

# Classificação de amostras de madeira conforme o teor de umidade utilizando Espectroscopia no Infravermelho Próximo e PLS-DA

Laura B. L. R. Nascimbem<sup>1</sup> (PG)\*, Bibiana R. Rubini<sup>2</sup> (PQ), Alessandra F. Caldeira<sup>2</sup> (PQ) e Ronei J. Poppi<sup>1</sup> (PQ) [lnascimbem@iqm.unicamp.br](mailto:lnascimbem@iqm.unicamp.br)

<sup>1</sup> Instituto de Química, UNICAMP, Cx. Postal 6154, CEP: 13083-970, Campinas-SP

<sup>2</sup> Fibria – Centro de Pesquisa e Tecnologia - Cx. Postal 33.1011, CEP 29197-000, Aracruz - ES

Palavras Chave: densidade básica, NIR, PLS-DA

## Introdução

O conhecimento do teor de umidade tem uma importância fundamental para o processo produtivo de papel e celulose. A partir desta informação é possível relacionar as quantidades de reagentes que serão necessárias durante o processo. Desta forma, a Espectroscopia com Transformada de Fourier na região do Infravermelho Próximo (NIR) aliada à Quimiometria tem sido uma alternativa aos métodos tradicionais, principalmente devido às vantagens, como rapidez, baixo custo e análise não destrutiva.

Portanto, o objetivo do trabalho foi a classificação das amostras de madeira com diferentes umidades através da obtenção de espectros de NIR diretamente sobre cavacos de madeira e calibração multivariada utilizando o algoritmo PLS-DA (Partial Least Squares for Discrimination Analysis).

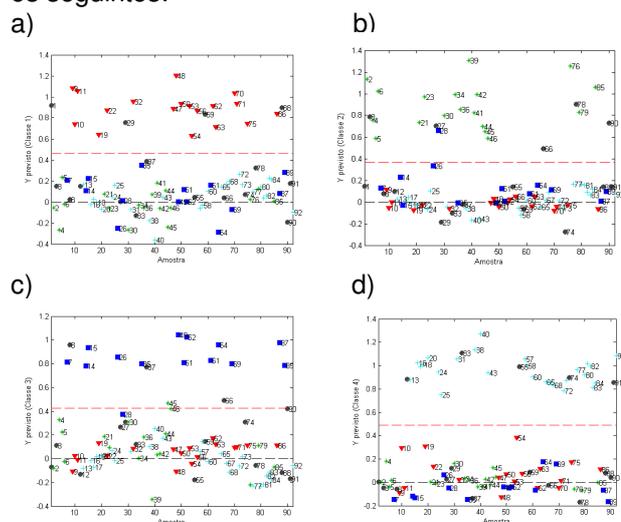
## Resultados e Discussão

Foram obtidos espectros de reflectância difusa de 92 amostras de diversas idades e localidades de cavacos de madeira na região de 4000 a 10000  $\text{cm}^{-1}$  (resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ ) em espectrofotômetro Antaris II – Thermo Electron. O espectro para cada amostra foi obtido com a média de 10 cavacos com 64 varreduras. As análises de densidade básica dos cavacos foram realizadas na Fibria – unidade Barra do Riacho – ES, conforme norma técnica Tappi T258 om-06.

As amostras foram separadas em 4 classes de acordo com o teor de umidade presente em: classe 1: aspersão (receberam respingos de água aleatórios antes da obtenção dos espectros), classe 2: vaporização (as amostras eram colocadas em um mini-digestor e submetidas a vapor de água a 105 °C por 20 minutos e em seguida o espectro era coletado), classe 3: imersão (as amostras eram imersas em 400 mL de água por 15 horas e então coletava-se o espectro), classe 4: secas ao ar (amostras secavam naturalmente ao ar). As amostras foram divididas em 18 de calibração e 4 de validação (classes 1 e 2), 14 de calibração e 3 de validação (classe 3) e 26 de calibração e 5 de validação (classe 4).

Utilizou-se o método dos mínimos quadrados parciais para análise discriminante (PLS-DA) com 6

variáveis latentes e com pré-processamento MSC (Correção do Espalhamento Multiplicativo) e centragem na média. Os resultados obtidos foram os seguintes:



**Figura 1.** Classificação das amostras em cada uma das classes com teores de umidade diferentes. a) Classe 1: aspersão b) Classe 2: Vaporização c) Classe 3: Imersão d) Classe 4: Secas ao ar. A linha tracejada vermelha indica o limite para a separação das classes.

Os gráficos apresentados na Figura 1 indicam as amostras pertencentes a cada uma das classes classificadas pelo PLS-DA e também as amostras desconhecidas. O erro de classificação do modelo foi bem baixo, com erro de validação cruzada de 0% para as classes 1 e 4, 1,7% para a classe 2 e 6,0% para a classe 3.

## Conclusões

Foi possível classificar as amostras de madeira em classes conforme o teor de umidade, com um baixo erro de classificação através do PLS-DA. Desta forma o método pode ser utilizado como ferramenta auxiliar no processo de fabricação de papel e celulose para classificar amostras conforme o teor de umidade.

## Agradecimentos

### À Fibria

<sup>1</sup> Barker, M.; Rayens, W., *J. Chemometrics*. **2003**, *17*, 166.

<sup>2</sup> Thygesen, L. G.; Lundqvist, S.-O. *J. Near Infrared Spectrosc.* **2000**, *8*, 191.