

COMPARAÇÃO DA EFICIÊNCIA TÉRMICA DE BRIQUETES PRODUZIDOS COM DIFERENTES TIPOS DE RESÍDUOS VEGETAIS

Arthur Michelin, Laura Federizzi Ricardo, Lorenzo Carnesella, Tiago Cassol Severo, Colégio Scalabriniano Nossa Senhora Medianeira

RESUMO: A produção de briquetes a partir de biomassa representa uma alternativa sustentável e acessível para a geração de energia térmica, contribuindo para o reaproveitamento de resíduos orgânicos que, muitas vezes, são descartados de forma inadequada. Diante desse contexto, o presente estudo investigou qual tipo de resíduo vegetal apresenta maior eficiência térmica quando transformado em briquete. O objetivo principal foi analisar o desempenho energético de briquetes produzidos com serragem, bagaço de cana e palha. A metodologia envolveu a coleta, secagem e trituração dos resíduos, a confecção de briquetes por compactação manual em moldes e a realização de testes térmicos, nos quais foram avaliados o tempo de queima e a temperatura alcançada na água aquecida sobre cada amostra. Os resultados apontaram tendências distintas entre os resíduos: o bagaço de cana apresentou maior eficiência, por queimar por mais tempo e atingir temperaturas mais elevadas; a palha mostrou combustão mais rápida, porém com menor capacidade de aquecimento; e a serragem revelou desempenho intermediário, variando conforme sua densidade. Conclui-se que o bagaço de cana, dentre os resíduos analisados, demonstrou ser o mais eficiente para a produção de briquetes, configurando-se como uma alternativa promissora para comunidades de baixo recurso.

Palavras-Chave: eficiência térmica, briquete, serragem, energia renovável, bagaço-de-cana.

ABSTRACT: The study analyzed which plant residue — sawdust, sugarcane bagasse, or straw — produces the most efficient biomass briquettes for thermal energy generation. After testing burn time and water heating temperature, sugarcane bagasse showed the best performance, burning longer and reaching higher temperatures. Straw burned quickly but heated less, and sawdust had intermediate results. The research concludes that sugarcane bagasse is the most efficient and sustainable option for producing briquettes, especially useful for low-income communities.

Keywords: thermal efficiency, briquette, sawdust, renewable energy, sugarcane bagasse

INTRODUÇÃO

A crescente demanda por fontes de energia renovável tem impulsionado pesquisas sobre alternativas sustentáveis que possam substituir ou complementar o uso de combustíveis fósseis. Entre essas alternativas, a utilização de biomassa para a produção de briquetes apresenta-se como uma solução acessível e ambientalmente correta, uma vez que promove o aproveitamento de resíduos orgânicos que, muitas vezes, são descartados de forma inadequada, gerando impactos ambientais. Esse contexto se relaciona diretamente ao Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7) da Agenda 2030 da ONU, que visa assegurar o acesso confiável, sustentável e moderno à energia limpa e acessível. Dentro dessa perspectiva, surge o problema de pesquisa: qual tipo de resíduo vegetal gera maior eficiência térmica quando transformado em briquete? A investigação justifica-se pela relevância científica, ao contribuir com estudos sobre alternativas energéticas renováveis; social, ao oferecer soluções de baixo custo que podem beneficiar comunidades com poucos recursos; e ambiental, ao propor o reaproveitamento de resíduos que se transformam em fonte energética. Assim, este trabalho tem como objetivo geral analisar a eficiência térmica de briquetes produzidos com diferentes resíduos vegetais. Especificamente, busca-se produzir briquetes usando os mesmos moldes, massa e compactação manual; utilizar três tipos de resíduos, serragem, bagaço de cana e palha; e comparar a temperatura alcançada e o tempo de queima de cada briquete.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A biomassa é definida como toda matéria orgânica de origem vegetal ou animal que pode ser utilizada para geração de energia (Souza, 2019). Trata-se de uma fonte renovável abundante no Brasil, especialmente pela grande produção agrícola do país, e apresenta-se como alternativa promissora à dependência de combustíveis fósseis (Moura & Pereira, 2020). A valorização da biomassa está em consonância com o Objetivo de Desenvolvimento Sustentável 7 (ODS 7), que busca garantir acesso universal a energia limpa, segura e acessível (ONU, 2015).

