



ANÁLISE QUÍMICA IMEDIATA DE UM CARVÃO VEGETAL COMERCIAL PROVENIENTE EM GUANHÃES, MG

Emily Pereira dos Santos⁽¹⁾; Irlaine Nathaly Ferreira dos Anjos⁽²⁾; Leticia Caldeira Aguiar⁽³⁾;
Carolane Ferreira de Jesus⁽⁴⁾; Ricardo Gomes de Oliveira⁽⁵⁾; Caroline Junqueira Sartori⁽⁶⁾

- 1 Emily Pereira dos Santos, Engenharia Florestal IFMG – *Campus* São João Evangelista.
- 2 Irlaine Nathaly Ferreira dos Anjos, Engenharia Florestal IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 3 Leticia Caldeira Aguiar, Engenharia Florestal IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 4 Carolane Ferreira de Jesus, Engenharia Florestal IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 5 Ricardo Gomes de Oliveira, Técnico administrativo, IFMG - *Campus* São João Evangelista.
- 6 Caroline Junqueira Sartori: Pesquisador, IFMG - *Campus* São João Evangelista.

RESUMO

O Brasil lidera a produção global do carvão vegetal, com destaque para Minas Gerais, onde pequenos produtores utilizam diferentes tipos de fornos de alvenaria. O carvão vegetal é um combustível de fonte renovável e que substitui o carvão mineral, que é de origem fóssil. O objetivo deste trabalho, foi a realização da análise química imediata de um carvão vegetal comercializado no município de Guanhães, MG. Para a realização deste trabalho foram obtidos cerca de 500 gramas de carvão vegetal proveniente de um estabelecimento comercial no município de Guanhães, Minas Gerais. Para as análises, os carvões foram moídos em moinho Wiley, e passados em peneiras de 40 e 60 mesh, e utilizado o material retido na peneira de 60 mesh. Determinou-se a umidade, teor de materiais voláteis, teor de cinzas e por diferença, o teor de carbono fixo. O carvão vegetal comercializado no município de Guanhães, MG, apresenta uma umidade média de 8,21% de materiais voláteis, 0,42% de cinzas e 91,36% de carbono fixo.

Palavras-chave: Teor de carbono fixo. Teor de cinzas. Teor de Voláteis.

1 INTRODUÇÃO

O carvão vegetal é obtido por meio da pirólise da madeira e possui grande importância econômica e energética. Sua qualidade depende do tipo de madeira utilizada e das propriedades desejadas, variando conforme o destino, seja industrial, doméstico ou comercial (FROEHLICH, 2017). No Brasil, o uso é predominantemente industrial, diferentemente de outros países, onde é voltado para necessidades básicas, como cocção de alimentos e aquecimento. O país é o maior produtor mundial, responsável por cerca de 12% da produção



total em 2020 (IBÁ, 2020), utilizando majoritariamente madeira de florestas plantadas (FREITAS, 2021).

A busca por maior rendimento gravimétrico implica melhor aproveitamento da madeira, menor emissão de gases de efeito estufa e uso mais eficiente dos recursos renováveis (CGEE, 2015). Para uso doméstico, o carvão de boa qualidade deve apresentar alta densidade, elevado teor de carbono fixo e poder calorífico, além de baixos teores de umidade, voláteis e cinzas (JUNIOR et al., 2015). Já na siderurgia, destaca-se como um dos melhores redutores devido ao baixo teor de enxofre e cinzas (FROEHLICH, 2017). O poder calorífico do carvão está diretamente relacionado à madeira de origem e à temperatura de carbonização (BRITO, 1990).

A análise imediata do carvão vegetal permite avaliar parâmetros como umidade, cinzas, voláteis e carbono fixo, fundamentais para compreender seu desempenho energético (GADELHA, 2014). Diante disso, este trabalho tem como objetivo realizar a caracterização química imediata de um carvão vegetal comercializado no município de Guanhões, Minas Gerais.

2 MATERIAL E MÉTODOS

Foram obtidos cerca de 500 g de carvão vegetal de *Eucalyptus* comercializado em Guanhões, Minas Gerais. As amostras foram moídas em moinho Wiley, peneiradas em malhas de 40 e 60 mesh, sendo utilizada a fração retida em 60 mesh para as análises.

A umidade em base úmida foi determinada em aproximadamente 1 g de carvão, o qual foi seco em estufa a $102 \pm 3^\circ\text{C}$ por 2 horas, resfriado em dessecador e pesado a massa seca.

Para a determinação dos materiais voláteis (TMV), utilizou-se o material (particulado e seco na determinação da umidade - Ms). Assim levados a mufla previamente aquecida e estabilizada a 950°C . Primeiramente os cadinhos, tampados, foram colocados na extremidade externa da mufla sobre a porta, onde ficou por dois minutos. Posteriormente foram colocados na entrada da mufla ainda com a porta aberta por mais três minutos, para que os mesmos passassem por um pré-aquecimento. Feito isso, estes foram colocados no interior da mufla por seis minutos, com a porta fechada. Após esse período os cadinhos tampados foram retirados da mufla, e passaram-se para o dessecador por aproximadamente 30 minutos para esfriar a temperatura ambiente. Depois de esfriados, os materiais foram pesados, obtendo-se então a



massa de material seco sem a presença de materiais voláteis (M_{sv}). O teor de materiais voláteis do carvão vegetal foi calculado pela Equação 1

$$TMV = \frac{M_s - M_{sv}}{M_s} \cdot 100 \quad (1)$$

O teor de cinzas (TCz) foi determinado a partir da incineração do material em mufla a 750°C por 6 horas, sem tampa do cadinho. Após resfriamento em dessecador, realizou-se a pesagem do resíduo inorgânico (M_r), calculando-se o valor pela Equação 2.

