

POTENCIAL ENERGÉTICO DA BIOMASSA E BRIQUETE DE BAMBU (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees)

Gustavo Strack Jager Pereira^{1*}; Jhonatan Willian Moreira¹; Demila Duarte da Mata Cruz¹; Alana Renovato Roldão¹; 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: gustavostrack@discente.ufg.br

Resumo: O gênero *Dendrocalamus* apresenta um adensamento natural devido a um acúmulo de lignina em seu colmo. Dentre as diversas formas de aproveitamento da biomassa vegetal, a briquetagem apresenta vantagens superiores aos outros biocombustíveis, com a otimização que engloba a densidade de massa e as características energéticas do bambu. O objetivo foi avaliar o potencial energético da biomassa e características físico-mecânicas de briquetes da espécie de bambu *Dendrocalamus strictus*. A metodologia de análise foi a avaliação da biomassa "in natura", pelos parâmetros de densidade a granel (DG), carbono fixo (CF), cinzas (C), materiais voláteis (MV), a densidade básica (DB), poder calorífico (PC), e a densidade energética (DE). E os parâmetros da biomassa na forma de briquetes visam avaliar características físico-mecânicas, a durabilidade, teor de umidade e a expansividade volumétrica. Os resultados das caracterizações indicaram para a biomassa "in natura", valores médios de: DG de 0,24 g.cm⁻³, PC de 4550,8 kcal.kg.cm⁻¹, DB de 0,55 g/cm³, DE de 2,52 Gcal.m⁻³, MV de 81%, C com 2,8% e CF de 15,38 %. Os briquetes apresentam durabilidade de 99,8%, teor de umidade com 10,59% e 6,62% expansão volumétrica, em média. A espécie de bambu *D. strictus* apresentou potencial de aplicação para o uso como fonte renovável para o setor energético brasileiro. Apresenta uma alta densidade na forma "in natura" e briquetes poucos friáveis.

Palavras-chave: Bioenergia, *Dendrocalamus*, Densidade.

ENERGY POTENTIAL OF BIOMASS AND BAMBOO BRIQUETTE (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees)

Abstract: The genus *Dendrocalamus* presents a natural densification due to an accumulation of lignin in its thatch. Among the various forms of utilization of plant biomass, briquetting presents superior advantages over other biofuels, with optimization encompassing the mass density and energy characteristics of bamboo. The objective was to evaluate the biomass energy potential and physical-mechanical characteristics of briquettes from the bamboo species *Dendrocalamus strictus*.

The methodology of analysis was the evaluation of the biomass "in natura", by the parameters of bulk density (DG), fixed carbon (FC), ash (C), volatile materials (VM), the basic density (BD), calorific value (CP), and the energy density (ED). And the parameters of biomass in the form of briquettes aim to evaluate physical-mechanical characteristics, durability, moisture content and volumetric expansivity. The results of the characterizations indicated for the "in natura" biomass, average values of: DG of 0.24 g/cm³, CP of 4550.8 kcal.kg⁻¹, DB of 0.55 g/cm³, DE of 2.52 Gcal/m³, MV of 81%, C with 2.8% and CF of 15.38 %. The briquettes show durability of 99.8%, moisture content with 10.59% and 6.62% volumetric expansion on average. The bamboo species *D. strictus* presented potential application for use as a renewable source for the Brazilian energy sector. It presents a high density in the "in natura" form and little friable briquettes.

Keywords: Bioenergy, *Dendrocalamus*, Density.

1. INTRODUÇÃO

O bambu pertence à família Poaceae e subfamília Bambusoideae, às vezes tratados separadamente como pertencentes à família Bambusaceae [1]. Esta espécie é encontrada principalmente em florestas decíduas semi-secas e secas, ou como sub-bosque em florestas mistas e plantações de teca [2]. O bambu pode ser empregado para diferentes funções. Por se tratar de um material não poluente, o bambu apresenta propriedades comparáveis às de outros materiais convencionais utilizados na construção civil, tornando-se, assim, uma alternativa mais econômica, com baixo consumo de energia e maior benefício ao meio ambiente [3]. Uma das possibilidades de utilização do bambu é o uso para fins energéticos, que vem ganhando destaque no mercado interno e externo.