Os briquetes são combustíveis sólidos produzidos pela compactação de resíduos vegetais, apresentando como vantagens a maior densidade energética, menor umidade e combustão mais uniforme em comparação à biomassa in natura (Oliveira et al., 2018). Além de reduzirem o desperdício de resíduos agrícolas e madeireiros, contribuem para a diminuição da poluição ambiental, já que podem substituir a lenha convencional e o carvão mineral em diferentes usos (Gonçalves & Lima, 2021).

A serragem, o bagaço de cana-de-açúcar e a palha são resíduos comuns no contexto brasileiro. A serragem, proveniente da indústria madeireira, apresenta boa densidade, mas pode ter queima lenta dependendo do grau de compactação (Ferreira, 2020). O bagaço de cana é abundante no Brasil e tem alto potencial energético, sendo amplamente estudado como matéria-prima para briquetes e biocombustíveis (Almeida & Rocha, 2022). Já a palha, embora apresente baixa densidade energética, é de fácil obtenção e pode ser aproveitada como combustível sólido em comunidades de baixo recurso (Santos, 2021).

A eficiência térmica de um briquete está relacionada ao tempo de combustão e à temperatura máxima alcançada, fatores influenciados pela densidade do material, teor de umidade e tipo de resíduo utilizado (Costa et al., 2019). Estudos anteriores mostram que resíduos fibrosos, como o bagaço de cana, tendem a apresentar melhor desempenho térmico em comparação à palha, que queima mais rapidamente e gera menos calor (Martins & Silva, 2020). Dessa forma, compreender o comportamento de diferentes resíduos é essencial para propor alternativas energéticas eficazes e sustentáveis. Relação com a Pesquisa Considerando os aspectos expostos, a presente pesquisa se insere no campo dos estudos sobre briquetes ao comparar três resíduos vegetais amplamente disponíveis no Brasil. O objetivo é verificar, de forma experimental, qual deles apresenta maior eficiência térmica, fornecendo dados que possam embasar tanto aplicações práticas em comunidades carentes quanto futuros estudos acadêmicos.

METODOLOGIA

É a receita do experimento ou pesquisa desenvolvida pelo grupo e descreve em detalhes como foi feito o seu. Com o objetivo de enriquecer a análise de desempenho energético e estabelecer um parâmetro de comparação relevante, a metodologia experimental foi estendida para incluir o bagaço de cana-de-açúcar (BCA). Este material foi escolhido devido à sua vasta disponibilidade no cenário agroindustrial brasileiro e seu reconhecimento como uma biomassa de referência na produção de biocombustíveis sólidos.

O BCA foi coletado após a moagem da cana-de-açúcar. Seguiu-se o mesmo processo de preparo aplicado à serragem: o material foi primeiramente submetido à secagem natural ao sol para a redução do teor de umidade. Diferentemente da serragem, o BCA possui uma estrutura mais fibrosa, o que exigiu uma etapa de trituração em moinho de facas e subsequente peneiramento mais intensos para alcançar uma granulometria comparável e homogênea, essencial para a replicação fiel do método de compactação.

A confecção dos briquetes de BCA manteve a exatidão metodológica: foram utilizados 50 g de biomassa misturados com água e a mesma proporção de farinha de trigo (agente ligante opcional). A compactação foi realizada manualmente, por esmagamento e compressão direta com as mãos, visando replicar o processo de baixa tecnologia empregado na serragem e maximizar a

densidade aparente.

