

BIOMASSA PROVENIENTE DA PALHA DO MILHO *Zea mays*: CARACTERIZAÇÃO PARA ANÁLISE DA VIABILIDADE NA PRODUÇÃO DE BRIQUETE

Isaac Anderson Alves de Moura¹

Joelda Dantas²

Márcia Martins de Lima³

Nyara Aschoff Cavalcanti Figueirêdo⁴

Marta Célia Dantas Silva⁵

INTRODUÇÃO

A busca por desenvolvimento, associado ao crescimento populacional e a expansão dos centros urbanos, desencadearam diversos desequilíbrios socioambientais, aumentando a demanda e pressão sob os ecossistemas, a fim da obtenção de recursos para produção de alimentos, desenvolvimento de atividades dos setores econômicos e produção de energia. Dentre tal panorama, a geração de resíduos sólidos agrava os impactos e modificações negativas na natureza, e houve um aumento da sua produção através de processos industriais.

Essas situações existentes despertam a preocupação com o descarte dos resíduos, dentre eles os lignocelulósicos, que podem causar problemas ambientais quando submetidos a ambientes inadequados, pois seu alto valor de matéria orgânica é uma fonte de nutrientes para microrganismos que são atraídos, levando a degradação da matéria. Além disso, os novos paradigmas relacionados à mitigação de impactos ambientais, dentre eles a diminuição das emissões de gases do efeito estufa, reforça a necessidade de obtenção de fontes alternativas, limpas e renováveis de energia.

Uma das formas de utilizar esse resíduo e diminuir a pressão sobre o meio ambiente é destiná-lo a compactação para produção de briquete, que se dá através da briquetagem, processo eficiente, concentrando uma grande quantidade de energia proveniente da biomassa em uma pequena unidade de área, tendo em vista que os briquetes possuem no mínimo cinco vezes mais energia que os resíduos que os originaram, sendo que seu poder calorífico é superior até ao da lenha. A redução de volume atingida através da briquetagem é um fator que se deve levar em consideração, haja vista que grandes áreas destinadas à armazenagem de resíduo podem ser reduzidas a dimensões bem inferiores, obtendo ganho de espaço, redução de gastos com transporte, e maior ganho de energia (FLORES et al., 2009).

Entre os resíduos gerados na agricultura encontra-se a biomassa oriunda do milho. O Brasil é atualmente o terceiro maior produtor de milho do mundo, com produção de 82 milhões na safra 2017/2018 e deve crescer para 96 milhões de toneladas na safra 2018/2019. A China, na segunda posição, foi responsável por 215 milhões de toneladas na safra 2017/2018 e deve chegar a 225 milhões de toneladas na de 2018/2019, de acordo com estimativa do USDA. Já os Estados Unidos lideram a produção, com 370 milhões de

¹Mestrando do Curso em Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, isaacmoura@cear.ufpb.br;

²Professora coorientadora: Doutora, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, joelda.dantas@cear.ufpb.br;

³Doutoranda do curso em Engenharia Mecânica, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, marciamartins10@yahoo.com.br;

⁴Mestranda do Curso em Energias Renováveis, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, naschoff@gmail.com;

⁵Professora orientadora: Doutora, Universidade Federal da Paraíba - UFPB, marta.cds@cear.ufpb.br.

toneladas na safra 2017/2018. Para 2018/2019, o desempenho do país deve oscilar, ficando em 361,4 milhões de toneladas (VALENTE, 2018).

O milho é cultivado em todas as regiões do Brasil. Sua produção ocorre em diferentes épocas do ano, devido às características relacionadas às condições climáticas das regiões. O cultivo de verão, também chamado de primeira safra, é o semeio concentrado na primavera/verão e predomina na maioria das regiões produtoras, com exceção das regiões Norte e Nordeste, em que, pela época de maior concentração de chuvas ser a partir do mês de janeiro, o período de semeadura é denominado segunda safra. O cultivo do milho semeado na região Centro-Sul do Brasil, realizado após a colheita da soja, com semeio concentrado no verão/outono, convencionalmente é nomeado de safrinha (CONTINI, 2019).

