

CALIBRAÇÃO DA DENSIDADE BÁSICA DA MADEIRA DE CINCO ESPÉCIES FLORESTAIS UTILIZANDO ESPECTROSCOPIA NO INFRAVERMELHO PRÓXIMO

Beatriz Moraes da Silva¹ (beatrizmoraesuft@outlook.com); **Jhennyfer Nayara Nogueira Gomes¹** (jhennyfernogueira@gmail.com); **Lívia Cássia Viana¹** (livia.viana@mail.uft.edu.br); **Raquel Marchesan¹** (raquelmarchesan@mail.uft.edu.br); **Silvana Nisgoski²** (silnis@yahoo.com)

¹Universidade Federal do Tocantins/UFT– Campus de Gurupi, Tocantins, Brasil; ²Universidade Federal do Paraná/UFPR, Curitiba, Paraná

Resumo

A espectroscopia no infravermelho próximo é um método não destrutivo, rápido, não invasivo que possibilita a predição de propriedades físicas, químicas, anatômicas e mecânicas da madeira e que vem conquistando espaço no campo das ciências florestais. Dentre as propriedades físicas da madeira, vale destacar a densidade básica como sendo fundamental na indicação das potencialidades de uma espécie. Em relação a espécies nativas, poucos são os trabalhos relatando o uso da espectroscopia no infravermelho próximo na caracterização dessas madeiras. O presente estudo teve por objetivo calibrar modelos preditivos para a densidade básica de cinco espécies florestais por meio da espectroscopia no infravermelho próximo. Neste trabalho foram estudadas cinco diferentes espécies de madeiras: *Hymenolobium petraeum* Ducke (angelim-pedra), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Nectandra rubra* (Mez) C.K.Allen (louro-vermelho), *Manilkara* spp. (maçaranduba) e *Pinus elliotti*, provenientes de resíduos de marcenarias localizadas em Gurupi, Tocantins. Foram produzidos 10 corpos de prova para cada espécie, totalizando 50 corpos de prova. As amostras utilizadas para a determinação da densidade básica e aquisição dos espectros apresentavam dimensões nominais de 2,0 x 2,0 x 5,0 cm. A densidade básica foi determinada por método convencional em laboratório e correlacionada com as informações espectrais por meio da regressão nos mínimos quadrados parciais utilizando um número máximo de 12 fatores PLS. Foram coletados espectros das faces transversal e longitudinal da madeira. A espectroscopia no infravermelho próximo, em conjunto com as ferramentas multivariadas, apresentou-se como técnica com potencial para calibrar a densidade básica da madeira de espécies florestais. As calibrações para a densidade básica apresentaram coeficientes de correlação na validação cruzada variando de 0,88 a 0,94 e relação de desempenho do desvio de 2,86 a 4,11. Os modelos calibrados por meio da espectroscopia no infravermelho próximo foram considerados satisfatórios para a predição da densidade básica da madeira nas duas faces estudadas, transversal e longitudinal.

Palavras-chave: NIR. Propriedades Físicas. Madeira. Regressão PLS.

Abstract

Near infrared spectroscopy is a non-destructive, fast, noninvasive method that enables the prediction of physical, chemical, anatomical and mechanical properties of wood and has been gaining ground in the field of forest sciences. Among the physical properties of wood, it is worth highlighting the basic density as being fundamental in indicating the potentialities of a species. Regarding native species, there are few studies reporting the use of near infrared spectroscopy in the characterization of these woods. Therefore, the present study aimed to calibrate predictive

models for the basic density of five forest species through near infrared spectroscopy. In this study five different species of woods were studied: *Hymenolobium petraeum* Ducke (angelim-pedra), *Hymenaea courbaril* L. (jatobá), *Nectandra rubra* (Mez) C.K.Allen (louro-vermelho), *Manilkara* spp. (maçaranduba) and *Pinus elliotti*, from woodworking waste located in Gurupi, Tocantins. Ten samples were produced for each species, totaling 50 samples. The samples used for the determination of basic density and spectra acquisition had approximate dimensions of 2.0 x 2.0 x 5.0 cm. Basic density was determined by conventional laboratory method and correlated with spectral information by partial least squares regression using a maximum of 12 factors. Spectra of the transverse and longitudinal faces of the wood were collected. Near infrared spectroscopy, in conjunction with multivariate tools, has been shown to be a high potential technique for calibrating the basic wood density of forest species. Calibrations for basic density showed correlation coefficient in cross-validation ranging from 0.88 to 0.94 and deviation performance ratio from 2.86 to 4.11. The models calibrated by near infrared spectroscopy were considered satisfactory for the prediction of the basic wood density in both studied faces, transverse and longitudinal.

Key words: NIR. Physical properties. Wood. PLS regression.

1 Introdução

A densidade básica é fundamental na indicação das potencialidades de uma espécie, visto que apresenta intensa correlação com outras propriedades de interesse tecnológico, podendo afetar, por exemplo, o rendimento em polpa celulósica (QUEIROZ et al., 2004; HEIN, 2008; PEREIRA et al., 2015), qualidade do carvão vegetal (BARCELLOS, 2007) e resistência mecânica (FUJIMOTO et al., 2007).

Tradicionalmente a densidade básica da madeira é determinada em laboratórios por métodos destrutivos. Porém, as técnicas não destrutivas vêm conquistando espaço em diversas indústrias no setor florestal apresentando como principais vantagens a rapidez na coleta de dados, baixo custo e a possibilidade de avaliação de um amplo número de amostras, o que resulta em ganhos expressivos nos programas de melhoramento florestal, pois permitem que as avaliações sejam realizadas em campo (GOUVÊA et al., 2011).

Dentre os métodos não destrutivos a espectroscopia no infravermelho próximo (*Near Infrared Spectroscopy* - NIRS), baseia-se na absorção e emissão de energia eletromagnética das moléculas do espectro eletromagnético na região entre 13.300 a 4.000 cm^{-1} , possui como vantagens ser rápida, permitir o emprego de amostras com pouca preparação prévia e não ser invasiva, além disso, pode ser aplicada em qualquer material que contenha em suas moléculas ligações C-H, O-H, N-H, S-H ou C=O, principalmente (PASQUINI, 2003; VIANA et al., 2010).

A metodologia consiste na correlação dos dados espectrais com os resultados obtidos em análises laboratoriais gerando um modelo estatístico que correlaciona e explica grande parte das informações presentes nos espectros (WILLIAMS & NORRIS, 2001).

Em relação a espécies nativas, poucos são os trabalhos relatando o uso da ferramenta NIR na caracterização dessas madeiras. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de modelos de calibração para predição da densidade básica da madeira de cinco espécies florestais por meio da técnica de espectroscopia no