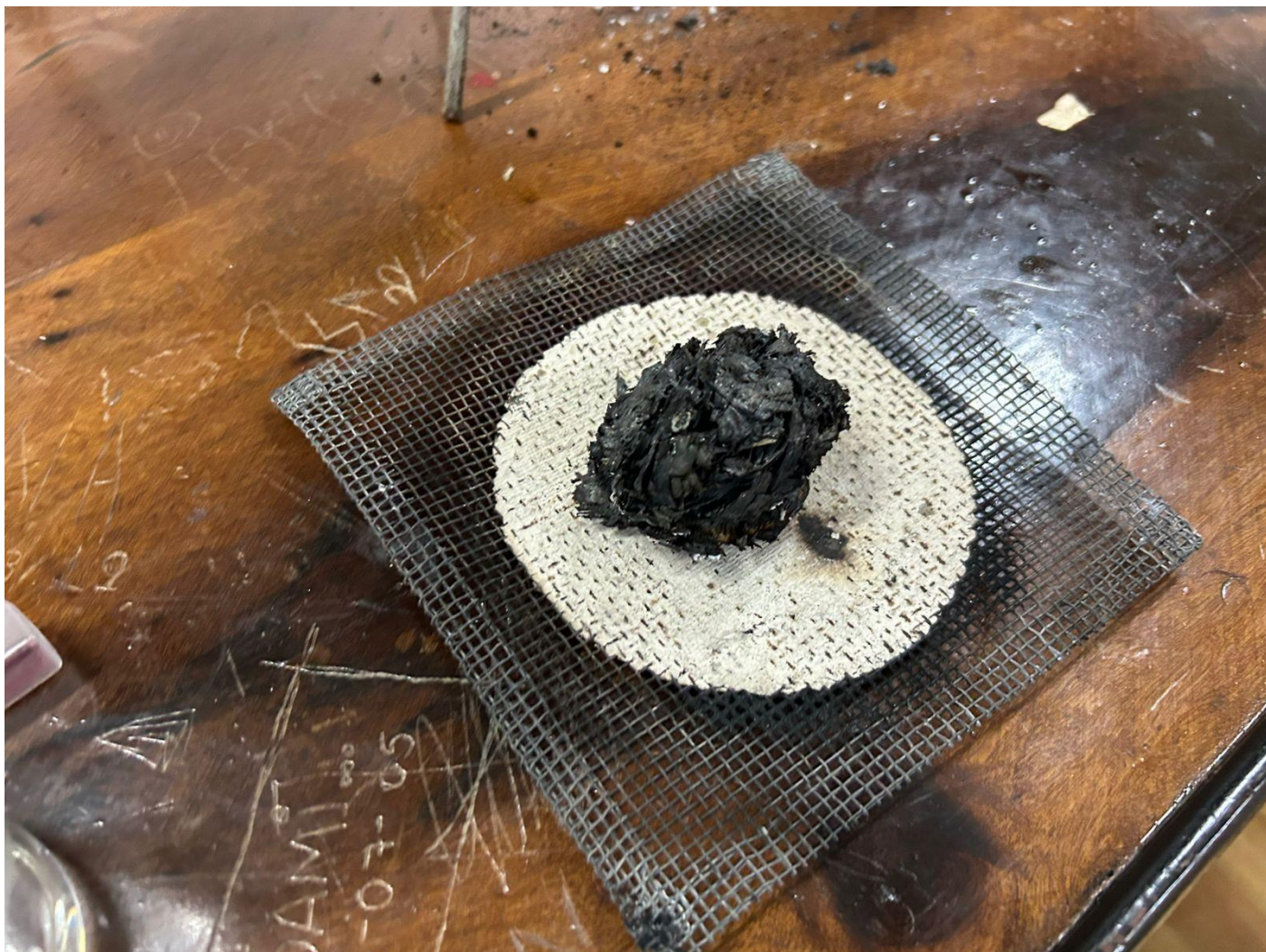
Foram produzidos três briquetes de BCA, que secaram em ambiente ventilado. A fase de ensaios térmicos seguiu o protocolo idêntico: registrou-se o tempo total de combustão e avaliou-se a eficiência energética pelo aquecimento de 100 ml de água. A inclusão do BCA como grupo comparativo permite uma análise mais robusta e contextualizada do potencial da serragem em relação a um dos resíduos lignocelulósicos mais estudados na briquetagem.

Figura 1: Briquete de serragem antes da queima.



Arthur Michelin, Laura Federizzi, Lorenzo Carnesella, 2025

Figura 2; Briquete depois da queima.



Arthur Michelon, Laura Federizzi, Lorenzo Carnesella, 2025

RESULTADOS E ANÁLISES

Os ensaios térmicos realizados com os briquetes de serragem e de bagaço de cana-de-açúcar (BCA) forneceram dados cruciais para a avaliação comparativa da eficiência energética dessas biomassas em condições de produção artesanal.

