



Universidade de Brasília

V CONFLAT
CONGRESO FORESTAL
LATINOAMERICANO

El futuro del mundo depende de los bosques

Del 18 al 21 de octubre 2011
Auditorio Principal de la
Universidad Nacional Agraria La Molina
Lima - PERÚ



UNIFIMES
Centro Universitário de Mineiros

PREDIÇÃO DE PROPRIEDADES FÍSICO-MECÂNICAS DAS MADEIRAS DE EUCALIPTO E PINUS POR MEIO DO INFRAVERMELHO PRÓXIMO

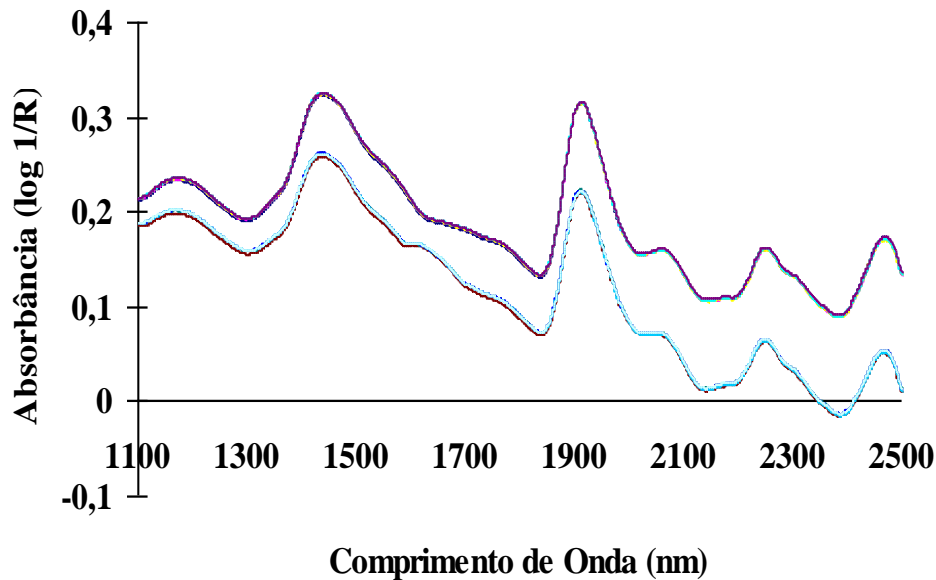
Ribeiro, P. G.; Gonzalez, J. C.; Pastore, T. C. M.;
Braga, J. W. B.

Sumário

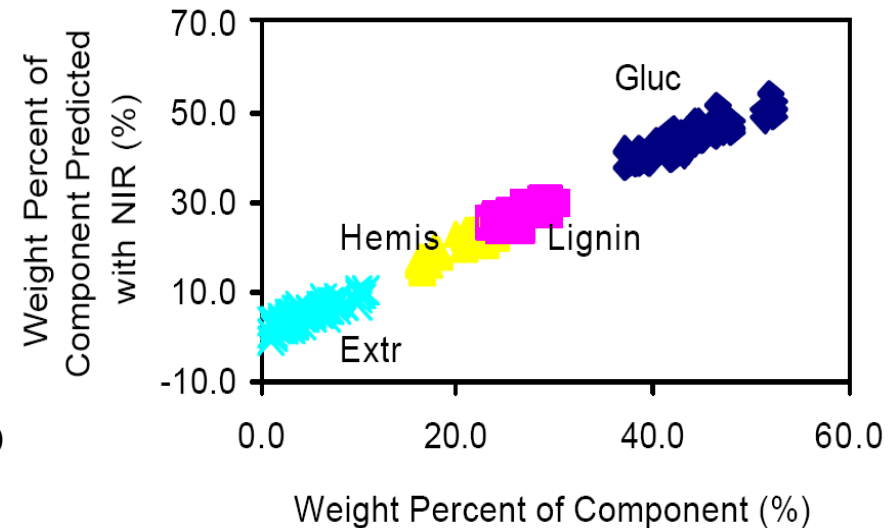
- Introdução
- Objetivos
- Material e Métodos
- Resultados e Discussão
- Conclusões
- Referências Bibliográficas

Introdução

- Ensaios não destrutivos – Ross 1998
- Infravermelho próximo (NIR)



Infravermelho próximo 800 a 2500



Kelley et al., 2004.

Objetivos

- O objetivo do trabalho foi a caracterização tecnológica das madeiras de *Eucalyptus grandis* e *Pinus caribaea* Var. *hondurensis* por meio de espectroscopia no infravermelho próximo (*Near infrared spectroscopy – NIRS*).

