infravermelho próximo na faixa de 1100 a 2500 nm das amostras de *Eucalyptus grandis*.

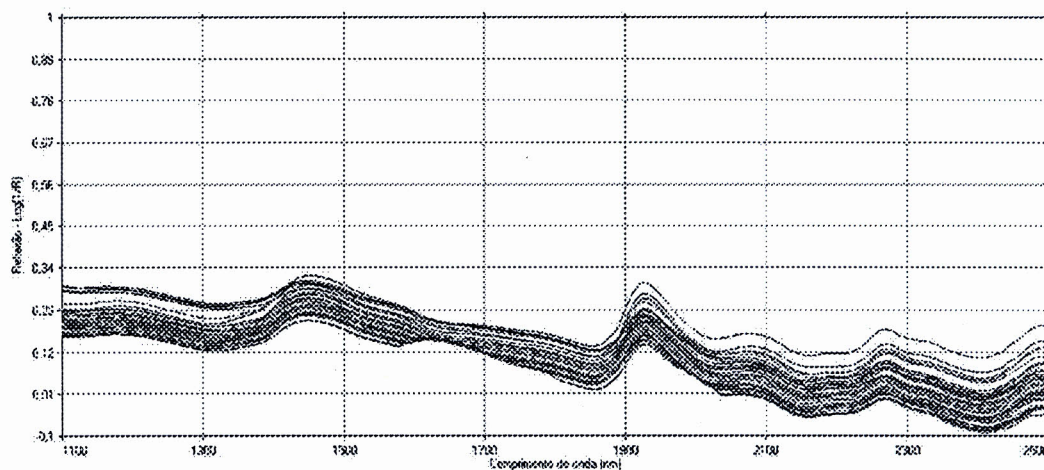


Figura 1 – Espectros de infravermelho próximo de amostras de *Eucalyptus grandis*.

A Tabela 1 apresenta os valores obtidos dos coeficientes de determinação para regressão (R^2) e variância e para as propriedades analisadas: densidade básica (Db), retratibilidade radial (Rradial), retratibilidade longitudinal (Rlong), retratibilidade tangencial (Rtang) e anisotropia de contração (Anis).

Tabela 1 - Valores encontrados para os coeficientes de determinação e variâncias para a regressão.

	Regressão	
	R^2	Variância
Db	0,13	15,11
Rradial	0,71	0,66
Rlong	0,50	0,17
Rtang	0,13	3828
Anis	0,18	93,26

As propriedades retratibilidade radial e longitudinal apresentaram melhores coeficientes de determinação do que as demais propriedades na regressão. Os dados mostraram também que embora a retratibilidade radial apresentasse melhor coeficiente de determinação (0,71), a variância encontrada para esta propriedade foi maior (0,66) do que para a retratibilidade longitudinal (0,17).

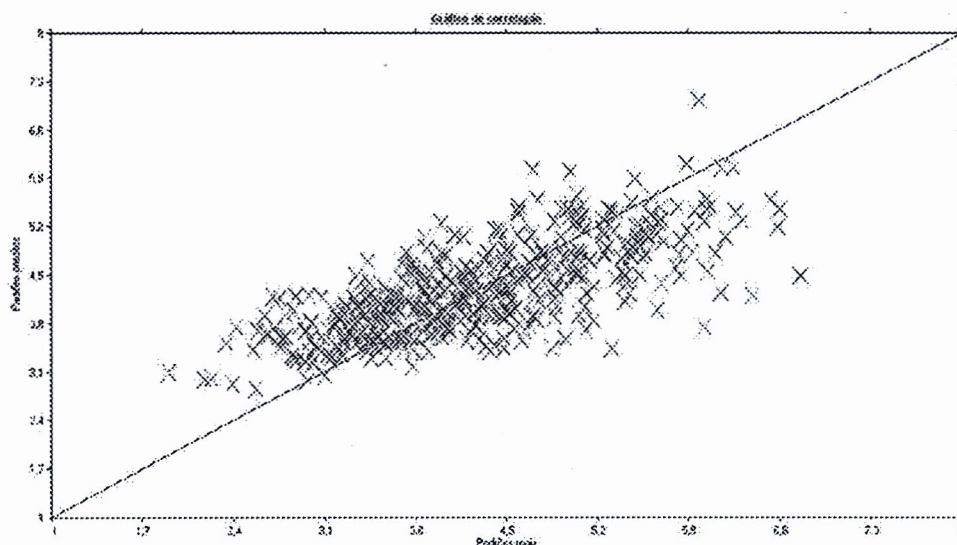


Figura 2 – Gráfico de correlação encontrado na regressão para a retratibilidade radial.

A **Tabela 2** mostra os valores encontrados para os coeficientes de validação (Q^2) e variâncias para as propriedades as quais o modelo proposto se adequou.

Tabela 2 - Valores encontrados para os coeficientes de validação e variâncias para a validação.

	Validação	
	Q^2	Variância
Rradial	0,58	0,83
Rlong	0,43	0,17

Na validação, os coeficientes de validação cruzada (Q^2) se mostraram ligeiramente mais baixos do que os encontrados na regressão e a característica do valor de variância mais baixo para a retratibilidade longitudinal (0,17), do que para a retratibilidade radial (0,83) se manteve. Entretanto, o modelo proposto não foi adequado para a determinação das demais propriedades nas amostras de *Eucalyptus grandis*, sendo necessário desta forma, a utilização de outro modelo (*e.g.* PCR, PLS), bem como o pré-tratamento dos dados (*e.g.* correção de linha base (primeira derivada), alisamento, etc).

4. Conclusões

Os resultados obtidos mostraram que a técnica de infravermelho próximo (NIR) possui um grande potencial para a análise rápida e não destrutiva de propriedades físicas como retratibilidade radial e tangencial de madeiras de *Eucalyptus grandis*. Porém, para a determinação de densidade básica, retratibilidade tangencial e anisotropia de contração, propõe-se uma análise dos dados utilizando um modelo diferente do proposto, ou até mesmo a utilização de software distinto.

5. Referências Bibliográficas

Associação Técnica Brasileira de Celulose e Papel (São Paulo, SP). **Normas de ensaio**. São Paulo, 1968. Não paginado.

Galvão, A.P.M., Jankowsky, I.P., **Secagem Racional da Madeira**. São Paulo: Nobel, 1985.

Kelley, S. S., Rials, T.G., Snell, R., Groom, L.H., Sluiter, A., **Use of near infrared spectroscopy to measure the chemical and mechanical properties of solid wood**. *Wood. Sci. Technol.*, 38:257-276, 2004.

Ponce, H. R. **Madeira Serrada de Eucalipto: desafios e perspectivas**. Seminário Internacional de Utilização da madeira de eucalipto para Serraria, 1995.

Tsuchikawa, S., Yamato, K., Inoue, K., **Discriminant analysis of wood-based materials using near-infrared spectroscopy**. *J. Wood. Sci.*, 49:275–280, 2003