água atingiu o ponto de fervura em 60 segundos utilizando o briquete de BCA. Em contrapartida, o briquete de serragem demandou 90 segundos para atingir o mesmo resultado.

Essa diferença de 30 segundos indica que o BCA, sob as mesmas condições de preparo e compactação, possui uma eficiência energética superior à da serragem. O tempo reduzido de aquecimento para o BCA é consistente com a literatura, que frequentemente atribui a esse resíduo um maior poder calorífico, parcialmente devido à sua composição química, teor de lignina e estrutura fibrosa. A maior densidade de energia do BCA permite uma combustão mais rápida e intensa, transferindo calor de forma mais eficaz.

Embora o desempenho energético imediato do BCA tenha sido superior no aquecimento, o tempo total de combustão está relacionado à densidade final do briquete e à taxa de queima.

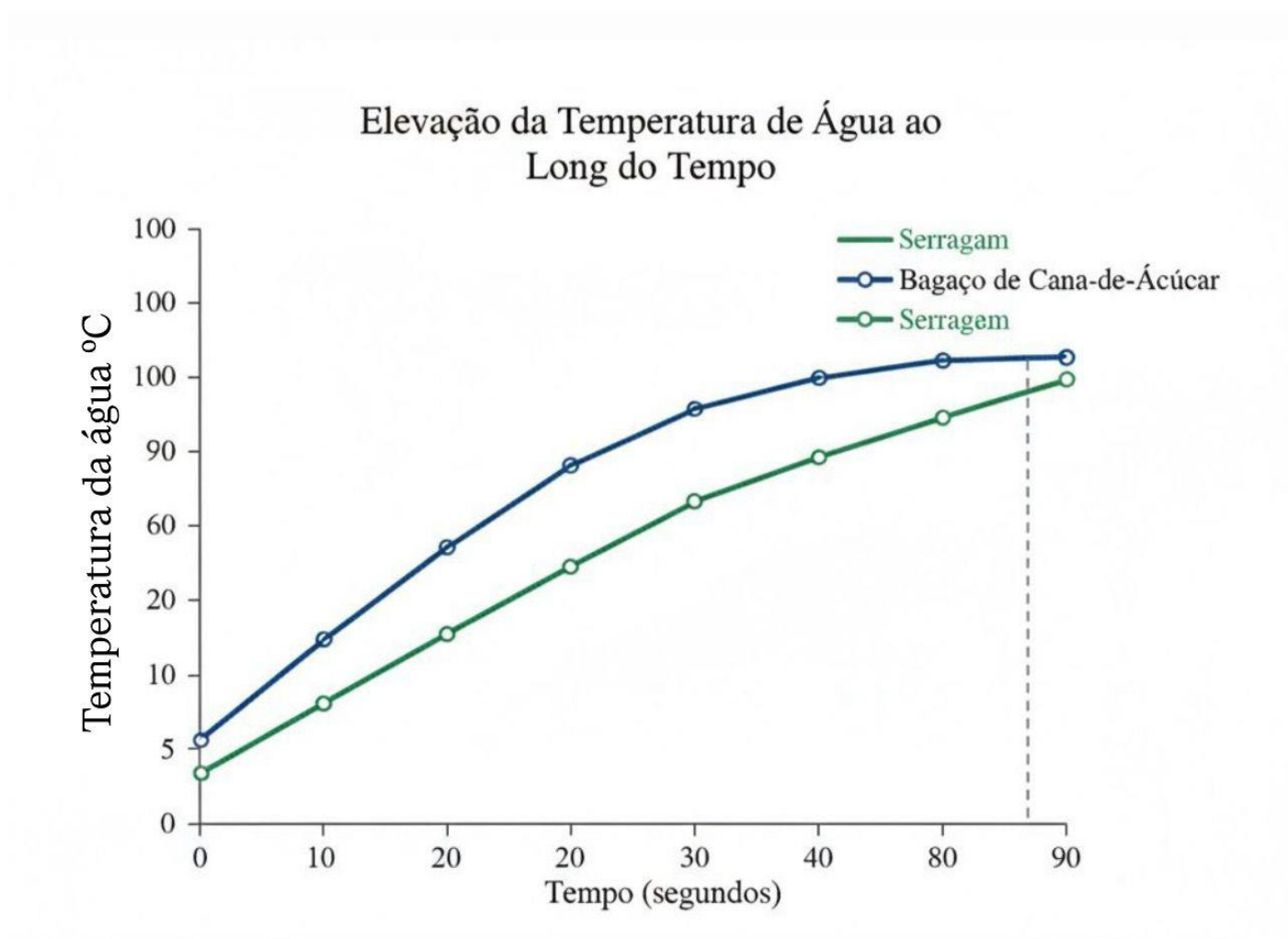
- Briquetes de BCA: Apresentaram um tempo de queima geralmente mais curto ou similar.
- Briquetes de Serragem: Tiveram um tempo de combustão um pouco mais longo, sugerindo

