



## **Relação entre pH e densidade básica da madeira de clones de eucalipto destinados à produção de chapas de fibras**

Luana Bento Protázio<sup>1</sup>  
Stéffany de Lima Araujo<sup>1</sup>  
Gabriela Goldner Gimenez<sup>1</sup>  
João Gabriel Missia da Silva<sup>1</sup>  
Marcos Guilherme Borges Pereira<sup>2</sup>  
Graziela Baptista Vidaurre<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo, Brasil  
(steffanylima02@yahoo.com.br), <sup>2</sup>Empresa Florestal Colaboradora, Brasil

**RESUMO:** *O objetivo foi avaliar a relação entre densidade básica e pH da madeira de clones comerciais de eucalipto destinados a produção de chapas de fibras. O estudo foi realizado com madeiras de quatro clones - E. urophylla x E. grandis (C1), E. urophylla x E. grandis (C2), E. grandis (C3) e E. urophylla (C4), com idade de 6 anos, provenientes de plantações comerciais na região de Agudos - SP. Foram amostradas cinco árvores de diâmetro médio por clone, sendo retirados discos em seis posições da altura comercial para determinação da densidade básica e pH da madeira. O clone C2 apresentou a maior densidade e pH da madeira, diferindo estatisticamente dos demais estudados. Maiores valores de densidade básica estão associados a maiores médias de pH, sendo necessário maiores estudos acerca dessa relação.*

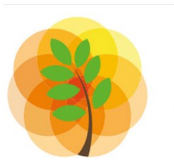
*Palavras-chave: potencial hidrogeniônico da madeira, propriedades físicas e químicas, qualidade da madeira*

### **Introdução**

A determinação da densidade básica da madeira pelo método tradicional não é algo rápido, devido ao processo de saturação das fibras, logo, se faz necessária a avaliação da qualidade da madeira por técnicas mais simples e rápidas (Gouvêa et al., 2011) para atender a demanda corrente dos consumidores.

A madeira de eucalipto, comumente utilizada para abastecimento das indústrias madeireiras, apresenta pH variando de 3,5 a 5,0 (Santiago et al., 2018), enquanto o pH de madeiras tropicais varia de 3,4 a 5,6 (Franzen et al., 2018). Espécies madeireiras com pH muito ácido destinadas à produção de chapas, são capazes de antecipar a cura de determinadas resinas, como a ureia-formaldeído, comprometendo o processo de colagem (Irle & Barbu, 2010).

Estimar a DB da madeira por meio de equações que permitem um erro pequeno e boa representatividade da realidade irá diminuir o tempo de resposta entre a floresta e indústria. A determinação do potencial hidrogeniônico (pH) da madeira é fundamental para empresas florestais produtoras de chapas, pois além de ser de rápida determinação (Santiago et al., 2018), exerce influência direta na qualidade dos produtos gerados (Kelly, 1977). Portanto, o objetivo foi avaliar a



relação entre densidade básica e pH da madeira de quatro clones comerciais de eucalipto, destinados à produção de chapas de fibras.

## **Material e métodos**

### *Caracterização da área de estudo e amostragem do material biológico*

O estudo foi realizado com madeiras de 4 clones de *Eucalyptus*, com idade de 6 anos, provenientes de plantações comerciais com espaçamento de 3,0 x 1,9 m, na região de Agudos - SP. Conforme a classificação de Koppen, o clima da região é do tipo Cfa, com características subtropicais de verão quente e inverno seco, com regime pluviométrico médio anual de 1100 a 1400 mm e altitude de 550 m.

Foram amostradas cinco árvores com diâmetro médio do povoamento para cada clone, sendo eles: *E. urophylla* x *E. grandis* (C1), *E. urophylla* x *E. grandis* (C2), *E. grandis* (C3) e *E. urophylla* (C4). Retirou-se seis discos de madeira de 3,5 cm de espessura por árvore, amostrados em seis posições da altura comercial (0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100%).

### *Determinação da densidade básica e do pH da madeira*

Uma cunha foi retirada dos discos de madeira de cada posição no sentido base-topo das árvores, para determinação da DB, conforme a NBR 11941/2003 (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). Foi realizada a média aritmética da DB de todas as posições de amostragem para caracterizar os clones.

Para determinação do pH foram moídas amostras de madeira das seis posições ao longo do fuste e, formou-se a serragem composta com granulometria entre 40 e 60 mesh. Em seguida, seguiu-se com a adaptação da metodologia descrita por Santiago et al. (2018).

