

## **PRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE BRIQUETES DE RESÍDUOS AGROFLORESTAIS**

Filipe Gonçalves de Sousa<sup>1\*</sup>; Mariana Ribeiro<sup>1</sup>; Daniela Vasconcelos de Oliveira<sup>2</sup>; Lorrainy da Costa Vieira<sup>1</sup>; Nívia Maria Carrijo do Vale<sup>2</sup>; Macksuel Fernandes da Silva<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mestrando(a) do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás (PPGAGRO/UFG)

<sup>2</sup>Doutorando(a) do Programa de Pós-Graduação em Agronegócio da Universidade Federal de Goiás (PPGAGRO/UFG)

<sup>3</sup>Doutor em Ciências Florestais pela Universidade de Brasília

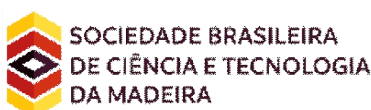
\* e-mail do autor correspondente: [filipe.goncalves@discente.ufg.br](mailto:filipe.goncalves@discente.ufg.br)

**Resumo:** A biomassa de resíduos agroflorestais se mostra relevante para pesquisas de viabilidade de novas fontes de matéria-prima como fontes de energia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de utilização dos resíduos agroflorestais palha de milho e madeira de eucalipto em proporções: 100% milho, 100% madeira e 50% cada para produção de briquetes. A caracterização dos resíduos agroflorestais *in natura* foi realizada através da determinação da densidade a granel, teor de cinzas, teor de umidade e poder calorífico superior (PCS). Os briquetes foram analisados por sua densidade aparente e durabilidade, teor de umidade e PCS. Os briquetes formados de madeira do eucalipto apresentaram características superiores, seguido pelos briquetes formados pela mistura entre os resíduos de eucalipto e palha de milho. O material densificado a partir dos resíduos agroflorestais avaliados apresenta-se como uma alternativa viável para os briquetes formados por eucalipto ou com a mistura entre eucalipto e palha de milho.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus*; Biomassa; Milho; Aproveitamento energético

## **PRODUCTION AND EVALUATION OF BRIQUETS FROM AGROFORESTRY WASTE**

**Abstract:** Biomass from agroforestry residues is relevant for feasibility studies of new sources of raw material as energy sources. The goal of this work was to evaluate the potential use of agroforestry residues corn straw and eucalyptus wood in proportions: 100% corn husk, 100% wood and 50% each for the production of briquettes. The characterization of agroforestry residues *in natura* was carried out by determining the bulk density, ash content, moisture content and higher calorific value (PCS). The briquettes were analyzed for their bulk density and durability, moisture content and PCS. The briquettes formed by the eucalyptus wood showed superior characteristics, followed by the briquettes formed by the mixture between eucalyptus residues and corn husk. The material from the evaluated agroforestry residues presents itself as a viable alternative for the briquettes formed by eucalyptus or with the mixture between eucalyptus and corn husk.



**Keywords:** *Eucalyptus*; Biomass; Corn, Energy utilization

## 1. INTRODUÇÃO

No Brasil, o consumo de energia proveniente de fontes não renováveis ainda é maior que o consumo de energias renováveis. Entretanto, ao comparar utilização de fontes renováveis com outros países, a matriz energética brasileira se apresenta mais diversificada. De acordo com [1], 44,8% da matriz energética correspondeu ao uso de fontes renováveis em 2021, sendo a biomassa de cana de açúcar e a fonte hídrica as mais relevantes, com 11,0% e 16,4%, respectivamente.

A produção de milho busca atender diversos mercados, sendo destinado para o consumo humano, consumo animal e a produção de biocombustíveis. O Brasil deve alcançar na safra 2021/2022, 114.588 milhões de toneladas, demonstrando assim o valor estratégico da produção do grão para o país. Para o mesmo período, estima-se que o Estado de Goiás, apresente uma produção de 1.825 milhões de toneladas de milho, mantendo a terceira posição no ranking nacional [2].

