



# INFLUÊNCIA DA TEMPERATURA DE PELETIZAÇÃO NAS PROPRIEDADES FÍSICAS DE PELLETS DE BRACATINGA (*Mimosa scabrella* Benth.)

Jaily Kerller Batista de Andrade<sup>1</sup>, Everton Hillig<sup>2</sup>, Eduardo da Silva Lopes<sup>3</sup>, Jessica Grama Mesquita<sup>4</sup>, Márcio Assis Cordeiro<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Pós-doutorando em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Campus Irati-PR. Bolsista (PDPG-POSDOC) - UNICENTRO. jaily.10@hotmail.com

<sup>2</sup>Orientador, Doutor, Docente no Curso de Engenharia Florestal, UNICENTRO. ehillig@unicentro.br

<sup>3</sup>Orientador, Doutor, Docente no Curso de Engenharia Florestal, UNICENTRO. eslopes@unicentro.br

<sup>4</sup>Doutoranda em Ciências Florestais, Universidade Estadual do Centro-Oeste - UNICENTRO, Campus Irati-PR. jfloresta01@gmail.com

<sup>5</sup>Bolsista de Apoio Técnico, Fundação Araucária - UNICENTRO, Campus Irati-PR. marcio.engflorestal@gmail.com

## RESUMO

Este estudo avaliou o efeito de três temperaturas de pelletização (40, 50 e 60 °C) sobre as propriedades físicas de pellets de bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.). Foram analisados comprimento, diâmetro, densidade unitária, composição química imediata e poder calorífico. Os resultados mostraram que a temperatura de 60°C proporcionou pellets mais longos e densos, em função da maior plastificação da lignina, enquanto 40 e 50°C resultaram em maior diâmetro e menor densificação. A espécie apresentou baixo teor de cinzas (2,0%), elevado teor de materiais voláteis (79,3%) e carbono fixo com teor de 18,6%, confirmando seu potencial energético. Conclui-se que a temperatura de 60 °C otimiza a qualidade dos pellets, reforçando a viabilidade da bracatinga como biomassa para fins energéticos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomassa florestal; Compactação da bioma; Energias renováveis.

## 1 INTRODUÇÃO

A preocupação com a sustentabilidade e a escassez de recursos fósseis têm incentivado o desenvolvimento de tecnologias limpas e eficientes. Entre as alternativas disponíveis, os pellets de biomassa surgem como uma opção eficiente, já que permitem o aproveitamento de resíduos orgânicos e contribuem para a diversificação da matriz energética de forma renovável e sustentável. A biomassa lignocelulósica é uma das principais fontes de energia, pois é abundante e pode ser encontrada em várias formas, como resíduos florestais, agrícolas e industriais (SILVA et al., 2020).

A pelletização é um processo que pode melhorar a densidade energética e as propriedades físicas e químicas da biomassa florestal, tornando-a uma fonte de energia mais viável. No Brasil, a produção de pellets de biomassa tem crescido nos últimos anos, mas ainda há desafios a serem superados para melhorar a qualidade e a eficiência do produto (MESQUITA et al., 2024). De modo geral, o processo de pelletização tem como objetivo compactar a madeira, transformando-a em um combustível sólido de maior qualidade energética, com formato uniforme, o que facilita seu transporte, armazenamento e aproveitamento na queima.

As principais características que influenciam a produção de pellets estão relacionadas às espécies de madeira utilizadas, às suas propriedades anatômicas, físicas, químicas e energéticas (GARCIA et al., 2017). Além das características da matéria-prima, o próprio processo de pelletização exerce influência direta sobre a qualidade e as propriedades dos pellets (COSTA NETO et al., 2025). Fatores como a pressão aplicada e, principalmente, a temperatura adotada durante a compactação podem alterar sua densidade, resistência mecânica e eficiência energética, tornando esse parâmetro determinante para a qualidade dos pellets. No caso da bracatinga (*Mimosa scabrella* Benth.), espécie nativa e endêmica do Brasil, pertencente à família Fabaceae, de rápido



crescimento e ocorrência na Floresta Ombrófila Mista, ou Mata de Araucária, torna-se uma matéria-prima com características desejáveis para a produção de pellets (ACOSTA et al., 2023). A espécie é muito apreciada pela qualidade de sua madeira para fins energéticos, sendo empregada como fonte de biomassa, lenha e carvão.

