

Construção de modelos preditivos da densidade básica da madeira de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden pela espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS)

Autores

Caroline Américo da Silva, Mariana Pires Franco, Roger Chambi Legoas, Lucas Sene Oste, Samara Franzol, Mario Tomazello Filho, Gilles Chaix

INTRODUÇÃO



- **Importância do gênero *Eucalyptus*, espécies e outras espécies para plantios;**
- **Densidade básica da madeira (g/cm^3):** característica físico-química, resultante das interações do genótipo x fenótipo, sendo correlacionada com a anatomia do lenho.
 - **Métodos demorados;**
 - **Destrutivos;**
 - **Pouco replicáveis.**

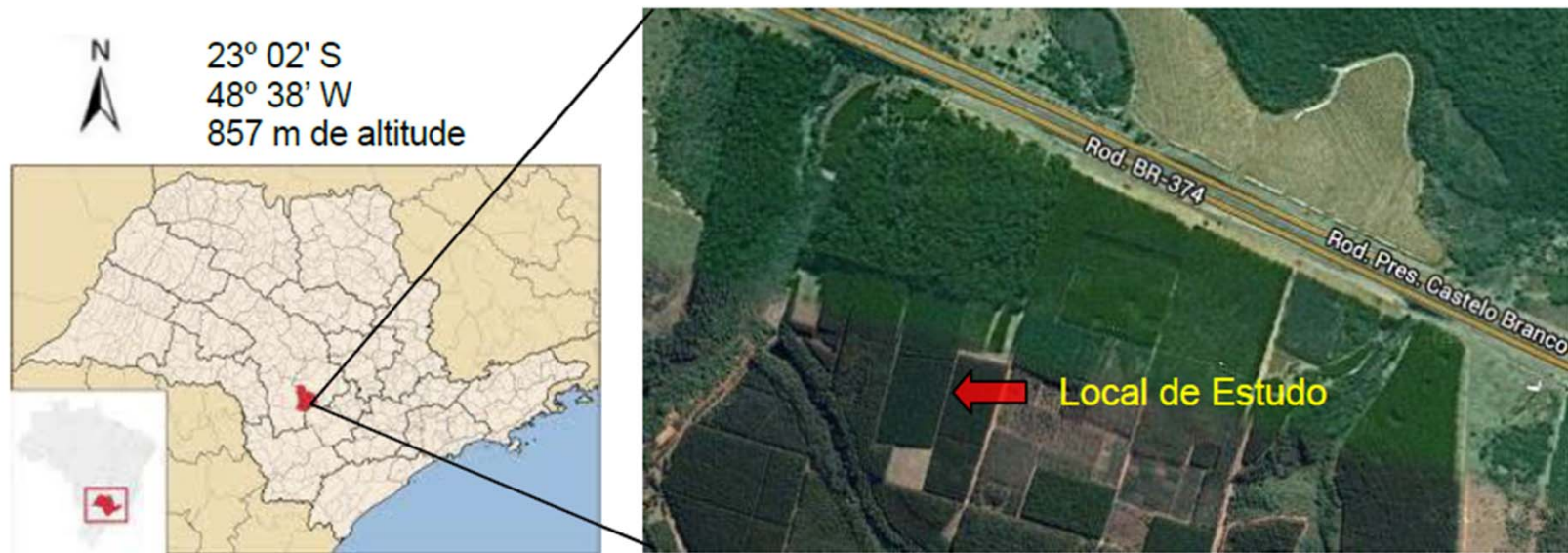
OBJETIVOS

- Obter modelos de predição da densidade básica (g/cm^3) de *Eucalyptus grandis* com técnica da espectroscopia no infravermelho próximo (NIRS), utilizando análises multivariadas de PLS.



