



APROVEITAMENTO DA BIOMASSA RESIDUAL DO MILHO NA MICROBACIA HIDROGRÁFICA DE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA

UTILIZATION OF MAIZE RESIDUAL BIOMASS IN THE SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA WATERSHED

Maria Eduarda Martins Cruvinel¹

Selizângela Pereira Rezende²

Resumo: O milho ocupa uma posição relevante no cenário agroeconômico brasileiro, destacando-se não apenas pelo volume produzido, mas também pela geração de resíduos com potencial de aproveitamento energético. Nesse contexto, o presente estudo teve como objetivo avaliar o potencial de utilização da biomassa residual do milho na Microrregião de São Miguel do Araguaia, com ênfase na estimativa do potencial energético associado à cultura e o uso que melhor otimiza a matéria prima. A pesquisa foi conduzida com base em dados oficiais do IBGE, Conab e BDE-Goiás, utilizando metodologia quantitativa para mensurar a palhada disponível, considerando parâmetros agrônômicos e critérios técnicos de coleta sustentável. Em seguida, procedeu-se com os cálculos para encontrar o Poder Calorífico Inferior e a Potência Elétrica gerada por cada município. Os resultados evidenciam que a biomassa residual do milho constitui uma fonte significativa de energia, no entanto, a quantidade de energia gerada a partir da biomassa não é suficiente para suprir o consumo elétrico total da microrregião. A vista disso, a pesquisa constatou a possibilidade de integrar um Centro de Gerenciamento de Briquetes que, além de representar uma alternativa viável para agregação de valor econômico à produção agrícola expõe o aproveitamento energético da palhada compactada em briquetes e contribui para a mitigação de impactos ambientais associados ao manejo inadequado de resíduos no campo. Assim, apesar das limitações, o milho ainda pode ser uma alternativa complementar na matriz energética local, contribuindo para a valorização dos resíduos agrícolas e incentivando práticas sustentáveis no meio rural.

Palavras-chave: Energia. Produção. Sustentabilidade. Agricultura.

¹ Aluna no PPG-CA Mestrado - IF Goiano, Rio verde-GO. - faz.ccomprida@gmail.com

² Docente - Unifimes.



Abstract: Maize plays a significant role in the Brazilian agroeconomic landscape, standing out not only for its production volume but also for the generation of residues with potential for energy recovery. In this context, the present study aimed to evaluate the potential use of maize residual biomass in the São Miguel do Araguaia microregion, with emphasis on estimating the energy potential associated with the crop and identifying the use that best optimizes the raw material. The research was conducted based on official data from IBGE, Conab, and BDE-Goiás, employing a quantitative methodology to estimate the available straw biomass, considering agronomic parameters and technical criteria for sustainable collection. Subsequently, calculations were performed to determine the Lower Heating Value (LHV) and the electrical power generation potential for each municipality. The results indicate that maize residual biomass constitutes a significant energy source; however, the amount of energy generated from this biomass is not sufficient to meet the total electricity demand of the microregion. In light of this, the study identified the feasibility of implementing a Briquette Management Center, which represents a viable alternative for adding economic value to agricultural production, promotes the energy use of compacted straw in the form of briquettes, and contributes to mitigating environmental impacts associated with improper residue management in the field. Thus, despite its limitations, maize can still serve as a complementary alternative in the local energy matrix, contributing to the valorization of agricultural residues and encouraging sustainable practices in rural areas.

Keywords: Energy. Production. Sustainability. Agriculture.

INTRODUÇÃO

A cultura do milho, *Zea mays* L., ocupa um espaço significativo no cenário agrícola, econômico e cultural brasileiro, sendo destaque como uma das principais commodities do país. O milho é cultivado na maior parte dos estados e abrange tanto o mercado interno onde é destinado a alimentação humana e a ração animal, além de ser matéria prima de indústrias, tanto o mercado externo, no qual se mostra expressivo e integra a pauta de exportações do agronegócio no Brasil. Além desses, essa gramínea ganha espaço para a produção de bioenergia, principalmente por meio do aproveitamento dos seus resíduos para a composição de etanol de segunda geração e biomassa energética (EMBRAPA, 2023).