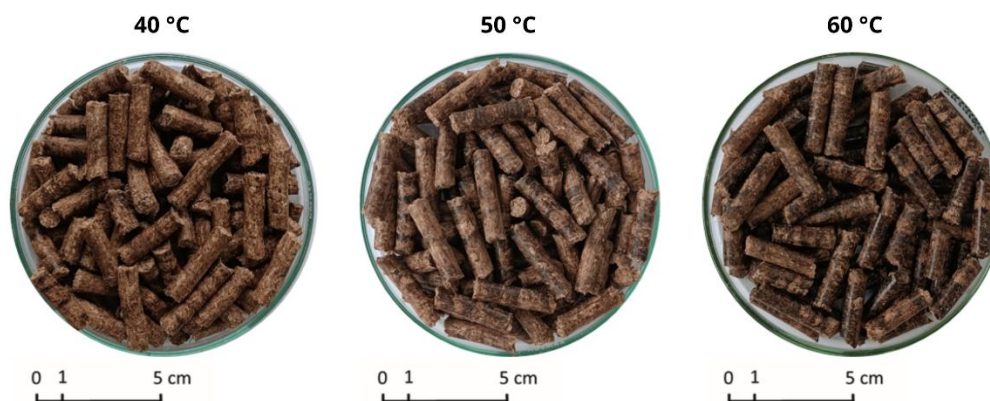
Diante desse contexto, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de três diferentes temperaturas de peletização (40, 50 e 60 °C) da madeira de bracatinga sobre as propriedades físicas dos pellets produzidos, buscando compreender como a variação da temperatura durante o processo contribui para otimizar a qualidade e o desempenho do combustível sólido.

## 2 MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 COLETA DO MATERIAL E PRODUÇÃO DOS PELLETS

Foram utilizadas, nesta pesquisa, madeiras da espécie florestal *Mimosa scabrella* (bracatinga), coletadas no assentamento Evandro Francisco, localizado no município de Inácio Martins, PR. Foram selecionadas seis árvores, e de cada uma foram retirados cinco discos de madeira, com aproximadamente 3 cm de espessura, nas posições de 0%, DAP, 25%, 50%, 75% e 100% da altura comercial do tronco, para a confecção dos cavacos por meio de um picador florestal a disco acoplado a um trator. Em seguida, os cavacos foram secos e moídos para obtenção de partículas uniformes.

Foram produzidos aproximadamente 1,5 kg de pellets para cada uma das temperaturas de 40, 50 e 60 °C (Figura 1), utilizando uma peletizadora laboratorial da marca Amandus Kahl, modelo 14-175, com potência de 3,0 kW e capacidade de produção de 30 kg h<sup>-1</sup>. Os canais de compressão da matriz apresentavam diâmetro interno de 6,0 mm e comprimento de 20,0 mm.



**Figura 1:** Aspecto visual dos pellets de bracatinga produzidos nas temperaturas de 40, 50 e 60 °

### 2.2 AVALIAÇÃO DOS PELLETS

Para avaliar a qualidade dos pellets produzidos, foram realizadas análises físicas, incluindo comprimento, diâmetro e densidade unitária. Além disso, realizou-se a análise química imediata para determinar os teores de umidade, materiais voláteis, carbono fixo e cinzas. A avaliação da qualidade energética foi realizada por meio da determinação do PCS (Poder Calorífico Superior), PCI (Poder Calorífico Inferior) e PCU (Poder Calorífico Útil).

O diâmetro e o comprimento dos pellets foram determinados conforme a norma EM ISO 17829, utilizando paquímetro digital. A densidade unitária foi calculada pela razão entre a massa do pellet, obtida em balança analítica digital, e seu volume, considerando-se sua geometria cilíndrica.



