

CARACTERIZAÇÃO DO CARVÃO VEGETAL DE BAMBU (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees)

Jhonatan Willian Moreira¹; Gustavo Strack Jager Pereira¹; Demila Duarte da Mata Cruz¹; Alyne Chaveiro Santos¹; Macksuel Fernandes da Silva¹; Carlos Roberto Sette Junior¹

¹ Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Goiás (UFG), Goiânia/GO, Brasil.

* e-mail do autor correspondente: jhonatanw@discente.ufg.br.

Resumo: A grande demanda por carvão vegetal para suprir as indústrias siderúrgicas, é advindo de florestas nativas. As biomassas derivadas de algumas espécies de bambu são adequadas para uso na geração de energia, apresentando materiais com qualidades semelhantes ou até mesmo superiores à do cavaco de eucalipto. O estudo objetivou avaliar o potencial energético do carvão vegetal do bambu *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees, considerando as suas características físicas e químicas. Foram determinados a partir da análise imediata os teores de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo. A densidade relativa aparente foi determinada de acordo com o método hidrostático, por meio de imersão em água e a densidade energética. Os resultados das análises nos forneceram teores de carbono fixo (TCF) de 79,05%, teor de cinzas (TCZ) de 8,1% e teor de material volátil (TMV) de 12,79%. A densidade relativa aparente do carvão observada foi de 0,39 g.cm⁻³ e a densidade energética observada foi de 2,95 Gcal.m⁻³. O poder calorífico e rendimento gravimétrico observados foram de 7.642,8 kcal.kg⁻¹ e 15,93%, respectivamente. O carvão produzido do bambu *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees apresenta características físicas e químicas que o tornam um potencial recurso para uso na geração de energia, já que é considerado um recurso natural abundante e de rápido crescimento, diminuindo a pressão sobre os recursos madeireiros.

Palavras-chave: biomassa, potencial energético, recurso natural.

CHARACTERIZATION OF BAMBOO CHARCOAL (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees)

Abstract: The great demand for charcoal to supply the steel industry is coming from native forests. The biomass derived from some bamboo species is suitable for use in energy generation,

presenting material qualities similar or superior to those of eucalyptus chips. The study aimed to evaluate the energetic potential of charcoal from the bamboo *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees, considering its physical and chemical characteristics. The contents of volatile materials, ash and fixed carbon were determined from the immediate analysis. The apparent relative density was determined according to the hydrostatic method by immersion in water and the energy density. The results of the analysis gave us fixed carbon content (FCC) of 79.05%, ash content (AZC) of 8.1% and volatile material content (VMT) of 12.79%. The relative bulk density of the coal observed was 0.39 g.cm⁻³ and the energy density observed was 2.95 Gcal.m⁻³. The observed calorific value and gravimetric yield were 7,642.8 kcal.kg⁻¹ and 15.93%, respectively. The charcoal produced from the bamboo *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees presents physical and chemical characteristics that make it a potential resource for use in energy generation, since it is considered an abundant natural resource and of rapid growth, reducing the pressure on timber resources.

Keywords: biomass, energy potential, natural resource.

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é o maior produtor e consumidor de carvão vegetal do mundo. Este carvão é destinado, principalmente, ao setor siderúrgico. A grande demanda por carvão vegetal para suprir as indústrias siderúrgicas, que utilizam de 35 a 50% de carvão advindo de florestas nativas, é um dos fatores que contribuem com o desmatamento. Porém, não há florestas plantadas o suficiente para suprir esta demanda, acarretando na exploração desordenada das matas nativas [1].

A composição do carvão vegetal é diferente da composição da biomassa. A biomassa é normalmente rica em umidade, compostos voláteis e possui menores teores de cinzas, carbono fixo, quando comparada com o carvão vegetal [2]. Outra relação de grande importância no processo de carbonização da madeira é a relação C/H, que tende a um maior valor absoluto no carvão quando comparado com a biomassa in natura, devido à maior aromatização e alteração química do material [1].