A cultura do eucalipto no Brasil, consolidou-se como uma espécie com potencial de uso da madeira, embora seja possível o uso das folhas, casca, além do uso como matéria-prima para a fabricação de celulose e papel. O cultivo do eucalipto no país ocupa atualmente, cerca de 7,3 milhões de hectares, sendo o estado de Goiás, 13º produtor, com 156.000 hectares [3].

Considerada uma alternativa de fonte de energia renovável, com potencial de diminuição de emissão de gases de efeito estufa e consumo de combustíveis fósseis, a biomassa de resíduos agroflorestais se mostra relevante para pesquisas de viabilidade de novas fontes de matéria-prima como fontes de energia [4]. Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o potencial de utilização dos resíduos agroindustriais da palha de milho e da madeira do eucalipto em diferentes proporções de misturas para produção de briquetes.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O resíduo florestal foi constituído por cavacos de madeira de eucalipto fornecidos por uma empresa do ramo alimentício no estado de Goiás, enquanto o resíduo agrícola foi coletado no plantio da escolha de veterinária da UFG. A pesquisa foi realizada no Laboratório de Qualidade da Madeira e Bioenergia (LQMBio) da Universidade Federal de Goiás (UFG). A caracterização *in natura* foi realizada no material a 20 mesh, sendo os tratamentos utilizados neste trabalho: 100% resíduo de madeira de eucalipto, 100% resíduo de milho e mistura 50% dos dois resíduos.

A caracterização dos resíduos agroindustriais *in natura* foi realizada através da determinação da densidade a granel, teor de cinzas, teor de umidade, poder calorífico superior (PCS) e densidade energética, de acordo com as normas NBR 6922/1981, NBR 8112/1986, ASTS

E871-2013 e NBR 8633/1984 [5,6,7,8], respectivamente.

A biomassa dos resíduos agroindustriais foi inserida em uma briquetadeira laboratorial, com temperatura de 120 °C, pressão 120 kgf cm<sup>-2</sup>, com tempo de compactação de 5 minutos e resfriamento de 5 minutos. Para cada briquete utilizou-se 20 g de resíduo, obtendo-se ao final um briquete de aproximadamente 2 cm de comprimento e 3 cm de diâmetro.

A densidade aparente dos briquetes foi determinada por meio do método estequiométrico, o qual consiste em obter o volume a partir de medições, utilizando um paquímetro e a massa do briquete em uma balança com precisão de 0,001 gramas. Foi obtida através da Equação 1:

(1)

Onde:

DAP = Densidade aparente (g cm<sup>-3</sup>); Mi= Massa inicial (g); V= Volume (cm<sup>3</sup>).

A durabilidade foi determinada pela perda de massa dos briquetes, conforme descrito por [9,10]. Os briquetes foram pesados para a obtenção da massa inicial e na sequência colocados em uma peneira de 20 mesh, permanecendo em agitação por 10 minutos, a 80 rotações por minuto. Após este procedimento, os briquetes foram novamente pesados e obtidos a massa final. A durabilidade foi calculada a partir da Equação 2:

(2)

Onde:

Dur = Durabilidade do briquete (%); Mid = Massa inicial (g); Mfd = Massa final (g).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados médios das características dos resíduos *in natura* podem ser observados na Tabela 1. Houve diferença estatística para todas as variáveis analisadas, sendo o resíduo da madeira do eucalipto o que apresentou as melhores características para uso energético, seguido pela mistura eucalipto/milho e milho. Observou-se que o resíduo da madeira do eucalipto foi o único que apresentou teor de umidade variando entre 8 e 15%, valor considerado adequado para produção de briquetes de acordo com [11].

Tabela 1: Características energéticas das biomassas de eucalipto, milho e mistura.

