



xi ebramem

XI ENCONTRO BRASILEIRO EM MADEIRA E ESTRUTURAS DE MADEIRA LONDRINA –JULHO 2008

ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO PARA A PREDIÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DA MADEIRA DE *Eucalyptus spp.*

Thiago da Silva (thiagorap@yahoo.com.br), Graciela I. B. de Muñiz (gbmunize@ufpr.br), Mayara Elita Carneiro (mayaraelita@hotmail.com), Universidade Federal do Paraná – Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal, Francides Gomes da Silva Júnior (fgomes@esalq.usp.br), Universidade de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Departamento de Ciências Florestais.

RESUMO: A tecnologia da espectroscopia no infravermelho próximo (NIR) permite a mensuração de diversos tipos de propriedades dos materiais. O princípio baseia-se na radiação eletromagnética na faixa do infravermelho próximo (780-2500 nm). Seu método de avaliação é rápido, eficaz, não-destrutivo e pode ser utilizado em larga escala em aplicações industriais. O presente trabalho tem como objetivo o uso da tecnologia para a predição da massa específica básica, extrativos totais e lignina. As análises convencionais da massa específica básica foram realizadas segundo o método do máximo teor de umidade. Os extrativos totais e lignina foram determinadas de acordo com as normas TAPPI. Para obtenção dos espectros foram analisadas 220 amostras de serragem de *Eucalyptus spp.* Os espectros de infravermelho próximo foram obtidos através do espectrofotômetro FemWin 900 da FEMTO, seguindo a norma ASTM. Os espectros foram submetidos à técnica de análise de regressão por mínimos quadrados parciais (PLS) utilizando o software The Unscrambler® versão 9.1, sendo utilizado o pré-tratamento estatístico de MSC (Multiplicative Scatter Correction), usado para corrigir possíveis erros causados pela difração da luz que é incidida na superfície da amostra. Através dos resultados obtidos pelos modelos estatísticos, houve boas correlações entre os dados de referência e os preditos pelo NIR. Para massa específica básica, correlação de 87% com erro de 0,01 g/cm³; extrativos totais, correlação de 81% com erro de 0,48%; e lignina, correlação de 86% com erro de 0,48%.

Palavras-chave: Espectroscopia no infravermelho próximo, *Eucalyptus spp.*, métodos não-destrutivos.

NEAR INFRARED SPECTROSCOPY FOR THE PREDICTION OF PHYSICAL AND CHEMICAL PROPERTIES OF WOOD OF *Eucalyptus spp.*

ABSTRACT: The technology of the near infrared spectroscopy (NIR) allows measure several material properties. The principle is base in electromagnetic radiation in the band of near infrared (780-2500 nm). Your evaluation system is fast, efficacious, non-destructive and can be use on a large scale in industrial applications. The present paper show the utilization of this technology for the prediction of three properties (basic density, total extractives and lignin) very used in processes of forest base industry. Has been analyzed 220 samples of sawdust of *Eucalyptus spp.* The near infrared specters had been collected through of the spectrophotometer FemWin 900 of the FEMTO, based on ASTM standards. The destructives analysis had been based on method of moisture contend maximum (basic density) and TAPPI standard (total extractives and lignin). The specters had been submitted to the technique of partial least squares (PLS) using the software The Unscrambler 9.1, being used the statistic pretreatment of MSC (Multiplicative Scatter Correction), that is used to correct possible errors caused for the diffraction of light that is reflected for the surface of the sample. Through the results obtained for the statistics models, had good correlations between the data of reference (destructive analysis) and the predicted ones for the NIR. For basic density, correlation of 87% with error of 0,01 g/cm³; total extractives , correlation of 81% with error of 0,48%; and lignin, correlation of 86% with error of 0,48%.

Keywords: Near infrared spectroscopy, *Eucalyptus spp.*, non-destructive methods.

1. INTRODUÇÃO

Recentemente, a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR – near infrared) tem sido reconhecida como uma das poderosas técnicas não-destrutivas para a análise da qualidade da madeira. A técnica NIR tem inúmeras vantagens que a fazem uma ferramenta ideal para este uso. Estas facilidades incluem a mínima preparação da amostra, a velocidade de obtenção de dados, além de ser uma técnica não-invasiva e não-destrutiva. Alguns espectrofotômetros NIR comerciais também são leves, portáteis, e operados a bateria, o que os fazem ideais para operações de campo.

Devido a complexidade dos espectros NIR devido à sobreposição das bandas as informações da amostra transportadas pela radiação requerem análise por técnicas especiais que utilizem toda a informação contida nos espectros, permitindo que mil ou mais comprimentos de onda que são registrados em um único espectro possam ser analisados. Essas técnicas são denominadas de técnicas multivariadas, onde há a relação de um conjunto de respostas, enquanto a calibração univariada relaciona uma única resposta (variável) com a propriedade de interesse, SAMISTRARO (2008).

Os espectros obtidos com o uso desta técnica são correlacionados com valores medidos pelos métodos tradicionais através das mais diversas formas de análises estatísticas, com destaque para as técnicas de regressão multivariada tais como o PLS (Regressão de Quadrados Mínimos Parciais) e o MLR (Regressão Linear Múltipla). Estes simplesmente procuram criar modelos que descrevam os dados observados de forma a quantificar a relação entre dois grupos de variáveis.

O uso do NIR para medir as propriedades da madeira tem atraído um grande interesse da indústria de papel e celulose nos últimos tempos. Alguns trabalhos realizados mostraram que o NIR poderia medir propriedades da madeira que influem diretamente em produtos derivados da celulose, como em WRIGHT *et al.* (1990), MICHELL (1995) e WALLBACKS *et al.* (1995). SCHIMLECK *et al.* (1997) realizaram através da espectroscopia no infravermelho uma análise completa da composição química da madeira. Os coeficientes de correlação destas propriedades foram altos, maiores que 0,95.

A maioria dos trabalhos com NIR tem se focado na composição química da madeira e nas propriedades do papel, porém há alguns estudos que tem sido feitos com outras propriedades da madeira. Um dos estudos mais amplos foi realizado por HOFFMEYER e PEDERSEN (1995) que demonstraram que o NIR pode ser utilizado para prever a massa específica, a compressão e a resistência à flexão da madeira seca. Outra pesquisa também mostrou que o NIR pode ser usado para medir a massa específica da madeira foi feito por TYGESEN (1994).

Em todos estes artigos, foram utilizados espectros na faixa NIR (1000-2500nm) ou na faixa de luz visível e NIR (400-2500 nm). Isto acontece porque a faixa de 1000-2500 nm contém a maioria das informações espectrais do infravermelho próximo. Porém alguns trabalhos conseguiram obter resultados significativos utilizando espectros entre 400-1100 nm, com perdas sensíveis de qualidade do modelo estatístico, como em AXRUP *et al.* (2000).

O presente trabalho demonstra o potencial de uso da tecnologia da espectroscopia no infravermelho próximo para medir algumas propriedades físicas e químicas da madeira. Serão utilizadas na obtenção de espectros serragem de madeira e a faixa espectral será a de 1100 nm à 2500 nm.