METODOLOGIA

- Local de estudo na Estação Experimental de Ciências Florestais de Itatinga, da ESALQ/USP



METODOLOGIA

- **Delimitação Experimental**

	108 metros					
BLOCO 1	C/+A	K/+A	Na/+A	K/-A	Na/-A	C/-A
BLOCO 2	K/-A	Na/-A	C/-A	K/+A	C/+A	Na/+A
BLOCO 3	K/-A	C/-A	Na/-A	K/+A	C/+A	Na/+A

96 metros

C/+A: controle + 100% de chuva;
Na/+A: sódio + 100% de chuva;
K/+A: potássio + 100% de chuva;
C/-A: controle + 66% de chuva;
Na/-A: sódio + 66% de chuva;
K/-A: potássio + 66% de chuva.

METODOLOGIA

- **Delimitação Experimental**

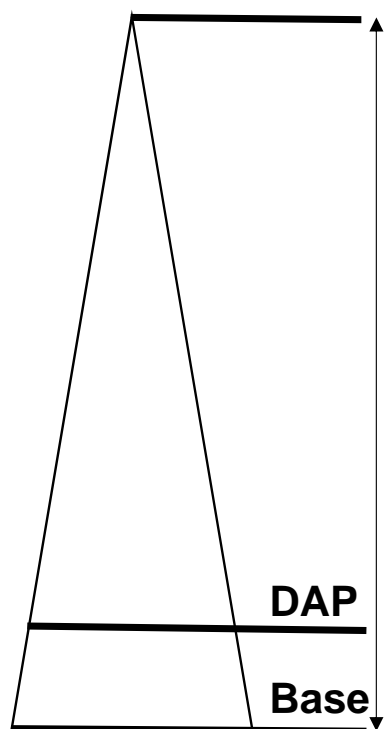
	108 metros					
BLOCO 1	C/+A	K/+A	Na/+A	K/-A	Na/-A	C/-A
BLOCO 2	K/-A	Na/-A	C/-A	K/+A	C/+A	Na/+A
BLOCO 3	K/-A	C/-A	Na/-A	K/+A	C/+A	Na/+A

