EFEITO DA CASCA NA QUALIDADE DO CARVÃO DE Corymbia EM DIFERENTES IDADES E POSIÇÕES LOGITUDINAIS

Augusto Leal de Souza Ferraz[1]; Dalton Longue Junior[2]; Maria Eduarda de Sousa Santos[3]; Victor Vinicius Sousa Martinelli Sales[4]; José Pedro Brito Santos[5]

[1] Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: coroneu.augusto@gmail.com
[2]Engenheiro Florestal, Professor no Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: dalton@uesb.edu.br
[3]Graduanda em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: souzasantos1709@gmail.com
[4]Engenheiro Florestal, Mestrando do Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: victorengflorestal@gmail.com
[5]Graduando em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, *Campus* Vitória da Conquista, BA. E-mail: jps.santos132@gmail.com

RESUMO

O carvão vegetal é a base da siderurgia sustentável e sua qualidade depende das características da madeira. O objetivo foi avaliar o efeito do teor de casca na qualidade do carvão de *Corymbia* em diferentes idades e posições no tronco. Determinaram-se o teor de casca, o rendimento gravimétrico e o teor de carbono fixo de madeiras de *Corymbia* aos 3, 7 e 9 anos, nas posições base, meio e topo do fuste. O teor de casca aumentou da base para o topo, enquanto o carbono fixo não variou entre idades e posições. O rendimento gravimétrico foi influenciado pela posição no fuste e pela idade.

Palavras-chave: Carbonização; rendimento gravimétrico; carbono fixo.

1. INTRODUÇÃO

O carvão vegetal destaca-se como insumo estratégico para a produção de ferro-gusa e aço no Brasil, maior produtor mundial e que destina 76% da produção ao setor siderúrgico, onde o carvão atua como fonte de energia e agente redutor (DE OLIVEIRA et al., 2023; PEREIRA et al., 2017).

A qualidade do carvão vegetal relaciona-se diretamente com a composição química da madeira, pois seus constituintes majoritários (celulose, hemicelulose e lignina) apresentam comportamentos distintos conforme a temperatura de carbonização (VELOSO JÚNIOR et al., 2024). A presença da

casca na madeira, pode ainda apresentar importantes alterações no produto final por apresentar, em geral, maiores teores de extrativos e de minerais, características essas que podem modificar as propriedades tecnológicas do carvão (MALENGUE et al., 2024).

Ainda de acordo com Malengue et al. (2024), essa diferença na composição química altera o comportamento térmico da madeira durante a carbonização, de modo que, quanto mais casca no carvão produzido, maior a tendência de alteração no rendimento gravimétrico e no teor de carbono fixo.

Além de diferir quimicamente da madeira, a casca não se distribui de forma uniforme ao longo do fuste, podendo apresentar teores distintos entre a base, o meio e o topo da árvore e tende a aumentar com a idade. (QUILHÓ; PEREIRA,2001). De acordo com Şen et al. (2023) Os estudos da influência da presença de casca da madeira no carvão ainda são escassos e concentram-se apenas no processo de conversão termoquímica da casca.

Com isso, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da casca da madeira de *Corymbia* de diferentes idades e posições no fuste na qualidade do carvão vegetal.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

A madeira foi coletada em plantios de *Corymbia* de 3, 7 e 9 anos, oriundos da região nordeste da Bahia. Foram retiradas amostras das posições base, meio e topo do fuste, e encaminhadas ao Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

2.1. Determinação do teor de casca da madeira

O teor de casca foi estimado por meio de dois procedimentos: no primeiro, foi realizada a medição utilizando um paquímetro digital da marca King Tools para a mensuração direta da espessura de casca, conforme Equação 1; no segundo, o método gravimétrico, as frações de casca e madeira foram secas em estufa até massa constante e, posteriormente, pesadas em balança de precisão, permitindo o cálculo do percentual de casca, conforme Equação 2.

$$TC_{PAQ} = \left(\frac{E_M}{D}\right) * 100 \qquad \text{Equação 1}$$

Em que: TC_{PAQ} = Teor de cascas pelo método do paquímetro (%); E_M = Espessura média da casca (cm); D = Diâmetro do disco de madeira (cm).

$$TC_{GRAV} = \left(\frac{M_C}{M_M}\right) * 100 \qquad \text{Equação 2}$$

Em que: TC_{GRAV}= Teor de cascas pelo método gravimétrico (%); M_C= Massa seca de cascas (g); M_M= Massa de madeira seca (g).

