

ANÁLISE MULTIVARIADA E ESPECTROSCOPIA NIR PARA CLASSIFICAÇÃO E CALIBRAÇÃO DA UMIDADE EM LÂMINAS DE MADEIRA

Felipe Zatt Schardosin (zatt@ufpr.br) - UFPR; **Mayara Elita Carneiro** (mayaraelita@hotmail.com) - UFPR; **Livia Cássia Viana** (licvianna@hotmail.com) - UFPR; **Washington Luiz Esteves Magalhães** (wmagalha@cnpf.embrapa.br) - EMBRAPA; **Graciela Ines Bolzon de Muniz** (gbmunize@ufpr.br) - UFPR

RESUMO: A medida do teor de umidade na madeira é importante devido à influência que a água exerce sobre suas propriedades mecânicas, físicas, químicas e elétricas. O uso da espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS) tornou-se um método rápido para predição das propriedades da madeira. O objetivo deste trabalho foi ajustar modelos de calibração multivariada para classificar e determinar a umidade em lâminas de madeira de *Pinus* sp. por espectroscopia no infravermelho próximo. As lâminas utilizadas neste estudo foram cedidas pela Indústria de Compensados e Laminados Lavrasul, localizada na cidade de Canoinhas, no Estado de Santa Catarina. Das lâminas foram retirados 40 corpos-de-prova com dimensões de 148 x 25 x 2 mm. As lâminas foram saturadas e levadas à estufa e em intervalos preestabelecidos foram adquiridas a massa e os espectros no infravermelho próximo. Foi utilizada a classificação SIMCA e a regressão PLS para geração dos modelos. O modelo de classificação SIMCA ajustado mostrou-se eficiente para classificar as amostras nas faixas de umidade consideradas. Para calibração da umidade das lâminas o modelo apresentou coeficiente de correlação de 0,96 na validação e RPD igual a 3,6. A técnica do infravermelho próximo mostrou ser uma ferramenta valiosa para o controle de umidade em lâminas de madeira.

Palavras-chave: infravermelho próximo, *Pinus*, espectro, PCA, SIMCA

MULTIVARIATE ANALYSIS ASSOCIATED WITH NIR SPECTROSCOPY FOR CLASSIFICATION AND CALIBRATION OF MOISTURE IN WOOD VENEER

ABSTRACT: The measuring of wood moisture content is important due to the influences of water on the mechanical, physical, chemical, and electrical properties. The use of near infrared spectroscopy (NIRS) becomes a fast method for the prediction of wood properties. The objective of this work was to develop models for the multivariate calibration in order to classify and predict the moisture content in veneer wood of *Pinus* sp. by near infrared spectroscopy. The veneer used in this study came from Indústria de Compensados e Laminados Lavrasul, sited in Canoinhas city, Santa Catarina state. Were removed 40 samples from the veneers with nominal dimensions 148 x 23 x 2 mm. the samples were water saturated and then oven dried at regular intervals when were measured the masses and obtained the NIR spectra. The mathematical tools SIMCA and PLS were employed to develop classification and prediction models, respectively. The classification model was efficient to differentiate between moisture classes. The moisture prediction model presented correlation coefficient of 0.96 and RPD of 3.6. The near infrared spectroscopy technique would be a valuable tool for the wood veneer moisture control.

Keywords: near infrared, *Pinus*, spectro, PCA, SIMCA

1 INTRODUÇÃO

A higroscopicidade da madeira é uma das características que a difere de outros materiais construtivos e decorativos, permitindo que ela absorva ou perca água até atingir a umidade de equilíbrio com o ambiente. Skaar (1972) enfatiza que os principais fatores que interferem na umidade de equilíbrio da madeira são a umidade relativa e a temperatura do local onde a mesma se encontra aplicada.

A importância da umidade da madeira é devido à influência que a água exerce sobre suas propriedades mecânicas, físicas, químicas e elétricas. Uma maior ou menor resistência de uma peça, assim como a secagem de uma tábua com menor número de defeitos ou a velocidade da cura da cola de um painel de madeira, são exemplos de características afetadas por este atributo físico.

Métodos para determinação do teor de água na madeira envolvem técnicas que variam quanto à rapidez e precisão. Destaca-se pela simplicidade e precisão o método gravimétrico, que envolve a aquisição da massa úmida das amostras e posterior secagem das mesmas em estufa, a $105^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$, até peso constante para obtenção da massa seca. Contudo trata-se de uma técnica considerada destrutiva e não expedita impedindo que novos estudos possam ser desenvolvidos nas amostras.

A utilização de medidores elétricos para determinação da umidade da madeira pode ser realizada por meio dos medidores tipo resistência que são os mais comuns. Estes medem a resistência ao fluxo de corrente elétrica direta na madeira entre dois eletrodos, proporcionando resposta imediata, porém com menor precisão. A resistividade elétrica da madeira varia com o teor de umidade especialmente abaixo do ponto de saturação das fibras (PSF), ou seja, a partir do PSF valores de umidades mais elevados são registrados com menor precisão (FOREST PRODUCTS LABORATORY, 1999).

A espectroscopia na faixa do infravermelho próximo (NIRS) é uma alternativa interessante para predição da umidade da madeira, uma vez que se trata de uma metodologia rápida, precisa e não-destrutiva, além de permitir a avaliação simultânea de outras propriedades. O método é baseado na energia vibracional das moléculas, sendo assim uma molécula pode absorver radiação quando as vibrações entre as suas ligações moleculares ocorrem na frequência da onda de radiação. Qualquer molécula que apresente, principalmente, ligações do tipo C-H, O-H, N-H, S-H e C=O podem ser avaliada pela técnica (PASQUINI, 2003).

O primeiro trabalho nesta área foi desenvolvido e publicado por Karl Norris e sua equipe de pesquisadores, em 1965, que aplicaram a técnica no infravermelho próximo como novo método de determinação da umidade em produtos agrícolas (PASQUINI, 2003). Outros trabalhos mostraram a determinação, por espectroscopia NIR, do teor de água em solventes como o diclorometano e metil-isobutil cetona, no álcool combustível e fertilizantes (GARRIGUES et al., 1993; GUCHARDI e PASQUINI, 2001; FARAJI, 2004).

Frente a esta abordagem, o objetivo deste trabalho foi ajustar modelos de calibração multivariada baseados em PCA e PLS para classificar e calibrar, respectivamente, a umidade em lâminas de madeira de Pinus por espectroscopia no infravermelho próximo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

As lâminas de madeira de Pinus sp. foram cedidas pela Indústria de Compensados e Laminados Lavrasul, localizada na cidade de Canoinhas, no Estado de Santa Catarina. As árvores possuíam idade média de 30 anos e as lâminas torneadas foram coletadas de diferentes toras e posições do lenho com o objetivo abranger a maior heterogeneidade da matéria-prima presente no processo industrial.