Segundo Quirino (2019) alguns dos principais tipos de resíduos lignocelulósicos utilizados na briquetagem são: a palha de milho, pó de serra, serragem de madeira (eucalipto, pinus, seringueira entre outros), e resíduos de compensado (principalmente de pinus), casca de arroz e bagaço de cana.

Neste sentido, assim como toneladas de milho são produzidas, toneladas de resíduos provenientes do consumo são geradas. O desenvolvimento da pesquisa teve como objetivo a caracterização a farinha da palha do milho visando seu potencial para produção de briquetes, tal caracterização abrangeu aspectos químicos (análise imediata e de FRX), aspectos físicos (umidade) e energéticos, com o estudo do poder calorífico do resíduo, a fim de mostrar se realmente é viável utilizá-lo como fonte de energia.

METODOLOGIA

Foram utilizados como biomassa rejeitos provenientes da palha do milho *Zea mays* fornecidas pela propriedade rural, sítio várzea do saco, localizada na cidade de Lavras da Mangabeira – CE. Atualmente a cidade tem uma população estimada em cerca de 31 mil habitantes, e está mais especificamente situada na zona do sertão do Alto Jaguaribe, na mesorregião do centro-sul do Ceará, tendo o solo irrigado pelas águas dos mananciais que descem do cariri.

As palhas do milho foram selecionadas, em seguida fez-se fragmentação, secagem e moagem para facilitar a conservação da matéria-prima.

A preparação da matéria-prima e pré-tratamento se deu através de cortes em pedaços menores que 3 cm, realizados manualmente com auxílio de uma tesoura, pesados e levados a estufa da marca MARCONI, modelo MA 035, onde o resíduo permaneceu por 24h a 100°C, depois submetido à moagem em um moinho de facas macro, da marca MHTOLI e modelo 050M020, procedimentos realizados no laboratório de ciências da Escola de Ensino Médio de Tempo Integral (EEMTI) Alda Férrer Augusto Dutra.

Em seguida, o resíduo foi levado para peneiração mecânica utilizando um peneirador Marca MATEST, modelo PENEIRADOR, com objetivo de padronização da granulometria da biomassa. Foi selecionada a peneira de meshes 80, vibração 60 (agitação).

Para a caracterização física, determinou-se a umidade, resíduos com umidade inferior a 14% são mais viáveis para produção de briquetes. Foi utilizado 1 g de resíduo base seca. O teor de umidade foi baseado na determinação da perda de peso do produto submetido ao aquecimento a 105 °C, até peso constante. O teste foi feito utilizando a balança para determinação de umidade marca ANALÍTICA, modelo AND MF-50 0,05%/max 51 g. A análise foi realizada pelo Laboratório LabMaq (Laboratório de Materiais e Química Ambiental) do Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

Já para a caracterização química, considerou-se o estudo da composição imediata do resíduo. O teor de cinzas ou resíduo mineral fixo corresponde ao resíduo obtido por

incineração em temperaturas de 550°C até a obtenção de cinzas claras. Foram utilizados cadinhos, Mufla marca QUIMIS, modelo FORNO MUFLA e balança de precisão, marca AAKER, modelo M214Ai. A análise foi realizada em triplicata utilizando 2 g do resíduo.

A análise de material volátil corresponde ao resíduo obtido por incineração em temperaturas de 950°C. Foram utilizados cadinhos, Mufla marca QUIMIS, modelo FORNO MUFLA e balança de precisão, marca AAKER, modelo M214Ai. A análise foi realizada em triplicata utilizando 1 g do resíduo.

Os elementos foram determinados por espectrometria de fluorescência de raio-X (FRX/EDX), utilizando um espectrômetro, modelo S2 Ranger, Bruker, com tubo de ródio como fonte de raios-X.

