



Influência do cerne e alburno nas propriedades do carvão vegetal em genótipos de *Eucalyptus sp.*

Jonas Zefânias Massuque^{1,2}, Maíra Reis de Assis¹, Cassiana Alves¹, Pietro Emanuel Villela Soares¹, Paulo Fernando Trugilho¹

¹ Pós-Graduação Em Ciência E Tecnologia Da Madeira /Universidade Federal de Lavras, ²Faculdade de Ciências Agrárias/ Universidade Lúrio

Resumo: As variações que ocorrem na madeira podem trazer efeitos negativos na qualidade e rendimento do carvão vegetal. O presente trabalho objetivou avaliar a influência da madeira do cerne e alburno na qualidade do carvão vegetal em dois genótipos de *Eucalyptus spp.* Foram coletados dois genótipos aos 7 anos, obtendo-se para a madeira desses sua variação radial (cerne e alburno). O material foi carbonizado a 400°C, com taxa de aquecimento de 0,5°C/min. Foram determinados a densidade relativa aparente, o poder calorífico superior e a composição química imediata. Na avaliação do experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial duplo. O efeito da interação genótipo e região da madeira foi significativo para teor de materiais voláteis e teor de carbono fixo. O carvão produzido com a madeira do alburno destacou-se com maior média para densidade relativa aparente e menor para teor de cinzas.

Palavras-chave: carbonização, qualidade do carvão, pirólise

Influence of heartwood and sapwood on charcoal properties in *Eucalyptus sp.* genotypes

Abstract: The changes that occur in wood can have a negative effect on the quality and yield of charcoal. The objective of this study was to evaluate the properties of charcoal in the regions of heartwood and sapwood of two genotypes of *Eucalyptus spp.* Were obtained at 7 years, resulting in a study on radial differences (heartwood and sapwood). The material was carbonized at 400 ° C, with a heating rate of 0.5 ° C / min. Density, superior calorific value and immediate chemical were determined. In the evaluation of the experiment was used the design of the completely randomized effect in a double factorial scheme. The effect of the interaction genotype and wood region was significant for volatile materials and fixed carbon content. The charcoal produced with the sapwood was highlighted with a higher average for the density and low ash content.

Keywords: carbonization, charcoal quality, pyrolysis

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é líder mundial na produção e consumo de carvão vegetal, em que as indústrias siderúrgicas consomem a maior parte da produção. O carvão vegetal se destaca entre as diferentes formas de uso da madeira proveniente de reflorestamento no Brasil, ocupando posição cimeira nas empresas florestais. O gênero *Eucalyptus* tem sido utilizado pelo setor florestal, como a principal fonte de matéria prima das indústrias produtoras de carvão vegetal com cerca 98,96% da produção nacional (IBGE, 2018).

As variações que ocorrem nas propriedades da madeira exercem papel fundamental sobre a sua melhor forma de utilização (Trugilho et al., 2005). Por isso, é necessário estudar as variações que ocorrem na madeira pelo fato de poder trazer efeitos negativos na qualidade e no rendimento do carvão vegetal, dificultando as operações em altos-fornos siderúrgicos (Santos et al., 2012).

Empresas florestais e centros de pesquisa brasileiros têm sido motivados a buscar soluções para produzir carvão com baixo custo, homogêneo, alto rendimento e qualidade (Pereira et al., 2012). Não há consenso entre as indústrias produtoras de carvão sobre qual a proporção de cerne ou de alburno é desejável na transformação (Costa et al., 2017). Assim, são necessários estudos que avaliem as características do carvão vegetal produzido a partir da madeira do cerne e alburno, para auxiliar na seleção de materiais genéticos de elevada qualidade. Dessa forma, o presente trabalho objetivou avaliar a influência da madeira do cerne e alburno na qualidade e rendimento do carvão vegetal em dois genótipos de *Eucalyptus*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Seleção do material

O material foi coletado no município de Paraopeba, na mesorregião metropolitana de Belo Horizonte e microrregião de Sete Lagoas, com coordenadas geográficas 19°16'54" S e 44°24'32 O, altitude de 1244m e temperatura média anual de 21,8°C. Foram dois os genótipos coletados neste sítio, *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis*, com 7 anos de idade. Foram utilizados três indivíduos de cada genótipo, esses foram subdividido em cerne e alburno. Discos de 5 cm de espessura, foram retirados a 1,30 m de altura com dimensões de aproximadamente, 1,5 x 1,5 x 1,5 cm, nos planos transversal e longitudinal radial e tangencial.