### *Análises estatísticas*

O experimento foi montado conforme o delineamento inteiramente casualizado (DIC). Utilizou-se o teste de Tukey, com 5% de probabilidade de erro, para comparação múltipla das médias de DB e pH entre os clones. A relação entre a DB e pH foi estudada por meio da análise de regressão. Os dados foram processados no software *SigmaPlot*® 14.0.



## Resultados e discussão

### *Densidade e pH da madeira*

O C2 diferiu estatisticamente dos demais clones tanto para DB, quanto para pH, se destacando por apresentar uma madeira mais densa e menos ácida (Tabela 1). Os clones restantes (C1, C3 e C4) não apresentaram diferenças significativas entre si, o que implicou em valores semelhantes para DB e pH da madeira entre esses materiais.

**Tabela 1.** Densidade básica e pH da madeira de clones de eucalipto com 6 anos de idade.

Clones	Espécies	Densidade básica (kg m <sup>-3</sup> )	pH
C1	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	474 b (±36)	4,40 b (±0,04)
C2	<i>E. urophylla</i> x <i>E. grandis</i>	502 a (±44)	4,63 a (±0,09)
C3	<i>E. grandis</i>	466 b (±25)	4,41 b (±0,10)
C4	<i>E. urophylla</i>	455 b (±27)	4,48 b (±0,06)

Nota: Médias entre parênteses correspondem ao desvio padrão. Médias seguidas de mesma letra minúscula na vertical não possuem diferença significativa pelo teste de Tukey ( $p \geq 0,05$ ).

Os dois clones de *E. urophylla* x *E. grandis* (C1 e C2) apresentaram os maiores valores de DB e desvio padrão amostral, mas com diferença de cerca de 5% entre eles. A DB encontrada para C1 é comum do cruzamento entre *E. urophylla* e *E. grandis*, pois se tem um rápido crescimento em campo, causado pelo *E. grandis* e uma elevação na DB da madeira gerada pelo *E. urophylla* (Carvalho & Nahuz, 2001). Neste trabalho foi observada madeira de *E. urophylla* (C4) com DB menor em valores absolutos que a de *E. grandis* (C3), logo é possível inferir que cada clone possui características intrínsecas definidas conforme as condições de crescimento, idade, entre outros fatores.

A DB da madeira recomendada para produção de chapas de MDF ainda é pouco conhecida, porém para painéis de partículas não deve ultrapassar 550 kg m<sup>-3</sup>, para uma melhor taxa de compactação (Maloney, 1993). Considerando a DB obtida nesse estudo, todos os clones são propícios a fabricação de chapas de fibras.

O intervalo de variação do pH nas madeiras estudadas foi de 4,40 (C1) a 4,63 (C2), diferença menor que 5% entre o maior e o menor resultado, o que implica que para um mesmo híbrido (*E. urophylla* x *E. grandis*) se tem resultados distintos conforme o material genético de origem. O pH da madeira geralmente varia de 3 a 6 (Souza et al., 2017), logo todos os clones possuem valores no intervalo pressuposto.

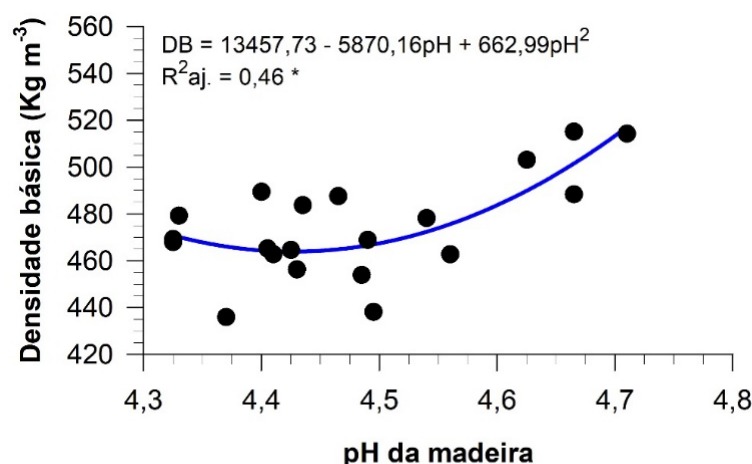


Considerando a produção de chapas, o pH da madeira pode variar entre 3,0 a 5,5 (Kelly, 1977), logo os clones em estudo são recomendados para esse setor da indústria de base florestal. Madeiras com pH baixo causam a pré cura da resina, o que ocasiona danos na adesão entre partículas e perda de resistência mecânica dos painéis. Por outro lado, madeiras com pH alto necessitam de maior quantidade de catalisador para a cura da resina (Iwakiri et al., 2012).