96 metros



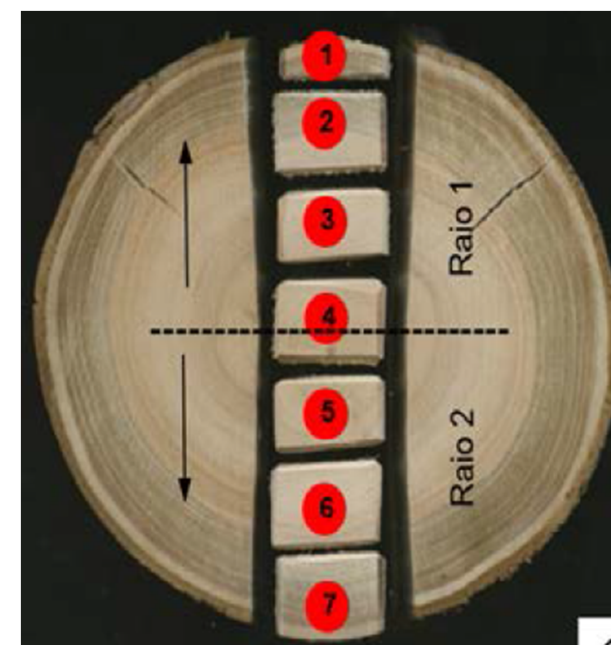
METODOLOGIA

- Amostragem



- ✓ 54 árvores de 5 anos
- ✓ 48 árvores de 6 anos

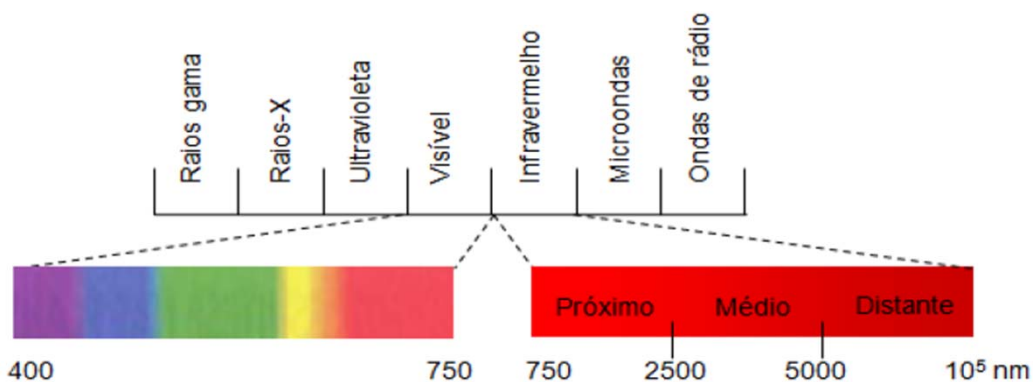
Discos da base e do DAP



1.222 corpos de prova

METODOLOGIA

- **Análises do NIRS**



✓ **Esfera de Integração: 12.800 – 3.600 cm⁻¹ (780 – 2.778 nm)**

✓ **Sonda de fibra óptica: 12.500 – 4.000 cm⁻¹ (800 – 2.500 nm)**

METODOLOGIA

- **Determinação da densidade básica**
 - ✓ **Máximo teor de umidade**

$$DB = \frac{ms}{mSat - (0,346Xms)}$$

Onde:

DB: densidade básica (g/cm³);

ms: massa seca (g);

mSat: massa saturada em água (g).



RESULTADOS

- **Informações da densidade básica (g/cm³)**

Conjunto amostral da esfera de integração

n = 360 (calibração) + **119** (validação)

Mínimo = 0,341 g/cm³

Máximo = 0,573 g/cm³

Média = 0,428 g/cm³

DV = 0,039 g/cm³

CV = 9,2 %

Conjunto amostral da fibra óptica

n = 496 (calibração) + **247** (validação)