Tratamento	Densidade a granel (kg/m <sup>3</sup> )	Teor de umidade (%)	Cinzas (%)	PCI (MJ/kg <sup>-1</sup> )	Densidade energética (MJ/m <sup>3</sup> )
------------	---	---------------------	------------	----------------------------	---

<b>Eucalipto</b>	175,33a	08,95c	0,64c	15,66a	2746,67a
<b>Milho</b>	110,00c	22,94a	4,85a	11,99c	1318,70c
<b>Mistura (50% cada)</b>	139,33b	17,03b	2,49b	13,57b	1891,67b

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si a 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey. PCI = poder calorífico inferior

As características dos briquetes podem ser observadas na Tabela 2. Não foi possível a compactação da biomassa do milho – os briquetes não se formaram. Este resultado se deve, provavelmente, ao alto teor de umidade do material (Tabela 1) [11], por esse motivo os valores apresentados na Tabela 2 não contemplam os dados dos briquetes de milho. Pode-se observar que com exceção da durabilidade, todas as variáveis analisadas apresentam valores superiores para os briquetes de eucalipto. Ao comparar os valores antes e depois da briquetagem, é possível observar que a densidade da biomassa após a compactação é significativamente maior.

Tabela 2: Características energéticas dos briquetes da madeira de eucalipto e mistura.

<b>Tratamento</b>	<b>Densidade (kg/m<sup>3</sup>)</b>	<b>Durabilidade (%)</b>	<b>Teor de umidade (%)</b>	<b>PCI (MJ/kg<sup>-1</sup>)</b>	<b>Densidade energética (MJ/m<sup>3</sup>)</b>
<b>Eucalipto</b>	1192,07a	99,10b	9,03b	15,65a	18656,46a
<b>Mistura (50% cada)</b>	766,10b	99,70a	17,03a	13,10b	10034,76b

Média seguidas da mesma letra não diferem entre si a 95% de probabilidade, pelo teste de Tukey . PCI = poder calorífico inferior

#### 4. CONCLUSÕES

A densificação aumentou a densidade energética dos resíduos de madeira de eucalipto e de mistura (50% madeira do eucalipto + 50% do milho). O briquete obtido a partir da madeira de eucalipto possui uma densidade energética 53,79% maior que o briquete composto pela mistura. Verifica-se que as biomassas possuem potencial de uso em processos termoquímicos de combustão.

A produção de material densificado a partir dos resíduos agroindustriais avaliados com foco na geração de energia apresenta-se como uma alternativa viável para os briquetes formados por

eucalipto ou com a mistura entre eucalipto e palha de milho.

## 5. REFERÊNCIAS

- [1] MME - MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA. Balanço Energético Nacional: Ano base 2021. Empresa de Pesquisa Energética – Rio de Janeiro: EPE, 2022. <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2022>.
- [2] CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 8 oitavo levantamento, abril 2022.
- [3] Cavalcanti, A.C; Calil, F. N.; Borges, J. D.O.; Afiune Sobrinho, J. O eucalipto em Goiás: Técnicas, Desafios e Oportunidades. 2019.
- [4] Pinto Júnior, J. E.; Santarosa, E.; Goulart, I. C. G. dos R. Histórico do cultivo de eucalipto. Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Brasília, DF: Embrapa, 2014, p. 1-138.
- [5] ABNT (1981) – Carvão vegetal: Ensaio físico – Determinação da massa específica – Densidade a granel. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 6922.
- [6] ABNT (1986) – Carvão vegetal: Análise Imediata. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 8112.
- [7] ASTM E871-82(2013), Standard Test Method for Moisture Analysis of Particulate Wood Fuels, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2013.
- [8] ABNT (1984) – Carvão vegetal: determinação do poder calorífico. Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT, NBR 8633.
- [9] Toscano, G.; Riva, G.; Foppa Pedretti, E.; Corinaldesi, F.; Mengarelli, C. & Duca, D. (2013) – Investigation on wood pellet quality and relationship between ash content and the most important chemical elements. Journal Biomass and Bioenergy, vol. 56, p. 317 -322. <http://doi.org/10.1016/j.biombioe.2013.05.012>
- [10] Liu, Z.J.; Fei, B.H.; Jiang, Z.H.; Cai, Z.Y & Liu, X. E. (2014) – Important properties of bamboo pellets to be used as commercial solid fuel in China. Wood Science Technology, vol. 48, n. 5, p. 903 -917. <http://dx.doi.org/10.1007/s00226-014-0648-x>
- [11] Paula, L. E. R.; Trugilho, P. F.; Rezende, R. N.; Assis, C. O.; Baliza, A. E. R. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 31, n. 66, p. 103-112. (2011).