Material e Métodos

- Espécies
 - *Eucalyptus grandis*
 - *Pinus caribaea* var. *hondurensis*
- Análise convencional:
Laboratório de Engenharia e Física do LPF/SFB.
- Densidade (Copant 30:1 – 005/461 -72)
- Retratabilidade tangencial, radial e volumétrica (Copant 30:1 – 005/462 -71)
- Ensaios de Flexão estática (Copant 30:1 - 006/72)

- **Análise não destrutiva**
- **Infravermelho Próximo (NIR)**
 - ❑ Setor de Química, Adesivos e Borracha Natural do Laboratório de Produtos Florestais (LPF/SFB).
 - ❑ 3 amostras, 2 x 2 x 1 cm, com exposição da face (transversal, radial e tangencial), para cada espécie, retirados dos corpos de prova utilizados no ensaio convencional de densidade e retratibilidade. Acabamento com lixa de papel nº 80.
 - ❑ Espectrofotômetro no infravermelho próximo com transformada de Fourier (FT-NIR), marca Bruker, modelo Tensor 37, com dispositivo de refletância difusa EasyDiff da marca Pike.

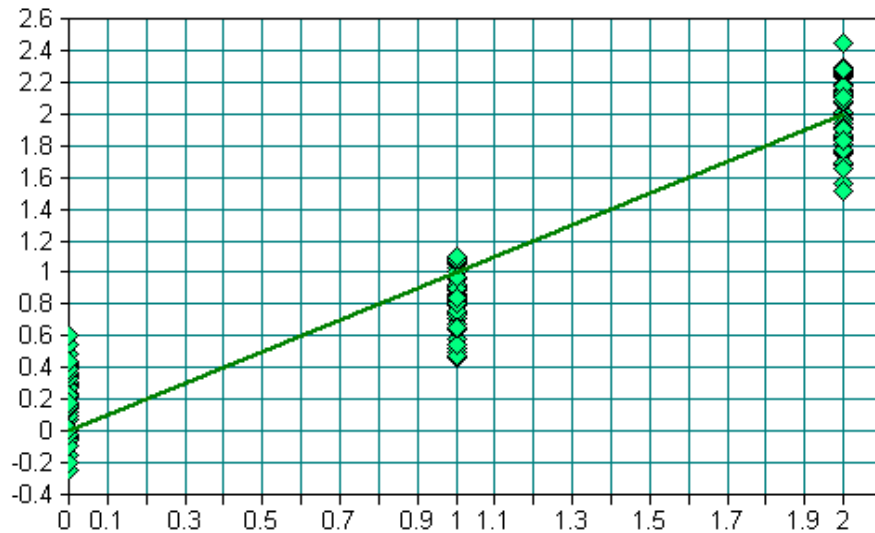
- **Análise não destrutiva**

- **Infravermelho Próximo (NIR)**
 - ❑ Análise multivariada pelo método dos Mínimos Quadrados Parciais (PLS) e submetidos a validação cruzada para a obtenção da curva de calibração e correlação das propriedades físicas e mecânicas.
 - ❑ Eucalipto: 2/3 das amostras foram usadas para construir a calibração, e 1/3 para a validação.
 - ❑ Pinus: validação cruzada completa. Não houve validação em amostras externas
 - ❑ Região do espectro acima de 9000 cm^{-1} foi retirada: para a eliminação de ruídos.

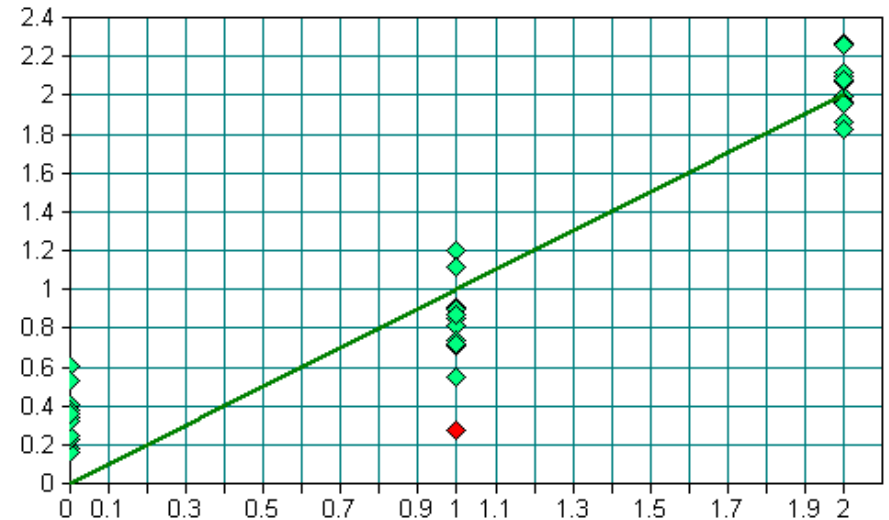
- Delineamento e testes estatísticos
- Análise estatística descritiva
- ANOVA e teste F com significâncias a 1 e 5 % de probabilidade. Correlação: Pearson a 1 e 5 %.
- Teste de Tukey.
- Regressões para ajustes de equações estimando valores de propriedades físicas e mecânicas das madeiras em estudo.
- Software SPSS versão 15.0
- Os espectros obtidos nos ensaios de NIR, foram submetidos à análise utilizando o pacote estatístico Quant 2 do software OPUS fornecido pela Bruker Optics.