2.2 Carbonização e caracterização do carvão vegetal

As amostras de madeira foram carbonizadas em forno mufla com aquecimento elétrico. A madeira foi inserida no equipamento quando a temperatura atingiu 150 °C. A taxa de aquecimento adotada foi de 1,67 °C/min até a temperatura final de 450 °C, na qual o material permaneceu por 30 minutos, totalizando um tempo de residência de 4 horas.

O rendimento gravimétrico em carvão vegetal foi determinado conforme Equação 3.

$$RG_{CV} = \left(\frac{M_C}{M_M}\right) * 100 \qquad \text{Equação 3}$$

Em que: RG_{CV} = Rendimento gravimétrico em carvão vegetal (%); M_C = Massa de carvão vegetal (g); M_M = Massa de madeira seca (g).

O teor de carbono fixo do carvão foi obtido da análise química imediata, seguindo os procedimentos da norma ABNT NBR 8112, conforme Equação 4.

$$T_{CF} = [100 - (T_{MV} + T_{CZ})] \qquad \text{Equação 4}$$

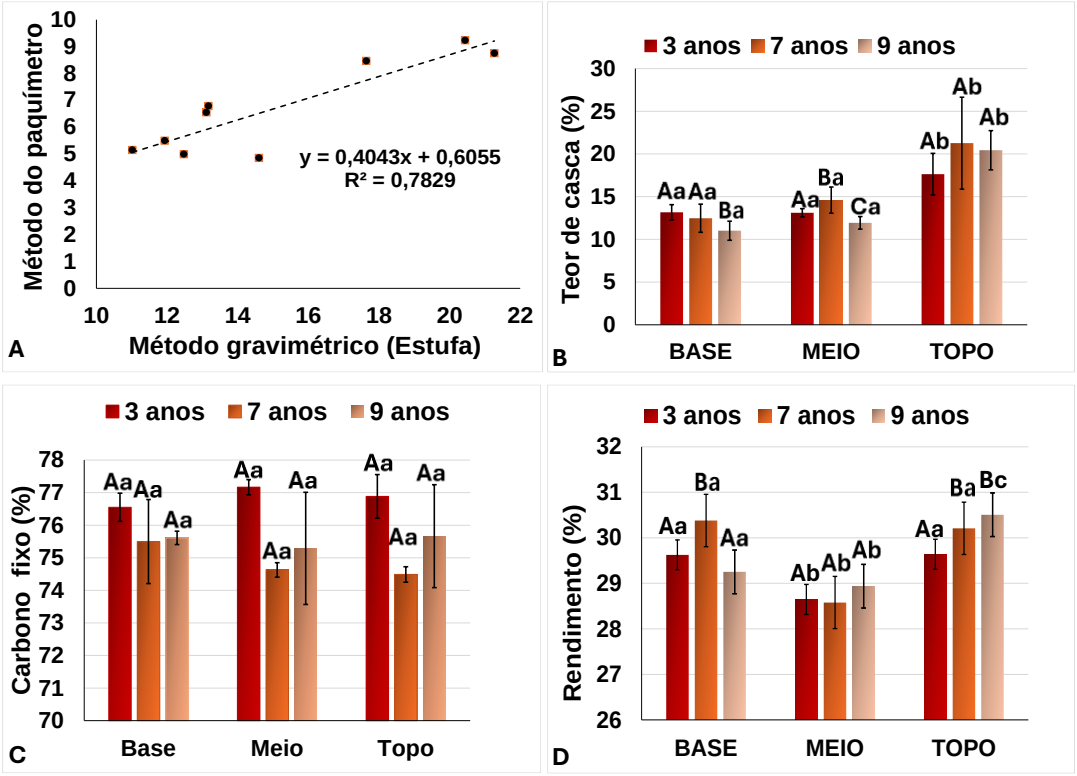
Em que: T_{CF} = Teor de carbono fixo do carvão vegetal (%); T_{MV} = Teor de materiais voláteis (%); T_{CZ} = Teor de cinzas (%).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que há uma correlação moderada entre o método do paquímetro e o método gravimétrico (R^2= 0,78) (FIGURA 1A), o que demonstra bom potencial de uso do paquímetro para estimativas rápidas do teor de casca em condições de campo, desde que devidamente calibrado.