Apesar dos intempéries climáticos ocorridos em diferentes regiões do país no ano de 2024, como chuvas irregulares e estiagens, de acordo com a Companhia Nacional de



Abastecimento (Conab), foram produzidas 115,86 milhões de toneladas do grão ao longo das três safras anuais. Desse montante, 16,8 milhões foram provenientes apenas do estado de Goiás, em 2,5 milhões de hectares (CONAB, 2024). Apesar da retração da área cultivada em 6,3% em relação à safra anterior, a produtividade do milho no estado de Goiás se mantém relevante e estratégica, impulsionando o crescimento do setor agropecuário e as cadeias de produção animal, além de suprir os insumos industriais.

Destarte, tem-se observado a ampliação do uso do milho como insumo para a produção de energia nos últimos anos, especialmente no contexto da bioeconomia e da transição para uma matriz limpa. Nesse sentido, destaca-se o aproveitamento da biomassa residual, composta principalmente por palha e sabugo, para fins energéticos, seja na forma de biocombustíveis ou de energia térmica e elétrica.

Nesse contexto, insere-se a microrregião de São Miguel do Araguaia, situada no noroeste goiano, composta pelos municípios de São Miguel do Araguaia, Mundo Novo, Crixás, Mozarlândia, Nova Crixás, Novo Planalto e Uirapuru. Todas essas cidades unidas ocupam uma área total de aproximadamente 24.381,55 km² (IFG, 2014) que esboçam atividades agropecuárias como o cultivo de grãos e a atividade pecuária de corte extensiva. Ao isolar a cultura do milho, foram colhidos 9.340 hectares, com uma produção total de 46.151 toneladas do grão no ano de 2024, de acordo com o Banco de Dados Estatísticos do Estado de Goiás (BDE-Goiás).

Essa produção se mostra crescente ao longo dos anos, isso implica estudos que busquem desenvolver alternativas para a otimização dos insumos produzidos e os demais produtos advindos da cultura, como a palha e o sabugo das plantas de milho, que podem ser reaproveitados.

No entanto, ainda são incipientes os trabalhos que avaliem a viabilidade energética da biomassa de milho em microrregiões com baixa densidade logística no Centro-Oeste. A análise da cadeia produtiva do milho nessa microrregião facilita o entendimento de aspectos vinculados ao uso das tecnologias disponíveis e aplicadas no campo, o impacto socioeconômico da produção e, consequentemente, a potencialidade para a geração de energia a partir dos resíduos gerados do milho. Dessa forma, esse trabalho tem como objetivo agrupar dados estatísticos atuais, com base bibliográfica da cultura do milho na microrregião de São Miguel do Araguaia para entender as possibilidades ao que diz respeito a produção de energia, assim como o impacto econômico e social da cultura.



METODOLOGIA

A metodologia utilizada neste trabalho baseou-se em uma pesquisa exploratória e descritiva, com foco no levantamento de dados em fontes oficiais, como a Conab, o IBGE, o BDE-Goiás e o IFG. A partir dessas plataformas, foram coletadas informações quantitativas sobre a produção de milho em nível regional, estadual e nacional, especialmente referentes à microrregião de São Miguel do Araguaia. A seleção dessas fontes se deu com o critério de confiabilidade, atualidade e relevância direta ao tema, permitindo uma análise mais precisa do papel da cultura do milho no cenário econômico agrícola da região estudada.

Com base nesses dados, foram elaboradas planilhas no Microsoft Excel para tabular as informações, realizar cálculos comparativos entre municípios, avaliar a capacidade de produção energética e da produção estimada de biomassa de cada localidade.

O cálculo foi realizado em três etapas: (1) estimativa da biomassa, (2) cálculo do poder calorífico, (3) conversão em energia elétrica e (4) definida a potência elétrica total que pode ser produzida.