O teor de umidade foi determinado conforme a norma D-1762-84 (ASTM, 2021), utilizando estufa laboratorial com temperatura final de  $103 \pm 2$  °C até que a massa se estabilizasse. O mesmo procedimento foi empregado para a determinação dos teores de materiais voláteis, carbono fixo e cinzas. Para a análise do poder calorífico superior, poder calorífico inferior e poder calorífico útil, foi utilizada a norma EN 14918 (DIN 2010).

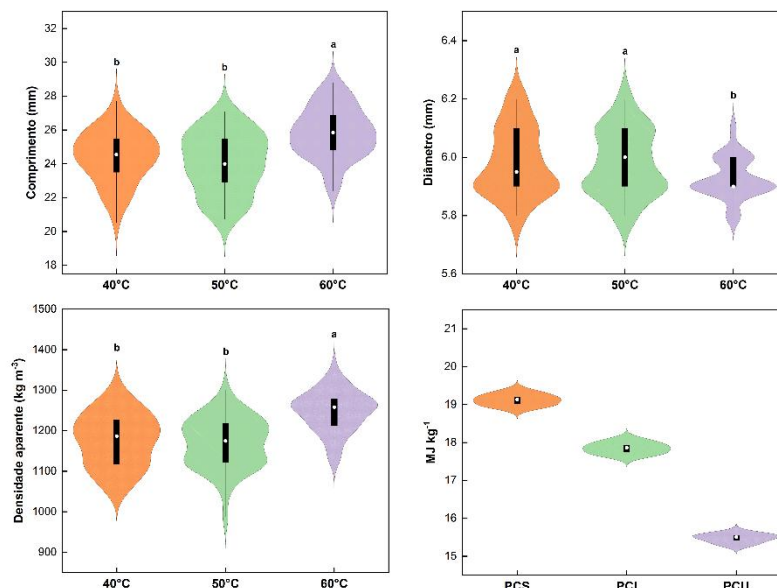
## 2.3 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram submetidos aos testes de normalidade (Shapiro-Wilk) e homocedasticidade (Bartlett). Em seguida, realizou-se a análise de variância (ANOVA), seguida pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ), utilizando um delineamento inteiramente casualizado com três tratamentos (temperaturas). Foram realizadas cinco repetições para a análise química imediata, teor de umidade e poder calorífico superior, e 50 repetições para comprimento, diâmetro e densidade unitária.

## 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 PROPRIEDADES FÍSICAS DOS PELLETS

Os resultados das propriedades físicas dos pellets de bracinga estão apresentados nos Figura 2, permitindo a avaliação do efeito das diferentes temperaturas de peletização sobre o comprimento, diâmetro e densidade unitária dos pellets.



**Figura 2:** Propriedades físicas dos pellets de bracinga produzidos em diferentes temperaturas. Médias do PCS, PCI e PCU. Médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si, de acordo com o teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

**Fonte:** Dados da pesquisa

Observa-se que a temperatura de 60 °C resultou em pellets significativamente mais longos em comparação àqueles produzidos a 40 °C e 50 °C, que não apresentaram diferenças estatísticas entre si. Esse resultado indica que temperaturas mais elevadas podem favorecer a mobilidade e a fluidez do material no interior da peletizadora, promovendo a formação de pellets de maior comprimento. Esse efeito pode estar associado à plastificação da lignina, que, em condições de maior temperatura, atua como um ligante natural ao facilitar a compactação das partículas de madeira. Tal fenômeno é fundamental



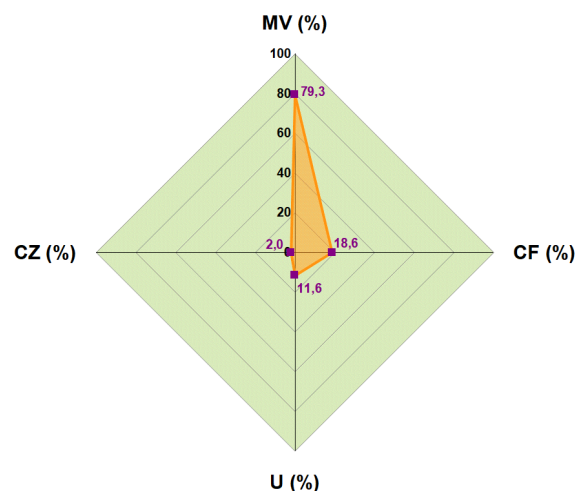
em processos industriais como a briquetagem e a peletização de biomassa, nos quais a lignina desempenha papel essencial na produção de combustíveis sólidos mais densos e resistentes.