O teor de casca na madeira foi influenciado principalmente pela posição no fuste, aumentando da base para o topo, independentemente da idade, com valores de 11,0 a 13,1% (base e meio) e de 17,6 a 21,2% no topo (FIGURA 1B).

Esse comportamento pode estar relacionado ao menor diâmetro e a maior proporção relativa de casca nas regiões superiores da árvore. Na base, as árvores de 9 anos apresentaram menor teor de casca quando comparadas às mais jovens, enquanto no topo houve diferença entre as idades, indicando elevada proporção de casca desde os estágios iniciais de crescimento.



Letras maiúsculas idênticas indicam igualdade estatística dentro da mesma posição; letras minúsculas idênticas indicam igualdade estatística dentro da mesma idade, pelo teste de Tukey($p<0,05$).

FIGURA 1 – Efeitos da casca na qualidade do carvão vegetal de *Corymbia* em diferentes idades e posição no tronco:(A) relação do teor de casca pelo método do paquímetro e gravimétrico, (B) teor de casca da madeira, (C) teor de carbono fixo, D) rendimento gravimétrico da carbonização.

O teor de carbono fixo apresentou diferença significativa entre as idades e as posições do fuste, variando de 74,4 a 77,2% (FIGURA 1C). Esse resultado indica que o teor de casca, posição e idade não foram suficientes para alterar essa propriedade. Por outro lado, o rendimento gravimétrico foi influenciado pela posição no fuste: a região do meio apresentou os menores valores (28,9 a 29,2%), enquanto a base e o topo variaram entre 29,5 e 31,1% (FIGURA 1D). No topo, o rendimento aumentou de 30,3% para 31,1% com o avanço da idade.

4. CONCLUSÃO

O teor de casca variou ao longo do fuste e entre as idades, mas não influenciou o teor de carbono fixo do carvão vegetal. Em contrapartida, o rendimento gravimétrico foi afetado pela posição de amostragem no fuste, evidenciando a influência da posição do tronco no processo de carbonização. A madeira de Corymbia demonstra potencial para a produção de carvão, sendo pouco influenciado pela casca, devendo-se priorizar a variabilidade ao longo do fuste para otimizar o seu uso.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 8112**: carvão vegetal – análise imediata. Rio de Janeiro, 1986.

MALENGUE, A.; LOURENÇO, A.; PATRÍCIO, H.; COSTA, R. A.; QUILHÓ, T.; GOMINHO, J. Tropical mobola plum (Parinari curatellifolia): a full characterization of wood and bark within the scope of biorefineries. European Journal of Wood and Wood Products, v. 82, p. 1021–1035, 2024

OLIVEIRA, L. P. de; CARNEIRO, A. de C. O.; PERES, L. C.; DEMUNER, I. F.; FERREIRA, S. O.; FERNANDES, S. A.; JORGE, F. de J. Qualidade da madeira e do carvão vegetal na seleção de clones de *Eucalyptus* spp. e *Corymbia torelliana* x *Corymbia citriodora* para siderurgia. **Revista Árvore**, v. 47, e4723, 2023.

PEREIRA, E. G.; MARTINS, M. A.; PECENKA, R.; CARNEIRO, A. de C. O. Pyrolysis gases burners: sustainability for integrated production of charcoal, heat and electricity. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 75, p. 592-600, 2017.

QUILHÓ, T.; PEREIRA, H. Within and between-tree variation of bark content and wood density of Eucalyptus globulus in commercial plantations. IAWA Journal, v. 22, n. 3, p. 255-265, 2001. DOI: https://doi.org/10.1163/22941932-90000283.

ŞEN, U.; ESTEVES, B.; PEREIRA, H. Pyrolysis and Extraction of Bark in a Biorefineries Context: A Critical Review. Energies, v. 16, n. 13, p. 4848, 2023.

VELOSO JÚNIOR, M. D.; GUERRERO, F.; SILVA, F. M. A.; RAMOS, G. Q.; MATOS, R. S.; ŢĂLU, Ş.; TRONG, D. N.; FONSECA FILHO, H. D. Thermal Decomposition and Kinetic Analysis of Amazonian Woods: A Comparative Study of Goupia glabra and Manilkara huberi. Fire, v. 7, n. 11, p. 390, 2024.