Assim, com os valores de área cultivada e do total de produção de milho na primeira e segunda safra de 2024, foi possível obter as informações desejadas a respeito da produção de biomassa dos resíduos de milho. No entanto, a pesquisa buscou embasamento para os cálculos na quantidade de biomassa composta por sabugo, colmo, folha e palha do milho. Em razão disso, o valor admitido para P_{Col} foi encontrado considerando Koopmans; Koppeiam (1997), que indica uma produção de $2,2 T_{biomassa}/T_{milho}$ diante da biomassa com cerca de 11% de umidade. A fórmula utilizada foi:

$$(1) Mu_{Res} = P_{Col} * f_{Apr} * f_{Res}$$

onde:

Mu_{Res} : Biomassa úmida dos resíduos (kg);

P_{Col} : Produção total colhida na safra (kg);

f_{Apr} : Fator de aproveitamento dos resíduos;

f_{Res} : Fator residual da biomassa a base seca.

Nesse cálculo, o valor admitido no Fator Residual da Biomassa a Base Seca é de 1,42 e 40% em Fator Residual da Biomassa a Base Seca, esse parâmetro foi encontrado a partir de pesquisas durante a revisão bibliográfica a fim de considerar uma necessidade de 60% da biomassa como cobertura no solo.



Para encontrar o valor do Potencial Energético da microrregião, foi necessário sintetizar o Poder Calorífico Inferior Médio Residual da Biomassa Úmida em primeiro plano, para que, assim, o elemento aquoso ainda presente na matéria prima fosse descartado da equação, com o intuito de evitar o aumento do gasto de energia no sistema. Na equação, o valor admitido na Umidade da Biomassa Residual em Base Úmida foi obtido através da média de valores pré definidos em estudos realizados a partir da palhada do milho, considerando 11% de umidade.

O Poder Calorífico Inferior Médio Residual da Biomassa Seca, em megajoules por quilograma (MJ/Kg), foi obtido por meio do mesmo método, a média dos valores encontrados na literatura, 16,73%, 15,63% e 12,58%, resultando na média de 14,98% (NASCIMENTO et al., 2019) e o valor da Entalpia de Vaporização da Água a 25°C correspondente a 2,443 MJ/Kg (OLIVEIRA; SOUZA, [s.d.]). Esses valores foram aplicados na seguinte fórmula:

$$(2) PCl_{bu} = ((1 - w) * PCl_{bs}) - (w * hl_{\text{água}})$$

onde:

PCl_{bu} : Poder calorífico inferior médio residual da biomassa úmida (MJ/kg);

PCl_{bs} : Poder calorífico inferior médio residual da biomassa seca (MJ/kg);

w : Umidade da biomassa residual em base úmida;

$hl_{\text{água}}$: Entalpia de vaporização da água em condições padrão a 25°C (MJ/kg).

Com esse número encontrado, foi possível multiplicar ambos e visualizar, finalmente, o Potencial Energético dos municípios da microrregião em TJ/ano.

$$(3) E_n = Mu_{Res} * PCl_{bu}$$

onde:

E_n : representa o potencial energético, ou quantidade de energia elétrica (TJ/ano);

Mu_{Res} : Biomassa úmida dos resíduos (kg);

PCl_{bu} : Poder calorífico inferior da biomassa residual úmida (TJ/kg);

Ademais, fez-se necessário outro cálculo para atingir o valor da Potência Elétrica da Biomassa em megawatts, com um aproveitamento de 40% na planta industrial e com 4.320 horas anuais de disponibilidade de biomassa residual, uma vez que a produção do grão na região se divide em primeira ou segunda safra por município. A Partir desse princípio assumiu-se seis meses de aproveitamento energético:

$$(4) Pot_e = \left(\frac{Mu_{Res} * PCl_{bu}}{\Delta t} \right) * \eta_{Conv}$$

onde:

Pot_e : Potência elétrica da biomassa (MW);

PCl_{bu} : Poder calorífico inferior médio residual da biomassa úmida (MWh/kg);