A fim de suprir a demanda das indústrias madeireiras brasileiras, o eucalipto tem seu ciclo de corte cada vez menor. Ao avançar a idade se tem o aumento da acidez da madeira, devido a sua relação com a produção de extrativos, o que influencia na qualidade das chapas produzidas. O suprimento de fibras provindas de madeira jovem, é desejável para produção de chapas duras de fibras, devido o maior pH (Nelson, 1973).

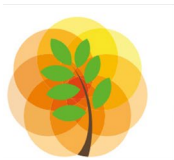
#### *Relação entre densidade e pH da madeira*

Foi observada uma tendência de maiores valores de DB da madeira estarem associados a maiores médias de pH (Figura 1). O pH da madeira está fortemente relacionado com a quantidade de extrativos presentes, quanto maior o teor deste, maior a acidez e densidade da madeira (Santos, 2008). Porém nem sempre essa relação é confirmada, como para Santos (2008) e neste presente estudo, no qual, madeiras menos ácidas apresentaram tendência a maior DB. Ainda são necessários estudos mais aprofundados dessa relação.



\* Significativo pelo teste de t para coeficientes da equação e de F da análise de regressão.

**Figura 1.** Relação da densidade básica e o pH da madeira de clones de eucalipto.



O modelo ajustado, demonstra que o pH da madeira pode explicar cerca de 46% das variações ocorridas na DB da madeira de clones de eucalipto, com  $R^2_{aj}$  significativo, bem como os coeficientes da equação. A relação encontrada do maior pH estar associado a maior DB, também foi observada no trabalho de Santiago et al. (2018), ao avaliarem o comportamento de juntas coladas de madeira de eucalipto com diferentes classes de densidade.

## Conclusão

O clone C2 de *E. urophylla* x *E. grandis*, apresentou maior DB e pH da madeira entre os genótipos avaliados. A variação de pH entre os clones foi baixa, não ultrapassando 5% de diferença entre o maior e menor valor encontrado. Maiores valores de densidade básica estão associados a maiores médias de pH, se fazendo necessário estudos mais aprofundados dessa relação.

## Referências bibliográficas

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941: Madeira – Determinação da densidade básica. Rio de Janeiro, 2003.

CARVALHO, A.M.; NAHUZ, M.A.R. Valorização da madeira do híbrido *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla* através da produção conjunta de madeira serrada em pequenas dimensões, celulose e lenha. *Scientia Forestalis*, n.59, p.61-76, 2001.

FRANZEN, D.C. et al. Estudo das propriedades físicas e químicas de madeiras provenientes de espécies nativas da Amazônia legal. *Enciclopédia Biosfera*, v.15, n.27, p.498-509, 2018.

GOUVÊA, A.F.G. et al. Determinação da densidade básica das madeiras de *Eucalyptus* por diferentes métodos não destrutivos. *Árvore*, v.35, n.2, p.349-358, 2011.

IRLE, M.; BARBU, M.C. Wood-based panel technology. In: Thoemen, H.; Irle, M.; Sernek, M. (Org.). *Wood-based panels: An introduction for specialists*. London: Coast, 2010. p.1-94.

IWAKIRI, S.; VIANEZ, B.F.; WEBER, C.; TRIANOSKI, R.; ALMEIDA, V.C. Avaliação das propriedades de painéis aglomerados produzidos com resíduos de serrarias de nove espécies de madeiras tropicais da Amazônia. *Acta Amazônica*, v.42, n.1, p.59-64, 2012.

KELLY, M.W. Critical literature review of relationships between processing parameters and physical properties of particleboard. Forest Products Laboratory, Madison, USA, 1977.

MALONEY, T.M. *Modern particleboard and dry-process fiberboard manufacturing*. M. Freeman, San Francisco, USA, 1993.

NELSON, N.D. Effects of wood and pulp properties on medium-density, dry-formed hardboard. *Forest Products Journal*, v.23, n.9, p.72-80, 1973.

SANTIAGO, S.B. et al. Colagem de madeira de eucalipto com adesivos naturais. *Matéria*, v.23, n.3, e-12151, 2018.

SANTOS, I.D. Influência dos teores de lignina, holocelulose e extrativos na densidade básica e na contração da madeira e no rendimento e densidade do carvão vegetal de cinco espécies lenhosas do cerrado. 2008. 57f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) –Universidade de Brasília, Brasília, 2008.



**Congresso**  
**Plantações Florestais**  
23 a 25 de maio de 2023  
Piracicaba - SP



SOUZA, E.R.N. et al. Influência do tratamento térmico no pH e capacidade tampão das madeiras de *Eucalyptus* spp. e *Pinus* spp. In: ANAIS CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DA MADEIRA, 2017, Anais eletrônicos... Campinas, Galoá, 2017.