O briquete é um biocombustível sólido e compacto, que substitui diversas formas de energia, como: carvão vegetal, óleo BPF, gás natural e lenha, tanto em relação ao poder calorífico quanto na relação custo/benefício, independente da forma de produção [4]. Este tipo de biocombustível é conhecido por ser sustentável, uma vez que reaproveita os resíduos que a priori seriam descartados, que nessa ocasião é a biomassa. O termo biomassa aglomera todos os derivados recentes de organismos vivos que são utilizados como combustíveis ou para a sua produção desses mesmos combustíveis [5]. Diante do exposto o objetivo deste trabalho é avaliar o potencial energético da biomassa e briquete do bambu (*Dendrocalamus strictus* (Roxb.) Nees).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Caracterização da biomassa "in natura"

A determinação dos teores de cinzas, materiais voláteis e carbono fixo foram realizadas com base nas normas [7] e [8]. O poder calorífico superior (PCS) foi determinado por meio de uma bomba calorimétrica marca IKA WORKS, modelo C-200, conforme a [9]. A densidade a granel foi determinada pela metodologia estabelecida na norma [10]: relação da massa do material analisado e o volume conhecido de um recipiente. A densidade básica foi determinada de acordo com o método hidrostático, por meio de imersão em água, conforme descrito na norma [11] e a densidade energética foi calculada a partir do produto entre o valor do poder calorífico e a densidade básica.

2.2 Caracterização do briquete

A briquetagem ocorreu em prensa hidráulica, sendo aplicada a força de 1200 kgf.cm² durante 5 minutos de pressão e 10 minutos após a sua retirada para o resfriamento, perfazendo 15 minutos para a produção de cada briquete. Foram avaliadas 5 repetições de briquetes produzidos de *D. strictus*, para a durabilidade determinada por perda de massa das amostras, conforme descrito por [12]. O teor de umidade dos briquetes foi verificado utilizando a norma [13] e a expansão volumétrica dos briquetes foi calculada pela mensuração da altura e do diâmetro de 5 briquetes e posterior cálculo do volume em dois momentos diferentes: (i) imediatamente após a briquetagem e (ii) 72 horas após a briquetagem – intervalo de tempo necessário para a estabilização dimensional dos briquetes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de materiais voláteis (81,8%) e carbono fixo (15,38 %) são considerados satisfatórios para o uso energético, com valores próximos ao observado para *Eucalyptus* spp., gênero consolidado para o uso energético no Brasil [14]. Elevados valores de carbono fixo proporcionam um processo com queima mais lenta, durante o processo de liberação de energia, através da combustão, o que propicia mais tempo de residência em dispositivos de queima. O mesmo não vale para queima de materiais com menor conteúdo de carbono fixo. [15]. O teor de cinzas verificado para *D. strictus* foi de 2,80%. [16], verificaram valor semelhante para o bambu *D. asper*, com teor de cinzas de 2,10%. De acordo com [17], os elevados teores de cinzas das espécies de bambus se dão pelos altos teores de sílica presentes na composição química dos colmos. Os altos teores de cinzas contribuem para a redução do PCS da biomassa, já que o conteúdo de minerais, ou seja, os teores de cinzas não atuam no processo de combustão [18].

Em relação a densidade básica, verifica-se valor médio de 0,55 g.cm⁻³. A alta densidade observada para o *D. strictus*, ocorre devido à lignificação natural de seu colmo, permitindo diâmetros maiores para os bambus. Uma característica que está aliada à produtividade florestal,

presente no gênero *Dendrocalamus*. [19]. A densidade energética média observada, que é o produto entre a densidade básica e o poder calorífico superior, foi de 2,52 Gcal.m⁻³. [20] avaliando o bambu *P. aurea* encontrou 2,11 Gcal.m⁻³. Os resultados da análise de caracterização energética da biomassa “*in natura*” indicaram densidade a granel de 0,24 g.cm⁻³ Quanto ao poder calorífico, 4.550,88 kcal.kg ou 19,05 MJ.kg, apresentam valores próximos aos encontrados para algumas espécies de bambu. [21], observaram PCS de 18,95 MJ.kg para o bambu *D. asper*. e [20] 4403,52 kcal.kg⁻¹, para o bambu *Phyllostachys aurea*.

A durabilidade média dos briquetes produzidos de *D. strictus* obtiveram 99,8%. O teor de umidade médio dos briquetes foi de 10,59% e a sua expansão volumétrica média observada foi de 6,62%. [22] estudando diferentes espécies de bambu, encontrou para a expansão volumétrica, uma variação entre 2,45 a 3,25% em briquetes de bambu e 6,2% para briquetes de eucalipto. E valores entre 93 a 99% de durabilidade dos briquetes de bambu, e 86% para o eucalipto.