Δt : Representa a disponibilidade em horas anuais, ou seja, é o período que contém biomassa residual;

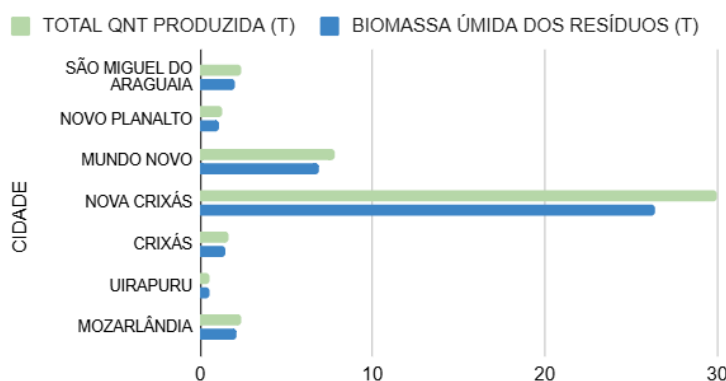
η_{conv} : Eficiência de conversão de energia no processo (40%).

Em síntese, as fórmulas aplicadas permitiram não apenas sistematizar os dados, mas também gerar gráficos que facilitaram a visualização e interpretação dos resultados. Todas as etapas da pesquisa foram descritas com clareza, de modo a garantir que outros pesquisadores ou colaboradores possam compreender os critérios utilizados e, se necessário, reproduzir a metodologia adotada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Assente do conteúdo apresentado e das pesquisas realizadas, foi possível sumarizar e compreender os valores encontrados. Dessa forma, o gráfico exibe a produção total de grãos colhidos em cada município, assim como os valores de biomassa úmida que podem ser obtidos através dessa produtividade.

Gráfico 1: Relação entre produção de grãos e biomassa de milho



Fonte: Autor

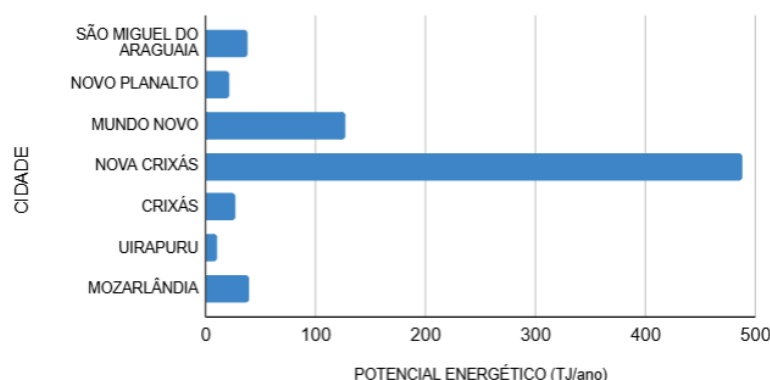
Cumprе destacar que a capacidade produtiva de biomassa do milho é expressiva quanto à produção de grãos. Conforme evidenciado no gráfico, os totais produtivos de ambos são semelhantes e diretamente proporcionais.

A partir de revisão bibliográfica, foi possível encontrar a quantidade de água que está presente na biomassa, para que não seja preciso um gasto de energia com o objetivo de queimar essa água durante o processo de combustão da matéria prima. Esse cálculo gerou um valor fixo de 0,00001300635 MJ/Kg de biomassa, o qual foi utilizado no restante dos cálculos. Dessa maneira, foi encontrado o potencial energético anual de cada cidade isolada.



Ilustrado no gráfico, destaca-se a cidade de Nova Crixás com maior potencial energético, seguida por Mundo Novo, também com um valor considerável. Essa análise possibilita melhor visualização de possíveis planos logísticos e estabelecimento de estruturas fabris para o beneficiamento dessa palhada.