Em relação ao diâmetro, os pellets produzidos a 40 °C e 50 °C apresentaram valores significativamente maiores em comparação àqueles obtidos a 60 °C, sugerindo que a temperatura mais elevada promoveu maior densificação radial e, conseqüentemente, menor diâmetro final. Esse comportamento pode estar associado ao aumento da plasticidade do material a 60 °C, que favorece uma compactação mais eficiente sob a pressão de peletização. A padronização do diâmetro é um fator relevante para a utilização dos pellets em equipamentos de combustão.

A maior densidade aparente observada a 60 °C reflete a maior compactação do material. Valores mais elevados de densidade são desejáveis, pois contribuem para o desempenho energético dos pellets, além de otimizar o transporte, o armazenamento e a eficiência da combustão.

### 3.2 ANÁLISE QUÍMICA IMEDIATA E PROPRIEDADES ENERGÉTICAS

A análise química imediata indicou que a madeira de bracatinga constitui uma boa fonte de biomassa, apresentando, em média, 79,3% de materiais voláteis, 18,6% de carbono fixo, baixo teor de umidade (11,6%) e apenas 2,0% de cinzas.



**Gráfico 1:** Análise química imediata dos pellets de bracatinga. MV = materiais voláteis; CF = carbono fixo; CZ = cinzas; U = umidade.

**Fonte:** Dados da pesquisa

Em conjunto, os resultados demonstram o potencial da madeira de bracatinga para uso como combustível sólido, corroborando com as pesquisas desenvolvidos por Acosta (2023), especialmente quando processada a temperaturas mais elevadas.

## 4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que a temperatura de produção de 60°C é a mais eficiente na otimização das propriedades físicas dos pellets da madeira de bracatinga, promovendo aumento da densidade unitária e do comprimento. Esse desempenho, associado à composição química e energética da madeira, evidencia o potencial da espécie como fonte de biomassa para fins energéticos.



## REFERÊNCIAS

ACOSTA, A. P. et al. Caracterização da madeira de *Mimosa scabrella* para seleção de árvores matrizes. **Iheringia, Série Botânica**, v. 78, 2023. Disponível em: <<https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/973>>. Acesso em: 10 ago. 2025.

COSTA NETO, A. A. et al. Wood residues from amazon species for the production of pellets. **Floresta**, v. 55, n. 1, 2025. Disponível em: <<https://revistas.ufpr.br/floresta/article/view/94710>>. Acesso em: 17 set. 2025.

DEUTSCHES INSTITUT FÜR NORMUNG, D. I. N. **DIN EN 14918**: Determination of calorific value. Belim: CEN, 2010b. 63 p. Disponível em: <<https://www.dinmergia.de/en/standard/din-en-14918/209618205>> Acesso em: 2 set. 2025.

GARCIA, D. P.; CARASCHI, J. C.; VENTORIM, G. O setor de pellets de madeira no Brasil. **Revista Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)**, v. 8, n. 1, 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/cienciada madeira/article/view/9146>>. Acesso em: 12 jun. 2025.

ISO. EN ISO 17829:2015 – **Solid biofuels** – determination of length and diameter of pellets. 2015. Disponível em: <<https://www.iso.org/standard/60693.html>>. Acesso em: 10 jun. 2025.

MESQUITA, J. G. et al. Wood waste pellets from sustainable forest management in the Amazon as an energy source. **Caderno Pedagógico**, v. 21, n. 6, p. e4769-e4769, 2024. Disponível em: <<https://ojs.studiespublicacoes.com.br/ojs/index.php/cadped/article/view/4769>>. Acesso em: 21 ago. 2025.

SILVA, S. B. et al. Influence of physical and chemical compositions on the properties and energy use of lignocellulosic biomass pellets in Brazil. **Renewable Energy**, v. 147, p. 1870-1879, 2020. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960148119314752>>. Acesso em: 2 set. 2025.