As biomassas derivadas de algumas espécies de bambu são adequadas para uso na geração de energia térmica apresentando qualidades materiais semelhantes ou superiores à do cavaco de eucalipto, matéria-prima comumente utilizada em processos industriais. É irrefutável que a demanda por esse material vem aumentando em várias partes do mundo, em decorrência do seu rápido crescimento, da sua característica sustentável e dos seus potenciais usos [3].

Diante desta perspectiva, o trabalho teve como objetivo avaliar o potencial energético do

carvão vegetal do bambu *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees, considerando as suas características físicas e químicas.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização físico-química do carvão

Os procedimentos para a análise imediata baseiam-se na norma ASTM E872-82 [4] e ASTM D1102-84 [5] determinando-se o teor de materiais voláteis, cinzas e carbono fixo. O poder calorífico superior (PCS) foi determinado por meio de um calorímetro, conforme a norma ASTMD5865 [6]. A densidade relativa aparente foi determinada de acordo com o método hidrostático, por meio de imersão em água, conforme descrito na norma ABNT NBR 11941 [7] e a densidade energética foi calculada a partir do produto entre o valor do poder calorífico superior e a densidade relativa aparente do carvão vegetal.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade relativa aparente do carvão observada de $0,39\text{g.cm}^{-3}$, foi inferior ao obtido por [8] que, ao avaliar briquetes de serragem de eucalipto, serragem de pinus e bagaço de cana, obteve valores na faixa de $0,84$ a $0,87\text{g.cm}^{-3}$. Segundo [9] valores maiores de densidade aparente são desejáveis, visto que há uma relação diretamente proporcional entre o aumento da densidade aparente e a densidade energética, o que se reflete em economia em transporte e menor espaço para armazenamento [10].

O poder calorífico de um combustível é incrementado a partir de um sensível aumento no seu teor de carbono fixo ou no seu teor de matérias voláteis. No presente estudo o poder calorífico observado foi de $7.642,8\text{ kcal.kg}^{-1}$. [11] em estudo potencial de espécies de bambu como fonte energética observaram valores de poder calorífico de $6.640,5\text{ kcal.kg}^{-1}$ para o *Dendrocalamus asper* e $6.669,9\text{ kcal.kg}^{-1}$ para o *Eucalyptus urograndis*. Valores inferiores aos encontrados no presente estudo, mas que corroboram para a importância do bambu como potencial uso energético.

Os resultados da análise nos forneceram teores de carbono fixo (TCF) de 79,05%, teor de cinzas (TCZ) de 8,1% e teor de material volátil (TMV) de 12,79%. [12] em estudo sobre a influência da umidade relativa no auto aquecimento de carvão vegetal, observaram TCF de 77,85

e 86,81%; TCZ de 6,58 e 0,53% e TMV de 15,57 e 12,66% para as espécies *Dragon bamboo* e a *Quercus pubescens* Willd (Carvalho).

Os valores obtidos de TCZ neste estudo são elevados quando comparados com alguns carvões de eucalipto que apresentam, em média, 0,97% [13]. Esse conteúdo de cinzas mais elevado está relacionado com a composição do bambu, que apresenta maiores teores de sílica em sua composição, que influencia negativamente no poder calorífico do combustível [14].

O rendimento em carbono fixo observado foi bem elevado. [15] mencionam que este resultado possui grande influência da matéria prima nessa variável pois, o rendimento em carbono fixo é obtido pelo produto do teor de carbono fixo e o rendimento gravimétrico em carvão vegetal. Os autores [1] observaram para as espécies de ocorrência no Cerrado *Casearia sylvestris* e *Luehea divaricata* rendimentos de 25,70 e 26,56% respectivamente.

A densidade energética é um importante parâmetro para combustíveis sólidos, pois, avalia a quantidade de energia armazenada em um determinado volume de material. O valor de densidade energética observado foi de 2,95 Gcal.m⁻³, valores próximos aos encontrados por [11], que foram de 2,16; 2,30; 3,19 e 2,40 Gcal.m⁻³ para o *B. tuldoides*; *B. vulgaris* var. *vittata*, *D. asper* e *E. urograndis*, respectivamente.