Gráfico 2: Potencial Energético da microrregião de São Miguel do Araguaia



Fonte: Autor

A partir dos valores obtidos no gráfico uma nova fórmula foi aplicada com o intuito de, enfim, ser descoberta a potência elétrica da biomassa do milho em MW capaz de ser produzida pela microrregião. Para isso, foi utilizado o Poder Calorífico Inferior Médio Residual da Biomassa úmida encontrado durante o primeiro cálculo, a disponibilidade de horas anuais em que a biomassa está disponível, essa assumindo o valor de 6 meses, totalizando 4.320 horas e a eficiência de conversão de energia em 40%, ponderando perdas durante o processo fabril de geração energética.

Com os dados obtidos foi factível observar que a cidade de Nova Crixás se mostrou o município mais produtivo, com uma média de 45.344,7559 MW, enquanto Uirapuru, com 891,7802 MW, o de menor potencial em produção de energia elétrica, reafirmando os dados anteriores. Ao somar a capacidade total dos sete municípios que compõem a microrregião, o valor encontrado em Potência Elétrica proveniente de biomassa de milho foi 69.756,8609 MW, com primeira e segunda safras no ano de 2024.

Como resultado de uma revisão no GLOBAL COVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE & ENERGY, e os últimos valores disponíveis de energia potencial produzida com a biomassa de milho, do ano de 2023, a fim de estabelecer uma base de gasto da energia elétrica, gerou-se a seguinte tabela:



Tabela 01: Energia consumida e produzida na Microrregião de São Miguel do Araguaia em TJ

CIDADE	ENERGIA PRODUZIDA (TJ)	ENERGIA CONSUMIDA (TJ)
SÃO MIGUEL DO ARAGUAIA	12,7655	1.087,00
NOVO PLANALTO	6,9922	139,00
MUNDO NOVO	42,7148	200,00
NOVA CRIXÁS	163,2411	1.403,00
CRIXÁS	9,1415	746,00
UIRAPURU	3,2104	68,00
MOZARLÂNDIA	13,0593	943,00
TOTAL	251,1247	4.586,00

Fonte: Autor

Considerando o consumo anual de 2023 como uma média, assume-se um gasto regional de 4.586,00 TJ ao ano, enquanto a quantidade de energia que seria produzida a partir da produção de biomassa de milho no ano de 2024 totaliza 251,1247 TJ.

Desse modo, conclui-se que não seria possível que a microrregião fosse alimentada apenas pela produção de biomassa de milho, já que o potencial bioenergético elétrico é 5.47% da necessidade dos municípios. Em contrapartida, os bioinsumos provenientes da cultura do milho podem ser aproveitados para outras funções.

Ainda que se mostre ineficiente para a geração de eletricidade a partir da biomassa, a microrregião de São Miguel do Araguaia possui um grande potencial de expansão da atividade agrícola do milho. Com o intuito de fomentar a cultura na região e promover o máximo aproveitamento dos recursos, é prudente estudar a instalação de um Centro de Gerenciamento de Briquetes a partir da palha, folhas, colmo e do sabugo do milho em um município estratégico e central na região.

A briquetagem é um processo em que apenas a forma física da matéria prima é modificada, conservando as suas características químicas, além de aumentar o poder calorífico quando comparado ao da matéria-prima, uma vez que o briquete é submetido a um processo prévio de secagem. Quanto menor o teor de umidade presente no briquete, mais eficiente é o processo de combustão do mesmo, já que o volume de água será consumido mais rapidamente de maneira a favorecer a emissão de calor do material. Um estudo conduzido por Moura et al. (2019) demonstrou que o poder calorífico dos resíduos da palha do milho foi de 17192 KJ/Kg. Não obstante, Vale, Dantas e Zambrzycki (2013) encontraram resultados ainda mais satisfatórios, um PCS de 19090 KJ/Kg, enquanto que o eucalipto apresenta um poder calorífico de 4.126 kcal kg⁻¹ a 4.904 kcal kg⁻¹, entre folhas e madeira (Habitzreiter, 2019).