Mínimo = 0,210 g/cm³

Máximo = 0,588 g/cm³

Média = 0,429 g/cm³

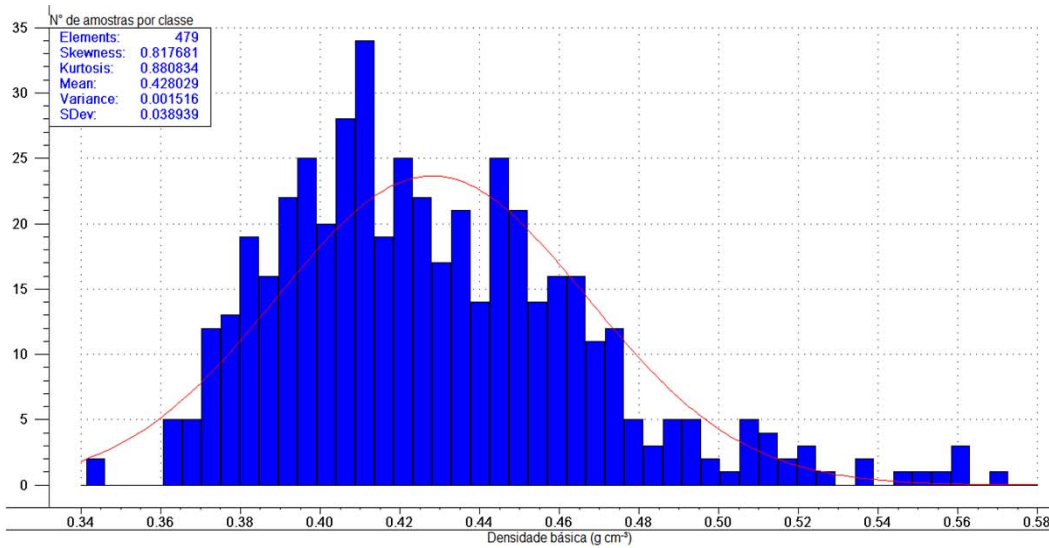
DV = 0,041 g/cm³

CV = 9,4 %

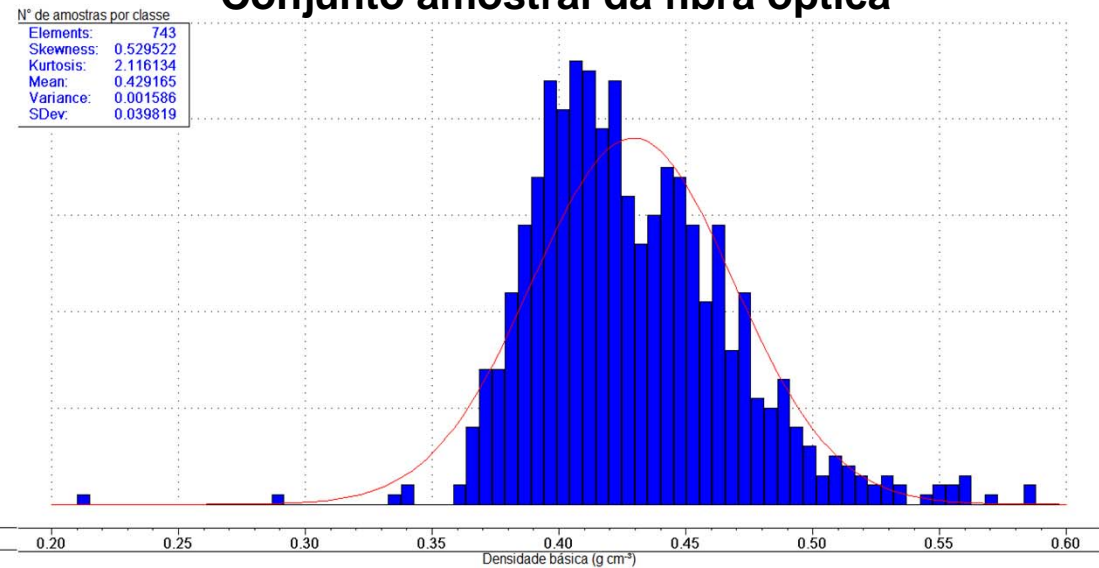
RESULTADOS

- Histograma da distribuição por classe de densidade básica (g/cm^3)