4. CONCLUSÃO

A espécie de bambu *Dendrocalamus strictus* apresentou características energéticas que indicam o seu potencial, sendo matéria prima alternativa para a geração de energia; tanto para a sua biomassa, quanto para o briquete; assim como outras espécies de bambu como *D. asper* e *D. giganteus*.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Hidalgo-López, O. Bamboo the gift of the Gods. Oscar Hidalgo Lopez editor, 553 p., 2003.
- [2] Schroder, S. *Dendrocalamus strictus*. Guadua Bamboo. Disponível em: <https://www.guaduabamboo.com/blog/dendrocalamus-strictus#ixzz3txSGReB7=>. Acesso em: 02 jun. 2022.
- [3] Nunes, G. M.; Sobrinho Júnior, A. S.; Pastor, J. S. O uso do bambu como material estrutural na construção civil. Revista Principia: Divulgação Científica e Tecnológica do IFPB, João Pessoa. 2020, n. 55, p. 152-164.
- [4] Fernandes, C. R. P.; Augusto, A. P.; Santos, I. J. S.; Souza, S. C. Produção de Briquete Industrial: energia limpa e sustentável. In: III Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, 3., 2012, Goiânia: Ibeas – Instituto Brasileiro de Estudos Ambientais. 2012. p. 1-6.
- [5] Reis, P. O que é a energia da Biomassa? tudo sobre biomassa. Tudo sobre Biomassa. 2020. Portal Energia.
- [7] American Society for Testing and Materials. ASTM E872-82: Standard test method for volatile

matter in the analysis of particulate wood fuels. ASTM Standards, Phyladelphia,

[8] American Society for Testing and Materials ASTM D1102-84: Standard Test Method for Ash in Wood, ASTM Standards, West Conshohocken.

[9] American Society for Testing and Materials. ASTM D5865-13: standard test method for gross calorific value of coal and coke. West Conshohocken; 2013.

[10] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 6922/81: Carvão Vegetal: Ensaio Físicos. São Paulo, 1981.

[11] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 11941/2003: Determinação da densidade básica. São Paulo, 2003.

[12] 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 Sci Technol*, v. 48, p. 903–917, 2014.

[13] Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 14929. Madeira - Determinação do teor de umidade de cavacos - Método por secagem em estufa. 2003. [14] Silva, M.F.; Fortes, M. M.; Sette Junior, C. R. Characteristics of wood and charcoal from *Eucalyptus* clones. *Floresta e Ambiente*. 2018; 25(3): e20160350 <https://doi.org/10.1590/2179-8087.035016>

[15] Oliveira, A. C.; Carneiro, A. C. O.; Vital, B. R.; Almeida, W.; Pereira, B. L. C.; Cardoso, M. T. Parâmetros de qualidade da madeira e do carvão vegetal de *Eucalyptus pellita* F. Muell. *Scientia Forestalis*, Piracicaba. 2010; 87(38): 431-439.

[16] 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, 2016.

[17] Liu, Z. Important properties of bamboo pellets to be used as commercial solid fuel in China. *Wood Sci Technol*. 2014; 48(5): 903-917.

[18] Brand, M. A. Energia de biomassa florestal. Rio de Janeiro: Interciência, 2010; 131p.

[19] Ostapiv, F. Resistência mecânica do material compósito: madeira de eucalipto-lâmina de bambu [tese]. Guaratinguetá: Universidade Estadual Paulista. 2011; 155 p.

[20] Sette Jr, C. R.; Lima P. A. F.; Lopes D. M. M.; Barbosa P. V. G.; Coneglian A.; Almeida R. A. Caracterização da biomassa, carvão e briquete de *Phyllostachys aurea* Carr. ex A. & C. Rivière, 2017.

[21] Sette Jr, C. R.; Freitas, P. C.; Freitas, V. P.; Yamaji, F. M.; Almeida, R. A. Production and characterization of bamboo pellets. *Biosci. J.* 2016, 32(4), p. 922-930, 2016

[23] Freitas, P., Silva, M. F., Silva, R. T., Coneglian, A., & Sette Jr, C. R. Evaluation of briquettes from bamboo species produced under different temperatures. *International Journal of Current Research*. 2016; 8(9), 39260-39265.