De acordo com Quirino, (1991) e Brito, (1991), 1m³ de briquetes corresponde a quatro vezes mais energia que 1m³ de resíduos da matéria prima original quando se considera a densidade a granel e o poder calorífico médio de ambos. Além desse ponto positivo, é possível salientar outras vantagens, como a maior densidade energética, uma maior rapidez na entrega de temperatura, uma redução nos custos de transporte, já que um representa um volume menor, um melhor aproveitamento de infraestrutura de armazenamento, baixa necessidade de mão de obra, poucos encargos sociais, além do benefício ambiental (Bertolo et al., 2010).

Quando se evidencia o esgotamento dos recursos naturais, em especial a lenha de eucalipto, utilizados nos fornos de armazéns e secadores de grãos, a produção dos briquetes a partir da matéria orgânica do milho se destaca como uma alternativa sustentável e com um custo consideravelmente baixo no investimento inicial e a longo prazo. Ademais, é válido considerar, também, que o cultivo do eucalipto no estado de Goiás se concentra na porção Sul, com 55% do total da produção, enquanto que somente 8% se distribui na porção Noroeste correspondente a microrregião de São Miguel do Araguaia, o que implica baixa disponibilidade desse recurso na localidade (Marcelino; Abdala, 2024).

A partir de um levantamento na microrregião, foram encontradas unidades de armazenamento de grãos, dentre eles o Armazém Ouro Verde, no município de São Miguel do Araguaia, o Armazém Brejeiro em Novo Planalto, a FECOAGRO e o Interfast em Nova Crixás. De modo geral, todas essas instalações utilizam da combustão de matérias primas vegetais para secagem dos grãos, em comum o cavaco e a serragem.

Constata-se, também, da presença da Usina Bionorte em São Miguel do Araguaia, essa é especializada na produção de biodiesel utilizando principalmente óleo de algodão e sebo bovino como matérias-primas. Para que essa produção ocorra, assim como nos armazéns, é necessária a queima de madeira, que pode ser substituída por briquetes de biomassa de milho.

O processo de briquetagem envolve etapas como secagem, moagem e compactação, que resultam em perdas operacionais de biomassa. Embora a literatura não estabeleça um valor único, estudos indicam variabilidade no rendimento do processo, sendo comum a adoção de perdas entre 5% e 10% em análises técnicas e energéticas. Assim, adotou-se o valor médio de 8% para representar as perdas industriais do sistema.

Ao considerar que a microrregião em estudo possui uma produção média de Biomassa Úmida dos Resíduos de 40.612,88 toneladas compostas da palhada do milho a 11% de umidade isso corresponderia a 36.948,69 toneladas de briquetes. Essa compactação da massa seca facilita o transporte e manuseio do produto, como também aumenta a eficiência de aproveitamento do insumo.



CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos resultados obtidos, verifica-se que o aproveitamento da biomassa residual do milho na microrregião de São Miguel do Araguaia apresenta potencial energético mensurável, porém limitado quando considerado como fonte principal para geração de energia elétrica. A discrepância entre o potencial estimado (251,1247 TJ/ano) e a demanda

energética regional (4.586,00 TJ/ano) evidencia que a biomassa do milho, isoladamente, não é capaz de atender às necessidades energéticas da microrregião, restringindo sua aplicabilidade no contexto da geração centralizada de energia.

Entretanto, a análise não invalida a relevância do recurso, mas direciona para usos mais eficientes e compatíveis com a realidade a fim de complementar a matriz energética regional. Nesse sentido, o aproveitamento da biomassa para geração de energia térmica, especialmente por meio da briquetagem, demonstra-se mais viável sob os aspectos técnico, econômico e logístico. A utilização de resíduos como palha e sabugo para produção de briquetes permite não apenas a valorização de subprodutos agrícolas, mas também a redução da pressão sobre recursos florestais, como a madeira de eucalipto, amplamente utilizada em processos de secagem de grãos.

A partir da metodologia adotada e das fórmulas aplicadas, foi possível realizar um levantamento claro do cenário atual, permitindo identificar os municípios com maior potencial energético e apontar possíveis gargalos logísticos, como a distância das usinas de processamento. Esses dados podem servir de base para projetos futuros que visem o aproveitamento energético da biomassa na região, concentrando próximo aos pólos de maior produção.