Conjunto amostral da esfera de integração



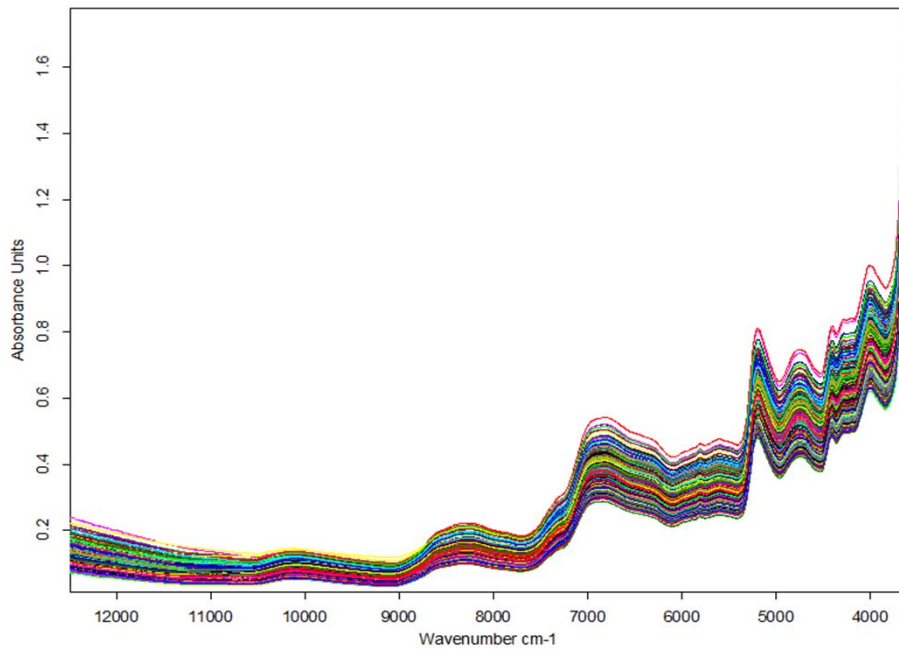
Conjunto amostral da fibra óptica



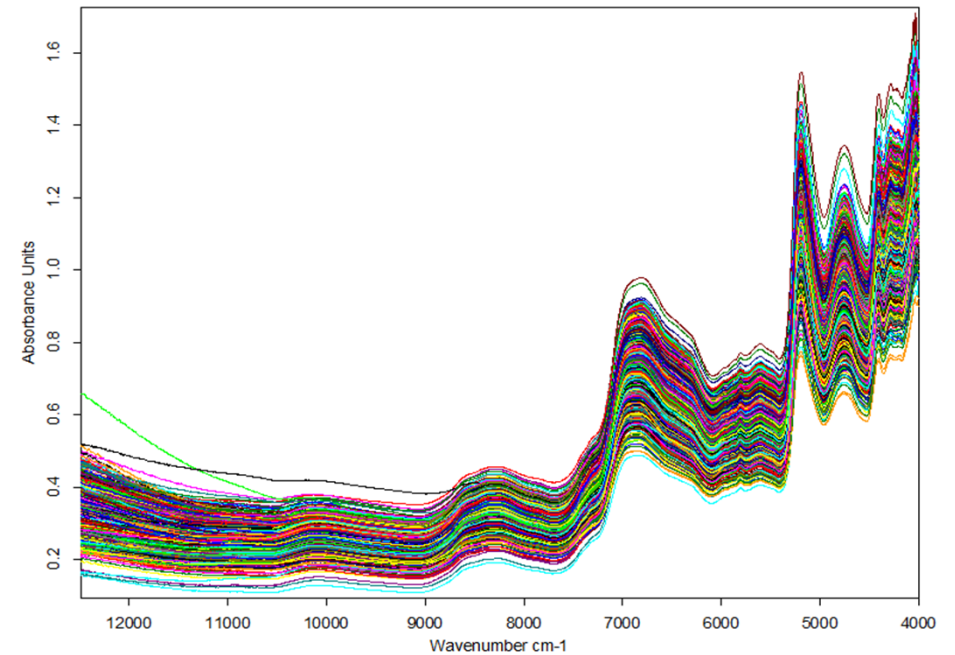
RESULTADOS

- Espectros das amostras do DAP e da base de *E. grandis* obtidos com o NIRS

Conjunto amostral da esfera de integração



