



V CONGRESSO NORDESTINO DE ENGENHARIA FLORESTAL

VI Semana Acadêmica de Engenharia Florestal

“Manejo Florestal Sustentável: Potencial do Nordeste para Florestas de Produção”

Bom Jesus-PI, 12 a 14 de julho de 2016

VARIAÇÃO LONGITUDINAL DO PODER CALORÍFICO DE CLONES DE *Eucalyptus* sp.

Victor Augusto Lopes Maranhão¹, Wislânia Pereira da Silva², Anderson Carlos Marafon³, Marcos Antônio da Silva Resende⁴, Vânia Aparecida de Sá⁵

¹Graduação em Engenharia Florestal, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, Brasil.

²Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas, Maceió, Alagoas, Brasil.

³Pesquisador, Embrapa Tabuleiros Costeiros, Rio Largo, Alagoas, Brasil.

⁴Engenheiro Florestal, ERB Alagoas Energia S.A., Maceió, Alagoas, Brasil.

⁵Professora Dra. de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, Alagoas, Brasil.

E-mail: victoralm94@gmail.com

RESUMO: Devido ao seu rápido crescimento e a facilidade de adaptação nos variados tipos de relevo, o gênero *Eucalyptus* tem sido plantado no estado de Alagoas de maneira experimental a fim de se obter uma nova fonte de matéria-prima para a produção de energia. O objetivo deste trabalho foi determinar o padrão de variação longitudinal do poder calorífico em clones de *Eucalyptus* sp. coletados na região de Cajueiro-AL. Foram coletados 5 clones e retirados discos nas posições correspondentes a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste. O poder calorífico foi determinado conforme as especificações da norma NBR 8633 da ABNT (ABNT, 1984). O poder calorífico superior médio encontrado variou de 4583,2 a 4697,4 kcal.kg⁻¹. Para explicar o comportamento longitudinal do PCS dos *Eucalyptus* sp. foi obtido uma equação polinomial de terceira potência no ajuste do modelo de regressão.

Palavras-chave: energia, experimento, alagoas.

INTRODUÇÃO

Problemas relacionados com a escassez das matrizes energéticas e o alto custo de novas fontes energéticas como solar e eólica nos fazem repensar nos métodos que devemos utilizar no futuro próximo. Por conta disso, no ano de 2013 a produção de energia primária do Brasil se concentrou em 53,6% em fontes não renováveis e 46,4% em fontes renováveis. A biomassa foi a principal fonte de energia renovável do país, com destaques para os produtos de origem florestal (lenha e carvão vegetal) e a cana, cujas produções foram de 9,5% e 19,1%, respectivamente (MME/EPE, 2014).

Em Alagoas, o principal produto da biomassa é a cana-de-açúcar, no entanto com a baixa na produção sucroalcooleira, a produção de energia a partir do Eucalipto se tornou bastante propícia pelo fato do rápido crescimento e recobrir áreas de encosta subutilizadas pelo plantio da cana-de-açúcar.

Para avaliar o desempenho da madeira para fins energéticos é preciso conhecer suas propriedades tecnológicas e, principalmente, seu valor calórico.—De acordo com Sturion & Tomaselli (1990), o poder calorífico superior diz respeito a máxima produção de

energia obtida na queima de um determinado material, considerando que este no momento da queima está teoricamente isento de água. Entretanto, as diferentes propriedades da madeira como volume, altura, DAP, densidade e quantificação do teor de carbono podem influenciar diretamente a quantidade energética de cada variação clonal. O comportamento de cada indivíduo pode variar dentro da mesma espécie, pois há uma heterogeneidade natural. Vários estudos têm procurado identificar quais os fatores afetam as propriedades da madeira, de acordo com Kellison (1981) os fatores podem ser derivados da própria madeira e/ou do ambiente que a árvore se desenvolve. Neste sentido, trabalhos que verifiquem o padrão de variação do poder calorífico superior no sentido longitudinal são mais escassos.

O objetivo deste trabalho foi determinar o padrão de variação do poder calorífico superior de clones de *Eucalyptus* sp. na direção longitudinal do tronco.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram amostrados e avaliados 05 clones de madeira de *Eucalyptus* sp., com idade em torno 6,5 anos,

procedentes de plantios experimentais localizado no município de Cajueiro-AL. Para selecionar cada material genético foram lançadas parcelas de 2,5 m² onde CAP (Circunferência na altura do peito) de todas as árvores desta área foram mensuradas à 1,30 m do solo. Após a obtenção das medidas, foi selecionado e abatido o indivíduo que apresentou o valor médio do local amostrado (árvore média). Foram retirados discos nas posições correspondentes a 0%, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do fuste.