Sob essa perspectiva, recomenda-se o aprofundamento de estudos voltados à análise de viabilidade econômica da implantação de unidades de briquetagem na microrregião, considerando custos logísticos, escala de produção e demanda local por energia térmica. Ademais, sugere-se a realização de estudos de otimização da cadeia de coleta e transporte da biomassa residual, uma vez que a dispersão espacial da produção constitui um dos principais entraves para sua utilização em larga escala.

Além disso, a integração entre produtores rurais, cooperativas e unidades armazenadoras pode representar um caminho promissor para viabilizar o uso coletivo da biomassa, reduzindo custos operacionais e aumentando a eficiência do sistema. Políticas públicas de incentivo à bioenergia, aliadas a linhas de financiamento específicas para



tecnologias de aproveitamento de resíduos agrícolas, também são fundamentais para impulsionar a adoção dessas práticas na região.

Portanto, conclui-se que o aproveitamento da biomassa residual do milho, quando orientado por estratégias adequadas de uso e gestão, possui potencial para agregar valor à cadeia produtiva, fomentar a economia circular e promover um modelo energético mais sustentável e adaptado às especificidades regionais.

REFERÊNCIAS

ALVES, Darline Albuquerque de Holanda; BARCELLOS, Karla Miranda; ABUD, Ana Karla de Souza. Caracterização de briquetes obtidos a partir de resíduos do beneficiamento da mandioca e do milho. Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 41-48, 2016.

ALVES, F. M. et al. Determinação do poder calorífico inferior da biomassa residual da colheita do milho. Universidade Federal da Paraíba, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/27185/1/ALPS22062023.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025.

BDE-GOÍÁS. Banco de Dados Estatísticos do Estado de Goiás. Secretaria-Geral da Governadoria. Disponível em: <https://www.bde.goias.gov.br/>. 20 de março de 2026.

BIODIESELBR. Bionorte Biocombustíveis: Usina em Brasilândia - MS. São Paulo: BiodieselBR, [s.d.]. Disponível em: https://www.biodieselbr.com/usinas_brasil/fabrica/bionorte. Acesso em: 2 jun. 2025.

BERTOLO, L. R. Desenvolvimento de briquetes com folhas de árvores geradoras de energia térmica. Revista Eletrônica de Educação e Tecnologia do SENAI-SP. v.4, n.9, outubro de 2010. Acesso em: 05 set. 2025.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2023/24 – 12º levantamento. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br>. Acesso em: 20 de março de 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Acompanhamento da safra brasileira de grãos: safra 2023/2024 – 12º levantamento. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 20 de março de 2026.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO (Conab). Brasil deve produzir 299,27 milhões de toneladas de grãos na safra 2023/2024. Brasília: Conab, 2024. Disponível em: <https://antigo.conab.gov.br/ultimas-noticias/5615-brasil-deve-produzir-299-27-milhoes-de-toneladas-de-graos-na-safra-2023-2024>. Acesso em: 26 maio 2025.



EMBRAPA AGROENERGIA. Briquetagem e peletização de resíduos agrícolas e florestais. Brasília, DF: Embrapa Agroenergia, 2012. Folder. Disponível em: Infoteca-e. Acesso em: 20 de março de 2026.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Milho: cultivo, mercado e usos. Brasília: Embrapa, 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo>. Acesso em: 26 maio 2025.

FERNANDES, Débora Alves et al. Aproveitamento energético da biomassa de resíduos da colheita do milho (*Zea mays* L.). In: SIEPE – Salão de Iniciação à Pesquisa, Ensino e Extensão, 2021, Pelotas. Anais [...]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas, 2021. Disponível em: https://cti.ufpel.edu.br/siepe/arquivos/2021/EN_04337.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

FIGUEIRÊDO, Nyara Aschoff Cavalcanti; SILVA, Marta Célia Dantas. Biomassa proveniente da palha do milho *Zea mays*: caracterização para análise da viabilidade na produção de briquete. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE MEIO AMBIENTE E SOCIEDADE e CONGRESSO INTERNACIONAL DA DIVERSIDADE DO SEMIÁRIDO (I CONIMAS e III CONIDIS), 2019, Campina Grande. Anais... Campina Grande: Realize Editora, 2019. 6 p. ISSN 2526-186X. Disponível em: <<https://editorarealize.com.br/artigo/visualizar/63303>>. Acesso em: 05 set. 2025.