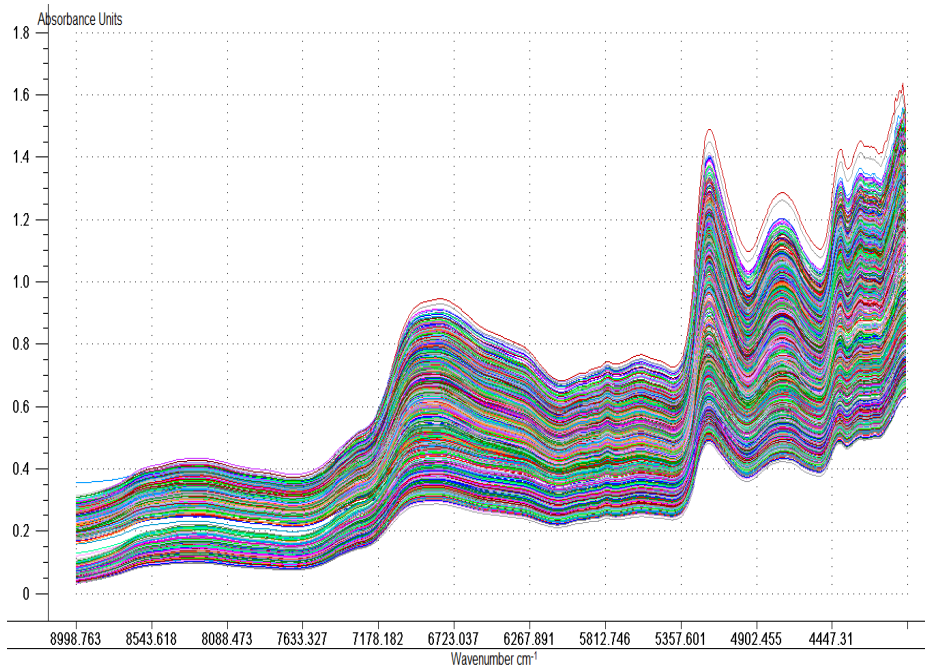
Conjunto amostral da fibra óptica



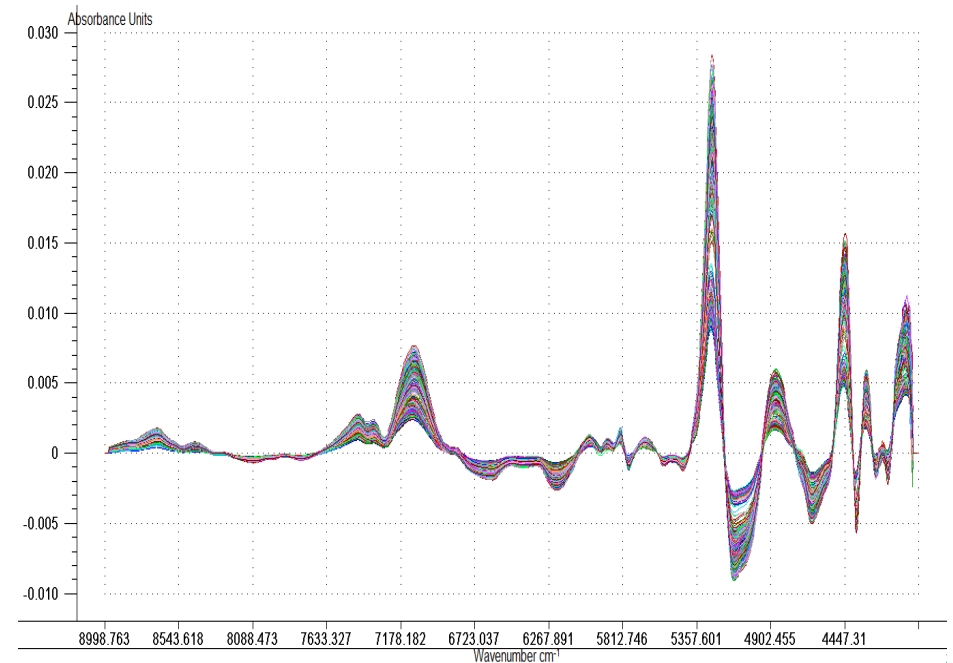
RESULTADOS

- Espectros das amostras do DAP e da base de *E. grandis* obtidos com a esfera de integração e com a sonda de fibra óptica