Os discos foram colocados em estufa e posteriormente convertidos a maravalhas e serragem com o auxílio da plaina elétrica, em seguida, esse material foi triturado em moinho tipo Willey e classificados em conjunto de peneiras de 40 e 60 mesh, sendo utilizado para as análises o montante que ficou retido na peneira de 60 mesh. Posteriormente, as amostras passaram pelo processo de compactação em prensa hidráulica. O poder calorífico superior foi determinado em bomba calorimétrica, conforme as especificações da norma 8633 da ABNT (ABNT, 1984).

As médias de PCS foram obtidas a partir da média aritmética de cada clone.

Para avaliar o efeito de variação de PCS no sentido longitudinal foi aplicado o ajuste de modelo. O modelo foi ajustado e avaliado de acordo com a significância da regressão testada pelo teste “F” a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 1 apresenta os valores médios de PCS de cada clone. O poder calorífico superior encontrado teve uma variação entre 4583,2 a 4697,4 kcal.kg⁻¹ semelhante aos valores encontrados por Brito (1983) que obteve resultados entre 3494 a 4991 kcal.kg⁻¹ e Howard (1973) que achou valores na faixa de 4952 a 4792 kcal.kg⁻¹. Valores próximos também foram encontrados por Vale et al. (2000) e Lima et al (2011), que verificaram valores de 4641,0 kcal.kg⁻¹ e 4681,0 kcal.kg⁻¹, respectivamente, ao avaliarem madeira de *Eucalyptus grandis*.

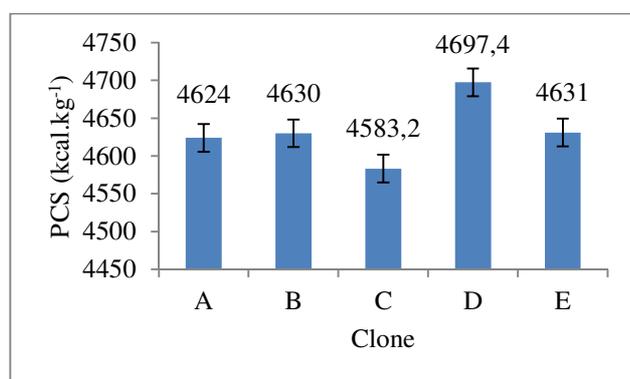


Figura 1. Valores médios de poder calorífico superior (PCS) para madeiras de *Eucalyptus* sp.

A Figura 2 apresenta o ajuste do modelo para a variação longitudinal do poder calorífico superior da madeira de *Eucalyptus* sp.

Os valores de PCS da madeira mostraram variações no sentido longitudinal do tronco, indicadas

pelas diferentes porcentagens da altura do tronco dos clones de *Eucalyptus* sp, no qual o modelo de regressão ajustado foi significativo ($P > 0,05$) pelo teste F. Foi utilizado para descrição do comportamento longitudinal do PCS, o modelo polinomial cúbico.

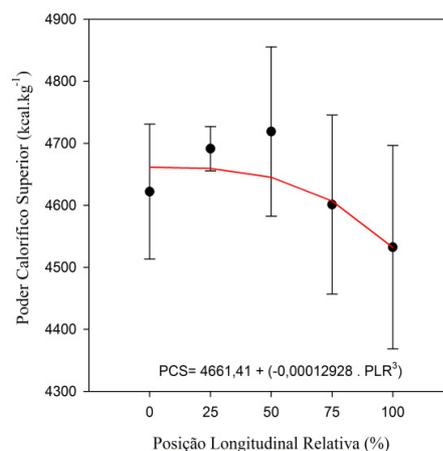


Figura 2. Variação longitudinal do PCS para clones de *Eucalyptus* sp.

A variação longitudinal do PCS da madeira no tronco dos clones de *Eucalyptus* sp. manteve-se linear constante da base até aproximadamente 50% da altura comercial, decrescendo no sentido do topo do tronco. Quinhones (2011), observou variação crescente do PCS até a altura de 10 m para clones de híbridos de *E. calamdulensis* com *E. urophylla*.