2.2 Carbonização

As carbonizações foram realizadas em um forno elétrico (mufla). A temperatura final de carbonização foi de 400°C, taxa de aquecimento de 0,5°C/min e tempo de residência de 60 minutos. A partir do carvão vegetal produzido foram determinadas as seguintes características: densidade relativa aparente, de acordo com o método hidrostático, a composição química imediata, para determinação do teor de materiais voláteis, cinzas e, por diferença, o carbono fixo com base na NBR 8633 (ABNT, 1986) e o poder calorífico superior pela norma NBR 8633 (ABNT, 1984).

2.3. Análise estatística

Na avaliação do experimento foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado disposto em esquema fatorial duplo, com dois genótipos e tipo de madeira no tronco (cerne e alburno), e três repetições (árvores por genótipo). Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e para as comparações múltiplas, em nível de 5% de significância, foi utilizado o teste de Tukey.

3. RESULTADOS

O efeito da interação genótipo e região da madeira foi significativo para teor de materiais voláteis e teor de carbono fixo. Dessa forma, realizou-se o desdobramento e avaliação do efeito do genótipo dentro de região na madeira e vice-versa, conforme a Tabela 1. Maior teor de matérias voláteis e menor de carbono fixo ocorreu no *Eucalyptus urophylla* na região do cerne, que diferiu do *E. urophylla* x *E. camaldulensis*. Todavia, não se observou diferenças significativas entre os genótipos em relação ao teor de materiais no carvão do alburno.

O *E. urophylla* x *E. camaldulensis* apresentou, respectivamente, os menores e maiores teores de materiais voláteis e carbono fixo, não sendo estatisticamente diferentes entre o cerne e alburno.

Tabela 1. Valores médios de TMV e TCF, em função do material genético e regiões da madeira.

Genótipo	TMV (%)		TCF (%)	
	Alburno	Cerne	Alburno	Cerne
<i>Eucalyptus urophylla</i>				
x	28,08 aA	27,61 bA	71,06 aA	71,60 bA
<i>Eucalyptus camaldulensis</i>				
<i>Eucalyptus urophylla</i>	29,31 aB	32,54 aA	70,12 aA	67,30 aB

TMV e TCF = teor de materiais voláteis e carbono fixo, respectivamente. Mesmas letras minúsculas em cada coluna (genótipos) e maiúsculas em cada linha (cerne ou alburno) não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve efeito significativo da interação entre genótipos e região da madeira para o teor de cinzas (FIGURA 1). Os materiais genéticos estudados apresentam maiores teores de cinzas no cerne, com valores médios de 0,79% e 0,86% para *E. urophylla* e *E. urophylla* x *camaldulensis*, respectivamente.

Figura 1. Valores médios dos teores de cinzas dos genótipos em função do cerne e albarno

Os valores médios de densidade relativa aparente não apresentaram efeito significativo de genótipo e tipo de madeira estudados (FIGURA 2). Os valores médios de densidade relativa aparente no carvão do *Eucalyptus urophylla* foram de 0,47 g/cm⁻³ e 0,41 g.cm⁻³ e 0,43 g/cm⁻³ e 0,39 g/cm⁻³ do *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis*, respectivamente, para o albarno e cerne.

Figura 2. Densidade relativa aparente em função da região na madeira

Da mesa forma que a densidade relativa aparente, o poder calorifico superior não apresentou efeito significativo de genótipo e tipo de madeira (FIGURA 3). O albarno apresentou maior PCS em relação ao cerne nos dois genótipos, com valores médios de 7151 kcal/kg e 7137 kcal/kg, para o albarno, e de 7111 kcal/kg e 7114 kcal/kg, para cerne, no *Eucalyptus urophylla* e *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus camaldulensis*, respectivamente.