Sem pré-tratamento

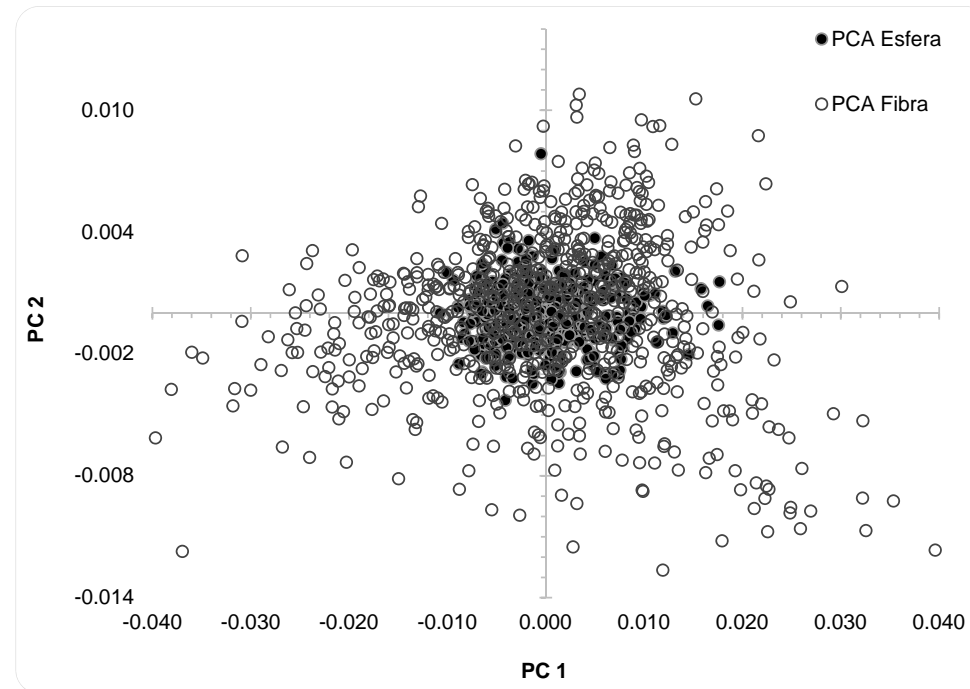


Pré-tratamento *Derivative 1*



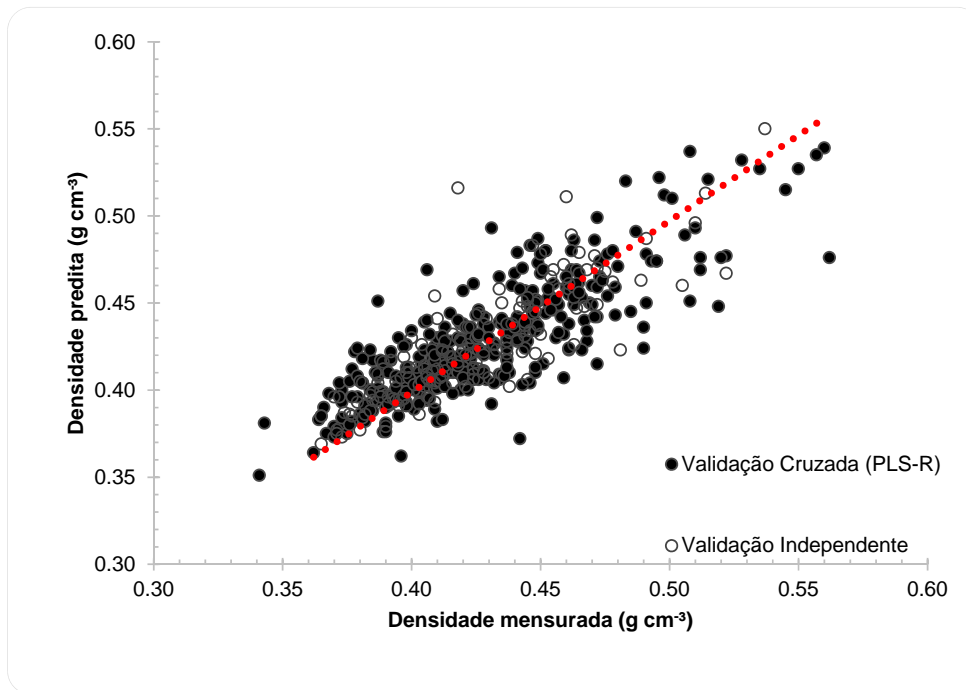
RESULTADOS

- **Dispersão bidimensional dos scores da PC 1 e PC 2 das análises de componentes principais (PCA) dos espectros NIR obtidos com a esfera de integração e com as sondas de fibra óptica**



RESULTADOS

- Modelo esfera de integração: Pré-tratamento *Derivative 1* + Sem Outliers (4)