Para caracterização energética foi feito o estudo do poder calorífico superior do resíduo que expressa a energia produzida na forma de calor durante o processo energético, no caso do briquete expressa seu comportamento durante a combustão. A análise de poder calorífico superior (PCS) será determinada pela norma ASTM D5865- 13. A análise foi feita utilizando uma bomba calorimétrica de marca IKA, modelo C-200, e foi realizada pelo Laboratório LabMaq (Laboratório de Materiais e Química Ambiental) do Departamento de Engenharia de Energias Renováveis, da Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

DESENVOLVIMENTO

De acordo com Grossi (2015) biomassa é qualquer matéria orgânica de origem vegetal ou indiretamente animal, formada pelo processo de fotossíntese, que ocorre na presença de luz solar. Pode-se dizer que a biomassa é uma forma de armazenamento de uma pequena fração da energia solar que incide na superfície da Terra. Essa energia é armazenada na forma de ligações moleculares orgânicas e, por sua vez, é transformada e liberada por processos biológicos e termoquímicos. Vale destacar que é uma matéria renovável.

Para Nunes et al. (2013) os materiais lignocelulósicos são formados por estruturas duras e fibrosas, compostas principalmente pelos polissacarídeos celulose e hemicelulose (cerca de 70% da massa seca), acompanhada por outra macromolécula, formada por álcoois aromáticos, a lignina, aos quais se encontram unidos por ligações covalentes e de hidrogênio.

O milho de nome científico *Zea mays* é originário da atual região do México e consumido pelos povos americanos desde 5000 a.C. utilizado na alimentação de maias, incas e astecas, eles o cultivavam e o utilizavam também na arte e religião. O grão se expandiu para o mundo com a chegada dos europeus à América, sendo levado por Cristóvão Colombo à Europa e por navegadores portugueses para a Ásia. Atualmente é cultivado e consumido em quase todos os continentes (COELHO, 2018).

O briquete é um produto fabricado pela compactação de resíduos orgânicos e renováveis, por isso afirmamos ser um produto 100% natural, Ecologicamente Correto e Sustentável segundo a página (BIOBRASA, 2019). Ele é composto por resíduos de madeiras em geral, como pó de serra, maravalhas/fitinhas, cavacos ou pedaços de madeira picadas, sem o uso de aglutinantes. O briquete é utilizado para a queima em caldeiras, fornos, aquecedores e outros similares, pois seu poder calorífico é maior do que da lenha ou biomassas diversas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao teor de umidade encontrado foi de 8,07 % para o resíduo proveniente da palha do milho *Zea mays* seca a 100 °C, triturado, peneirado (mesh 80). Na determinação das cinzas, o resultado obtido para os ensaios realizados foi de 3,30 % para cada grama aproximadamente do resíduo da palha do milho. Em relação à determinação de material volátil, o resultado observado foi de 69,56 %.

Resultados que podem ser comparados com o de Alves (2014) que em pesquisa realizada com a palha do milho, foi observado 10,33 % para umidade, 2,30 % para cinzas e 86,33 % material volátil.

Quanto menor o teor de umidade, mais eficiente será o processo de combustão empregado, pois os teores de água serão consumidos mais rapidamente, favorecendo a ignescência do material. As cinzas expressam o resultado da queima de componentes orgânicos e da oxidação dos inorgânicos, a dificuldade da troca de calor durante o processo de combustão. Já material volátil determina a facilidade da queima da biomassa.

Este estudo permitiu identificar a quantidade de poder calorífico dos resíduos da palha do milho, apresentando um PCS de 17192 KJ/Kg. Podemos observar resultados mais altos de Vale, Dantas e Zambrzycki (2013) que mostra um PCS de 19090 KJ/Kg, Alves (2014) em estudo realizado com a palha do milho identificou um PCS de 18580 KJ/kg. Comparando com outro tipo de resíduo agrícola o resultado observado para a casca de amendoim é de 13248 KJ/kg, valor inferior do encontrado nessa pesquisa (FLORESTAL, 2014).