Resultados e Discussão

- NIR



Calibração para separação em grupos das madeiras de pinus e eucalipto, faces radial, tangencial e transversal

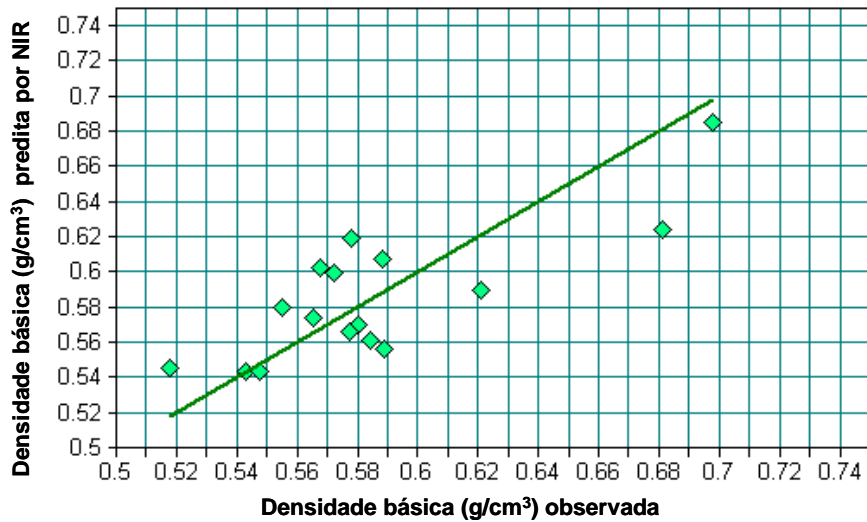


Validação cruzada para separação em grupos das madeiras de pinus e eucalipto, faces radial, tangencial e transversal.

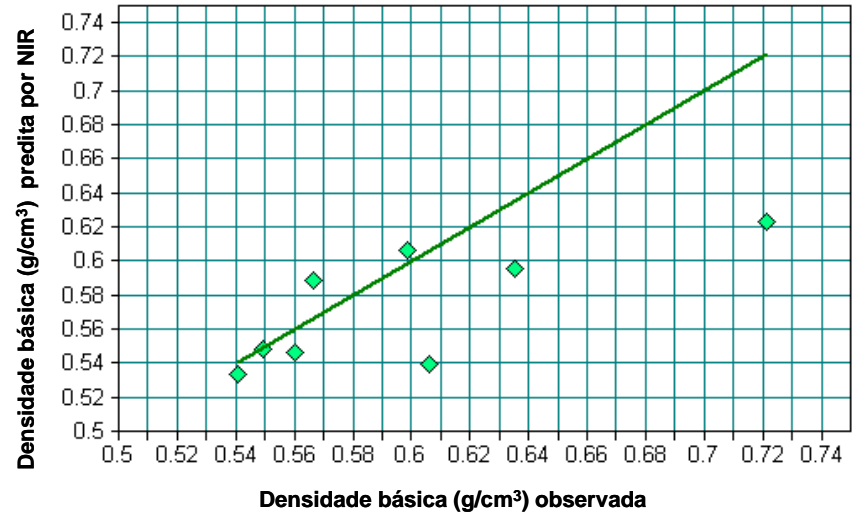
- Face tangencial é a que melhor prediz os valores das propriedades físico-mecânicas das madeiras em estudo.
- Densidade
 - *Eucalyptus*: calibração com dois fatores, R2 de 0,64 e 0,50 para a VC.
 - *Pinus*: calibração com cinco fatores, R2 de 0,95 e 0,75 para a VC.
- Retratibilidade Volumétrica
 - *Eucalyptus*: calibração com dois fatores, R2 de 0,83 e 0,37 para a VC.
 - *Pinus*: calibração com dois fatores, R2 de 0,69 e 0,49 para a VC.

- A predição do coeficiente de anisotropia das madeiras de *Eucalyptus* e *Pinus* não foram satisfatórias. Consegiu-se montar um modelo de calibração, mas não se foi possível validá-lo.
- MOE
 - *Eucalyptus*: calibração com seis fatores, R2 de 0,99 e 0,23 para a VC.
 - *Pinus*: calibração com seis fatores, R2 de 0,99 e 0,88 para a VC.
- MOR
 - *Eucalyptus*: calibração com três fatores, R2 de 0,52 e 0,37 para a VC.
 - *Pinus*: calibração com sete fatores, R2 de 0,99.