Calibração N = 356

$R^2_{cv} = 0,69$

RMSECV = 0,021 g/cm³

LV = 9

Validação N = 119

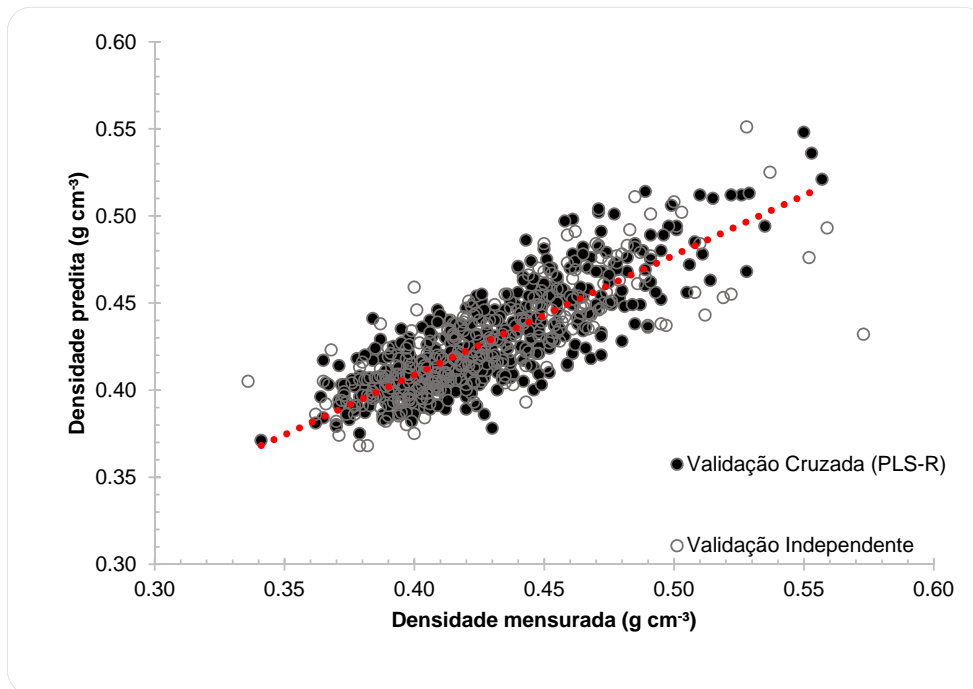
$R^2_p = 0,67$

RMSEP = 0,022 g/cm³

RPD = 1,76

RESULTADOS

- Modelo sondas de fibra óptica: Sem pré-tratamento + Sem Outliers (5)



Calibração N = 491

$R^2_{cv} = 0,65$

RMSECV = 0,022 g/cm³

LV = 5

Validação N = 247

$R^2_p = 0,62$

RMSEP = 0,024 g/cm³

RPD = 1,62

REFERÊNCIAS



CASTRO, Vinícius Resende de. **Aplicação de métodos não destrutivos na avaliação das propriedades físicas do lenho de árvores de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* Barr. et Golf. e *Tectona grandis* (L.f.)**. 2011. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011. doi:10.11606/D.11.2011.tde-13092011-112235. Acesso em: 2019-10-01.

CASTRO, Vinícius Resende de. **Efeitos do potássio, sódio e da disponibilidade hídrica no crescimento e qualidade do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden**. 2014. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. doi:10.11606/T.11.2014.tde-28072014-150118. Acesso em: 2019-10-01.

FRANCO, Mariana Pires. **Efeito da substituição do potássio pelo sódio em árvores de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden, visando a expansão das plantações florestais sob condições de estresse hídrico**. 2014. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014. doi:10.11606/D.11.2014.tde-28072014-145056. Acesso em: 2019-10-01.

LEGOAS, Roger Chambi. **Efeito do potássio e do sódio no crescimento e nas propriedades do lenho de árvores de *Eucalyptus grandis* sob duas condições de regime hídrico**. 2015. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015. doi:10.11606/D.11.2016.tde-08032016-134053. Acesso em: 2019-10-01.

FRANCO, Mariana Pires. **Plasticidade de árvores de *Eucalyptus grandis* no contexto das mudanças climáticas: interação do déficit hídrico e da fertilização no crescimento e qualidade do lenho das árvores**. 2018. Tese (Doutorado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2018. doi:10.11606/T.11.2018.tde-01082018-111322. Acesso em: 2019-10-01.

Gherardi Hein P. R., Tarcisio Lima J., Chaix G. 2009. **Robustness of models based on near infrared spectra to predict the basic density in *Eucalyptus urophylla* wood**. *Journal of near infrared spectroscopy* 17: 141-150

Agradecimentos

A Deus!