No topo da árvore há a presença de lenho juvenil, de forma geral, caracteriza-se por menor densidade, maior ângulo das microfibrilas na camada S₂ da parede celular, traqueídes mais curtos, contração transversal menor, maior contração longitudinal, maior proporção de lenho de reação, menor porcentagem de lenho tardio, paredes celulares mais finas, maior conteúdo de celulose e menor resistência em relação à madeira mais adulta (BENDTSEN, 1978; ZOBEL, 1984; SENFT, BENDSEN & GALLIGAN, 1985 *apud*. LARA PALMA, 2010), o que afeta diretamente à queima para produção de energia. Logo, Tomazello Filho (1985) e Paula (2005), afirmam com base em estudos anatômicos e da densidade, que a madeira de melhor qualidade deve ser obtida a partir de árvores com idade mais avançada.

CONCLUSÕES

Os PCS encontrados estão de acordo com a literatura e são propícios à queima podendo ser usados para fins energéticos.

Do resultado obtido da análise estatística dos modelos de regressão, o polinomial de terceira potência foi o que mais se adequou ao comportamento longitudinal.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8633:1984** Carvão vegetal - Determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1986. 13p.
2. BENDTSEN, B.A. Properties of wood from improved and intensively managed trees. **Forest Products Journal** 1978; 28(10):61-71.
3. BRITO, J. O; BARRICHELO, L. E. G; SEIXAS, F. Análise de Produção Energética e de Carvão Vegetal de Espécies de Eucalipto. **IPEF**, no23, p. 53-56, 1983.
4. HOWARD, A.M. - Heat of combustion of various southern pine materials. **Wood Science**, v.5, p.194-197, 1973.
5. KELLISON, R. C. Characteristics affecting quality of timber from plantations, their determination and scope for modification. In: 17º IUFRO World Congress. Kyoto. **Proceedings...**, pag. 77 - 87, 1981.
6. LIMA E. A. et al. Caracterização dendroenergética de árvores de *Eucalyptus benthamii*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 31, n. 65, p. 09-17, jan.-mar. 2011.
7. MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA: EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanco Energético Nacional 2014 – Ano base 2013**. EPE, Rio de Janeiro, 2014, 288 p.;
8. PALMA, H. A. L.; LEONELLO, E. C.; BALLARIN, A. W. Demarcação da madeira juvenil e adulta de *Corymbia citriodora*. **Cerne**, Lavras, v. 16, p. 114-148, julho, 2010.
9. PAULA, J. E. Caracterização anatômica da madeira de espécies nativas do cerrado, visando sua utilização na produção de energia. **Cerne**, Lavras, v. 11, n. 1, p. 90-100, janeiro/março, 2005.
10. QUINHONES, R. **Relações entre as características da madeira e carvão de *Eucalyptus sp.* produzido a diferentes temperaturas finais de carbonização**. 2011. 79 f. Tese (doutorado em Ciência e Tecnologia da Madeira) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2011.
11. SENFT, J.F., BENDTSEN, B.A., & GALLIGAN, W.L. (1985). Weak wood: Fast-grown trees make problem lumber. **Journal of Forestry** 83(8): 476-484.
12. STURION, J. A. & TOMASELI, I. Influência do tempo de estocagem da lenha de bracinga na produção de energia. **Boletim de Pesquisa Florestal**, n. 21, p. 37-47, dez. 1990.
13. TOMAZELLO FILHO, M. Variação radial da densidade básica e da estrutura anatômica da madeira do *Eucalyptus saligna* e *E. Grandis*. **IPEF**, n.29, p.37-45, abril, 1985.
14. VALE, A.T. **Caracterização da biomassa lenhosa de um cerrado sensu stricto da região de Brasília para uso energético**. Tese de doutorado. Botucatu: Universidade do Estado de São Paulo, 2000. 111p.
15. ZOBEL, B.J., The changing quality of the world wood supply. **Wood Science and Technology**, New York, v. 18, n. 1, p. 1-17, Março 1984.

AGRADECIMENTOS (Opcional)

À Federação das Indústrias do Estado de Alagoas (FIEA) pelo incentivo e a Embrapa Tabuleiros Costeiros pela disponibilidade de laboratórios.