- NIR

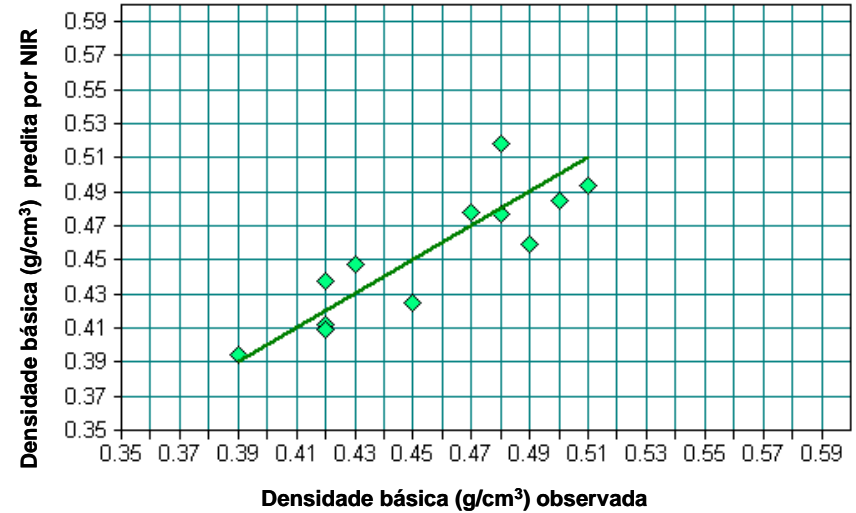
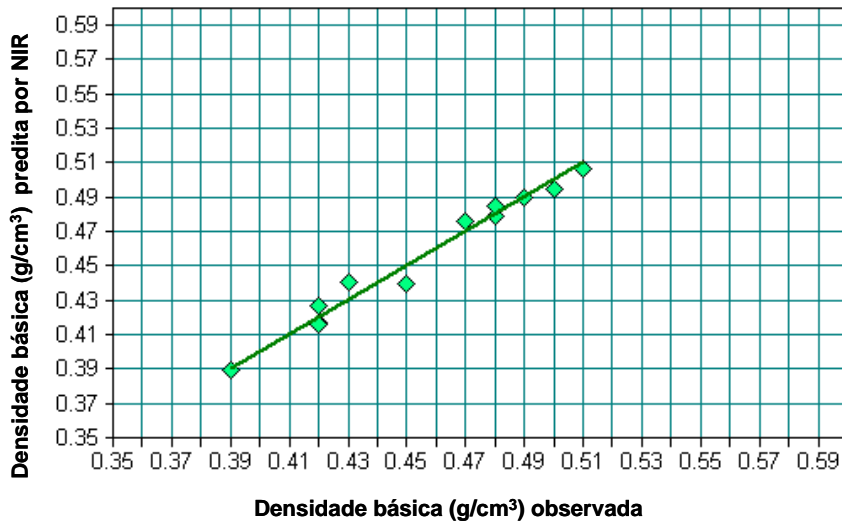


Calibração para a densidade básica de eucalipto, face tangencial.



Validação cruzada para a densidade básica de eucalipto, face tangencial.

- NIR



. Calibração para a densidade básica de pinus, face tangencial.

Validação cruzada para a densidade básica de pinus, face tangencial

Conclusão

- A técnica de infravermelho próximo para as madeiras de eucalipto e pinus pode ser considerada alternativa para a caracterização das madeiras destas espécies.
- Na análise por NIR as melhores correlações encontradas foram para a densidade, o MOE, a retratibilidade, o MOR e a anisotropia.
- A calibração e validação não foram satisfatórias, podendo ser melhoradas com a utilização de um número maior de amostras e que possuam um intervalo de valores mais contrastante.

Referências Bibliográficas

- COMISIÓN PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. **Maderas: método de determinación del peso específico aparente**. 461. COPANT, 5p. 1972.
- CORADIN, V.T.R.; MUNIZ, G.I.B. de. Normas de procedimentos em estudos de anatomia de madeira: I Angiospermae. Brasília, LPF, 13p. (**Série Técnica nº 15**). 1991.
- KELLEY, S.S.; RIALS, T.G.; GROOM L.H.; SO, C.L. Use of infrared spectroscopy to predict the mechanical properties of six softwoods. **Holzforschung**. 58:252-260. 2004.
- NISGOSKI, S. Espectroscopia no infravermelho próximo no estudo de características da madeira e papel de *Pinus taeda* L. **Tese de doutorado**. Curitiba: Universidade Federal do Paraná: 2005.
- ROSS, R. J.; BRASHAW, B. K.; PELLERIN, R. F. Nondestructive evaluation of wood. **Forest Products Journal**, Madison, v. 48, n. 1, p. 14-19, jan. 1998.