GLOBAL COVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE & ENERGY. Data Portal for Cities. [S.l.]: Global Covenant of Mayors for Climate & Energy, [2025]. Disponível em: <https://dataportalforcities.org/pt>. Acesso em: 31 maio 2025.

GONG, Chunxiao; LU, Donghui; WANG, Guanghui; TABIL, Lope; WANG, Decheng. Compression characteristics and energy requirement of briquettes made from a mixture of corn stover and peanut shells. *BioResources*, [S.l.], v. 10, n. 3, p. 5515-5531, 2015. Disponível em: <https://bioresources.cnr.ncsu.edu/resources/compression-characteristics-and-energy-requirement-of-briquettes-made-from-a-mixture-of-corn-stover-and-peanut-shells/>. Acesso em: 5 set. 2025.

HABITZREITER, Tiago Luis; ADAMI, Paulo Fernando; BRUN, Eleandro José; BATISTA, Vanderson Vieira; FERREIRA, Michael Luiz; GIACOMEL, Cleverson Luiz. Poder calorífico e análise econômica do uso total ou parcial da biomassa de eucaliptos. *Scientia Agraria Paranaensis*, Marechal Cândido Rondon, v. 18, n. 3, p. 282–288, jul./set. 2019. DOI: 10.18188/sap.v18i3.21822. Acesso em: 05 set. 2025.

INSTITUTO FEDERAL DE GOIÁS (IFG). Estudo das Microrregiões: Microrregião de São Miguel do Araguaia. 2014. Disponível em: https://www.ifg.edu.br/attachments/article/493/microrregiao_sao_miguel.pdf. Acesso em: 26 maio 2025.

MARCELINO, Eduardo Henrique Batista; ABDALA, Klaus de Oliveira. Efeitos econômicos e ecológicos da substituição de uso do solo por plantios de eucalipto. *Revista Eletrônica do Curso de Geografia: Graduação e Pós-Graduação*, Universidade Federal de Jataí, Jataí, n. 50, set./dez. 2024. Acesso em: 05 set. 2025.



MOURA, Isaac Anderson Alves de; DANTAS, Joelda; LIMA, Márcia Martins de; VALE, A. T. do; DANTAS, V. F. de S.; ZAMBRZYCKI, G. C. Potencial energético dos resíduos da cultura do milho (zea mays). Evidência, Joaçaba v. 13 n. 2, p. 153-164, jul./dez. 2013. Acesso em: 05 set. 2025.

RODRIGUES, Felipe Henrique. Combustão dos resíduos da colheita do milho (Zea mays L.) para geração de energia térmica. 2020. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Campo Mourão, 2020. Disponível em: <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/31399/1/combustaoresiduocolheitamilho.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025.

SANTOS, Mayara Patricia de Oliveira; OHARA, Monalisa Ayumi. Estudo cinético da pirólise da biomassa palha de milho verde. 2016. 60 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2016. Disponível em: <https://riut.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/12685/1/estudocineticopirolisemilho.pdf>. Acesso em: 5 set. 2025.

SILVA, J. L.; ATAÍDE, C. H. Análise térmica do sabugo de milho para pirólise rápida. 2019. 85 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2019. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/30161/1/Ana%CC%81liseTe%CC%81rmicaPi ro%CC%81lise.pdf>. Acesso em: 5 set. 2025.
[SEM AUTORIA]. Disponível em: <http://eventos.ufgd.edu.br/eneplex/anais/arquivos/393.pdf>. Acesso em: 26 maio 2025.