Figura 3. Poder calorifico superior em função da região na madeira

4. DISCUSSÃO

Maiores valores de densidade relativa foram observados no albarno para os dois genótipos. Esse comportamento era esperado, pois a densidade básica da madeira de eucalipto possui tendência de aumento da medula para a casca no tronco, além de se correlacionar positivamente com a densidade relativa aparente do carvão vegetal. Estudo realizado por Arantes et al. (2013), avaliando clones de *Eucalyptus* aos 6 anos, encontraram valores de densidade relativa aparente que tenderam a aumentar no sentido medula-casca.

O poder calorifico não apresentou variação entre o cerne e albarno, apenas entre materiais genéticos no cerne. De forma geral, os valores do poder calorifico no gênero *Eucalyptus* apresentam pequena variação, observando-se homogeneidade dessa característica energética (Santos et al., 2017)

Os teores de cinzas maiores foram encontrados no cerne, contrariando os estudos realizados por Perreira et al. (2013) e Arantes et al. (2013), nos quais observaram maior porcentagem de cinzas no carvão proveniente do albarno em *Eucalyptus*. Trugilho et al. (2005), estudando características do carvão vegetal em função da posição radial em seis clones de *Eucalyptus*, encontraram comportamento diferenciado entres os clones, em que a maior parte dos materiais genéticos apresentaram maior teor de cinzas próximo a casca e menor próximo a medula. Teores mais elevados de carbono fixo são preferíveis, porque queimam mais lentamente e possuem relação

inversa com os materiais voláteis. O *E. urophylla* x *E. camaldulensis* apresentou maiores valores de carbono fixo e um carvão mais homogêneo entre o cerne e alburno. Este fato sugere que a madeira desse clone seja recomendada para a produção de carvão vegetal.

5. CONCLUSÕES

A densidade relativa aparente não foi afetada pelo genótipo e tipo de madeira usada, porém, o alburno produziu o carvão de maior densidade nos dois clones estudados. O cerne e alburno afetaram significativamente os genótipos em relação ao teor de carbono fixo e materiais voláteis, em que o *E. urophylla* x *E. camaldulensis* produziu carvão mais homogêneo para essas características, sendo o mais indicado para a produção de carvão vegetal.

6. REFERÊNCIAS

Arantes MD, Trugilho PF, Silva JR, Andrade C R. Características do carvão de um clone de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden x *Eucalyptus urophylla* ST Blake. Cerne, 2013.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 8112: carvão vegetal: análise imediata. Rio de Janeiro, 1986. 8 p.

Associação brasileira de normas técnicas. NBR 8633: Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Rio de Janeiro, 1984. 13 p.

Costa ACS, Leal CS, Santos LC, Carvalho AMML, Oliveira AC, Pereira BLC. Propriedades da madeira de cerne e alburno de *Eucalyptus camaldulensis*. Revista Ciência da Madeira, 2017. 8(1).

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção da extração vegetal e da silvicultura. 2018 <<https://sidra.ibge.gov.br/tabela/291#resultado>> acessado 10 de Junho de 2019.

Pereira BLC, Oliveira AC, Carvalho AMML, Carneiro ADCO, Santos LC, Vital BR. Quality of wood and charcoal from *Eucalyptus* clones for ironmaster use. International Journal of Forestry Research, 2012.

Pereira BLC, Oliveira AC, Carvalho AMML, Carneiro ADCO, Vital BR, Santos LC. Correlações entre a relação Cerne/Alburno da madeira de eucalipto, rendimento e propriedades do carvão vegetal Correlations among the heart/sapwood ratio of eucalyptus wood, yield and charcoal properties. 2013

Protásio TP, Trugilho PF, Neves TA, Vieira CMM. Análise de correlação canônica entre características da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus*. Scientia Forestalis, 2012. 40(95), 317-326.

Santos RCD, Carneiro ADCO, Trugilho PF, Mendes LM, Carvalho AMML. Thermogravimetric analysis of eucalyptus clones as a subside for charcoal production. Cerne, 2012. 18(1), 143-151.

Trugilho PF, Silva JR, Mori FA, Lima JT, Mendes L, Mendes LF. Rendimentos e características do carvão vegetal em função da posição radial de amostragem em clones de *Eucalyptus*. Cerne. 2005