$$TCz = \frac{M_r}{M_s} \cdot 100 \quad (2)$$

O teor de carbono fixo (TCF) foi obtido de forma indireta, por meio de cálculo utilizando os valores de materiais voláteis e cinzas já determinados (Equação 3).

$$TCF = 100 - (TMV + TCz) \% \quad (3)$$

O Poder Calorífico Superior (PCS) foi determinado em bomba calorimétrica conforme a NBR 8633 (ABNT, 1984) e também estimado pela Equação de Goutal (SATER et al., 2011), a partir dos valores de carbono fixo, materiais voláteis e do coeficiente A dado pela relação $V/(V+Cf)$.

$$PCS = (82 \cdot Cf + A \cdot V) \quad (\text{Equação 4})$$

3 RESULTADOS

Os valores médios, desvios padrão e coeficientes de variação (CV) para umidade, materiais voláteis, cinzas e carbono fixo foram organizados e apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Valores médios de umidade (U_{bu}), Teor de materiais voláteis (TMV), Teor de cinzas (TCz) e Teor de carbono fixo (TCF) no carvão vegetal.

	Ubu	TMV	Tcz	TCF
Média	9,22%	8,21%	0,42%	91,36%
C.V	0,53	4,17	15,72	0,39

Já o poder calorífico determinado em bomba calorimétrica foi de 7882 Kcal/Kg, enquanto o valor determinado pela equação de Goutal foi de 8682,47 Kcal/Kg.

4 DISCUSSÃO

A umidade reduz o rendimento gravimétrico e o poder calorífico do carvão vegetal (ROUSSET et al., 2011; BRAND et al., 2011). Já o teor de materiais voláteis influencia a estrutura e propriedades físicas do carvão, enquanto o carbono fixo representa a fração sólida



responsável por maior estabilidade térmica e durabilidade da combustão (GUEDES et al., 2010; NOGUEIRA; LORA, 2003; BRAND, 2010).

Para ser considerado de boa qualidade, o carvão deve apresentar alta densidade, elevado teor de carbono fixo, alto poder calorífico, baixa umidade, baixos teores de voláteis e cinzas (RIBEIRO; VALE, 2006). O carvão analisado atendeu às exigências da norma PMQ 3-03 (São Paulo, 2003), com carbono fixo acima de 75% e cinzas inferiores a 1,5%, características adequadas para usos doméstico e siderúrgico.

Baixos teores de cinzas são desejáveis, pois aumentam o valor energético e reduzem a corrosão de equipamentos (SANTOS, 2008; BRAND, 2010; PROTÁSIO et al., 2012). Estudos em clones de *Eucalyptus* também relatam teores de cinzas inferiores a 1%, semelhantes aos observados neste trabalho (BOTREL et al., 2010; NEVES et al., 2011; TRUGILHO et al., 2003; ASSIS et al., 2012).

5 CONCLUSÃO

A caracterização imediata do carvão vegetal comercializado no município de Guanhães, Minas Gerais, demonstrou que o material apresenta propriedades compatíveis com as exigências de qualidade para uso energético. Os resultados evidenciaram baixo teor de umidade (9,22%), materiais voláteis (8,21%) e cinzas (0,42%), associados a um elevado teor de carbono fixo (91,36%), conferindo ao produto bom desempenho energético.



REFERÊNCIAS

- BOTREL, M. C. G.; TRUGILHO, P. F.; ROSADO, S.C.S.; MOREIRA DE SILVA, J.R. - Seleção de clones de Eucalyptus para biomassa florestal e qualidade da madeira. **Scientias Forestales**, v. 38, n. 86, p. 237-245, 2010
- BRAND, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: **Interciência**, 2010. 131p.
- BRAND MA, MUÑIZ GIB, QUIRINO WF, BRITO JO. Storage as a tool to improve wood fuel quality. *Biomass and Bioenergy* 2011; 35(7): 2581-2588.
- DIAS JÚNIOR, A.F.; ANDRADE, C.R.; BRITO, J.O.; MILAN, M. Desdobramento da função qualidade (QFD) na avaliação da qualidade do carvão vegetal utilizado para cocção de alimentos. **Floresta e Ambiente**, v. 22 (2): 262-270, 2015.
- FREITAS, EDUARDO DE. "Carvão Vegetal"; **Brasil Escola**. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/geografia/carvao-vegetal.htm>. Acesso em 07 de novembro de 2023.
- FROEHLICH, P. L. & MOURA, A. Carvão vegetal: propriedades físico-químicas e principais aplicações. **Tecnologia e Tendências**, v. 9, n. 1, p. 13-32, 2017.
- GADELHA, F. H. L. Desempenho silvicultural e avaliação econômica de clones híbridos de eucaliptos plantados em diferentes regimes de manejo para fins energéticos. **Carpina**: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2014.
- GUEDES, C. L. B.; ADÃO, D. C.; QUESSADA, T. P.; BORSATO, D.; GALÃO, O. F.; DI MAURO, E.; PÉREZ, J. M. M.; ROCHA, J. D. Avaliação de biocombustível derivado do bio-óleo obtido por pirólise rápida de biomassa lignocelulósica como aditivo para gasolina. **Química Nova**, v. 33, p. 781-786, 2010.
- NEVES, T.A.; PROTÁSIO, T.P.; COUTO, A.M.; TRUGILHO, P.F.; OLIVEIRA SELVA, V. - Avaliação de clones de Eucalyptus em diferentes locais visando a produção de carvão. **Pesq. flor. bras.**, v.31, n.68, p. 319-330. 2011