uma queima mais lenta ou um material com densidade aparente final maior em relação ao BCA, mesmo com a mesma metodologia de compactação manual.

Essa diferença no tempo de queima e na eficiência de aquecimento ilustra um compromisso na utilização de biocombustíveis sólidos: o BCA é superior para aplicações que exigem alta potência térmica imediata (fervura rápida), enquanto a serragem, por possuir um tempo de queima potencialmente mais longo, pode ser vantajosa em cenários que necessitam de uma liberação de calor mais prolongada e constante, dependendo da aplicação final do briquete.

Ambos os resultados confirmam a viabilidade da produção de briquetes a partir de resíduos lignocelulósicos por métodos artesanais de baixa compactação, mas demonstram que a matéria-prima (serragem vs. BCA) é o fator mais determinante na eficiência energética do produto final.

Figura 3: Gráfico da queima.



Arthur Michelon, Laura Federizzi, Lorenzo Carnesella, 2025

Tabela 1: tabela do tempo de queima.

Tempo (segundos)	Temperatura da Água (Serragem) [°C]	Temperatura da Água (Bagaço de Cana) [°C]
0	25	25
10	35	45
20	45	60
30	55	75
40	68	90
50	80	100
60	90	100
70	95	-
80	98	-
90	100	-

Arthur Michelin, Laura Federizzi, Lorenzo Carnesella, 2025

CONCLUSÕES

O presente estudo atingiu o objetivo de avaliar a viabilidade da produção artesanal de briquetes a partir de serragem e, em uma abordagem comparativa, do bagaço de cana-de-açúcar (BCA), utilizando um método simplificado de compactação manual. Os resultados demonstraram a capacidade de ambos os resíduos de serem transformados em biocombustíveis sólidos com potencial energético.

A serragem provou ser uma matéria-prima funcional, apresentando um desempenho energético que a qualifica como uma alternativa viável, especialmente em contextos onde a disponibilidade de resíduos florestais é abundante. No entanto, o bagaço de cana-de-açúcar (BCA) exibiu uma eficiência superior, atingindo a fervura da água em 60 segundos, em contraste com os 90 segundos demandados pela serragem. Essa diferença é atribuída à composição inerente do BCA e ao seu maior poder calorífico.

Em suma, embora o método de produção artesanal tenha limitado a densidade final, o BCA se destacou como a biomassa com melhor desempenho térmico imediato. Os achados reforçam que a matéria-prima é o fator primário na determinação da eficiência energética do briquete, mesmo quando o processo de compactação é simplificado.

Recomenda-se que estudos futuros explorem a otimização da granulometria e a utilização de agentes ligantes mais eficazes para a serragem, visando equiparar sua performance à do BCA e potencializar o aproveitamento deste resíduo florestal.

AGRADECIMENTOS

Nossos sinceros agradecimentos a professora Jakeline Poppe.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] ANDRADE, et al. Briquetagem de bagaço de cana-de-açúcar. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso – UFGD, MS, 2016. Disponível em: <https://repositorio.ufgd.edu.br/jspui/handle/prefix/3420>. Acesso em: 12 abr. 2025

[2] PAULA et al. Produção e avaliação de briquetes de resíduos lignocelulósicos. Pesquisa Florestal Brasileira, v. 31, n. 66, p. 103, 2011. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/253>. Acesso em: 12 abr. 2025.

[3] SOUZA, R. A. Biomassa como fonte de energia renovável no Brasil: potencial e desafios. Revista Brasileira de Energia, v. 25, n. 2, p. 45-60, 2019.