O rendimento gravimétrico e as demais características energéticas são influenciadas pela composição química da biomassa. O rendimento gravimétrico encontrado no presente estudo foi de 15,93%, valor relativamente baixo quando comparado aos encontrados por [11], que foi de 36,9% para *D. asper*, 34,7% para *B. vulgaris* var. *vittata*, 34,1 % para *B. tuldoides* e 30,8% para *E. urograndis*. Neste sentido, para um melhor entendimento destas variáveis recomenda-se a realização da determinação dos teores de lignina e de holocelulose.

4. CONCLUSÕES

O carvão produzido do bambu *Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees apresenta características físicas e químicas que o tornam um potencial recurso para uso na geração de energia, já que é considerado um recurso natural abundante e de rápido crescimento, diminuindo a pressão sobre os recursos madeireiros.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Costa, T. G.; Bianchi, M. L.; Protásio, T. D. P.; Trugilho, P. F.; Pereira, A. J. Qualidade da madeira de cinco espécies de ocorrência no cerrado para produção de carvão vegetal. Cerne. 2014, 20: 37-46.

- [2] Vassilev, S. V., Baxter, D., Andersen, L. K., & Vassileva, C. G. An overview of the chemical composition of biomass. *Fuel*. 2010, 89(5): 913-933.
- [3] Marafon, A. C.; Amaral, A. F. C.; Lemos, E. E. P. Caracterização de espécies de bambu e outras biomassas com potencial para a geração de energia térmica. *Pesquisa Agropecuária Tropical*. 2019, 49: e55282-e55282.
- [4] AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS. ASTM E872-82. Standard test method for volatile matter in the analysis of particulate wood fuels. ASTM International, Philadelphia, 2013.
- [5] AMERICAN SOCIETY TESTING AND MATERIALS. ASTM D1102-84. Standard test method for ash in Wood. ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013.
- [6] AMERICAN SOCIETY FOR TESTING MATERIALS – ASTM Internacional. ASTM D5865-13: standard test method for gross calorific value of coal and coke. West Conshohocken, 2013.
- [7] ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 11941/03: Determinação da densidade básica em madeira. Rio de Janeiro, 2003. 6 p.
- [8] Chrisostomo, W. Estudo da compactação de resíduos lignocelulósicos para utilização como combustível sólido. 2011. 80 p. Dissertação (Mestrado em Materiais Funcionais e Polímeros de Fontes Renováveis) - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2011.
- [9] Souza, F.; Vale, A. T. Densidade energética de briquetes de biomassa lignocelulósica e sua relação com os parâmetros de briquetagem. *Pesquisa Florestal Brasileira*. 2017, 36 (88): 405-413.
- [10] Brand, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010. 131 p.
- [11] De Souza Santos, D. R., Junior, C. R. S., da Silva, M. F., Yamaji, F. M., De Araújo Almeida, R. Potencial de espécies de Bambu como fonte energética, *Science Forest*. 2016, 44 (111): 751-758.
- [12] Batisttela, L., Aviz, A., Nogueira, M. F., Pires, A. A., & Rousset, P. Influência da umidade relativa no auto-aquecimento do carvão vegetal. *Fórum Nacional sobre Carvão Vegetal*. UFV. 2016. 5p.
- [13] Silva, F. T. M.; Ataíde, C. H. Valorization of eucalyptus urograndis wood via carbonization: Product yields and characterization. *Energy*. 2019, 172: 509–516.
- [14] Liu, Z.; Fei, B.; Jiang, Z.; Cai, Z.; Liu, X. Important properties of bamboo pellets to be used as commercial solid fuel in China. *Wood Science and Technology*. 2014, 48 (5): 903–917.
- [15] De Paula Protásio, T.; de Santana, J. D. D. P.; Neto, R. M. G.; Júnior, J. B. G.; Trugilho, P. F.; Ribeiro, I. B. Avaliação da qualidade do carvão vegetal de Qualea parviflora. *Pesquisa Florestal Brasileira*. 2011. 31(68): 295-295.