Os valores relacionados ao Poder Calorífico Superior (PCS) são comumente associados ao potencial energético da biomassa para substituir os derivados fósseis, pois representam a quantidade de energia produzida na forma de calor, durante o processo de combustão da matéria.

De acordo com Caires (2010) a lenha apresenta um poder calorífico entre 7112 e 10460. Já o briquete proveniente dos resíduos agrícolas o valor pode variar de 16736 e 20083 mostrando valores mais elevados do que a lenha. Outro dado abordado faz referência à umidade onde a lenha apresenta 20 a 45 % considerado alta em relação ao briquete que apresenta entre 8 a 12 %.

Na determinação da composição química através da análise de fluorescência de raio-X os principais elementos detectados na farinha proveniente da palha do milho foram: SiO₂ - óxido de silício em maior quantidade, apresentando concentração de 38,44% em massa. O K₂O - Óxido de potássio também foi identificado em quantidades significativas, com uma concentração de 21,39 % em massa do resíduo estudado. Outros elementos encontrados foram: P₂O₅ - Pentóxido de fósforo 11,30 %, MgO - Óxido de magnésio 9,10 %, Cl - Cloro 7,28 %, SO₃ - Óxido sulfúrico 4,28 %, CaO - Óxido de cálcio 2,78 %, Al₂O₃ - Óxido de alumínio 2,64 %, Fe₂O₃ - Óxido de ferro 1,17 %, TiO₂ - Dióxido de titânio 0,88 %, ZnO - Óxido de zinco 0,17 %, CuO - Óxido de cobre 0,12 %, MnO - Óxido de Manganês 0,09 % e ZrO₂ - Óxido de zircônio 0,05 %.

Esses elementos são comumente encontrados em matéria lignocelulósica. Em pesquisa realizada por Viana et al. (2017) com a casca da árvore do jatobá-do-cerrado in natura foram observados óxido de potássio, óxido de cálcio, óxido sulfúrico, pentóxido de vanádio e óxido de ferro.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O estudo preliminar com a palha do milho evidenciou que este tipo de resíduo gera uma grande quantidade de rejeitos que podem ser utilizados como fonte de biomassa, pois o milho é um alimento dos mais consumidos em todo o planeta, além da sua utilização como matéria-prima para produção de etanol. Na preparação da palha residual mediante o pré-tratamento mecânico para produção da farinha foi tido como eficiente, pois o método apresentou a mesh desejada para posterior caracterização da palha.

Quanto a composição química os principais elementos detectados de acordo com seus percentuais na farinha proveniente da palha do milho foram o SiO₂ - óxido de silício em e K₂O - Óxido de potássio.

A partir da caracterização energética da palha foi possível inferir a viabilidade do seu uso para produção de briquetes, pois, o poder calorífico apresentado pelo resíduo foi considerado alto em relação ao da lenha, matéria utilizada para aquecimento de caldeiras, fornos entre outros. Tal caracterização enquadra o resíduo dentro da possibilidade de recuperação energética de um material de poderia ser descartado de forma inadequada. A biomassa, nesse caso, deixa de ser resíduo e passa a ser matéria-prima energética, na produção de calor durante sua combustão.

Palavras-chave: Biomassa; Poder Calorífico; Briquete.

REFERÊNCIAS

ALVES, D. A. de H. **Avaliação do potencial energético de resíduos de produção agrícola provenientes do beneficiamento da mandioca e do milho**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Unidade Acadêmica Centro de Tecnologia, Programa de Pós Graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Alagoas. Maceió, 2014.

BIOBRASA. Soluções em Energias Limpa e Renováveis. O QUE É BRIQUETE?. Disponível em: < http://www.biobrasa.com.br/index.php?id_cms=8&controller=cms>. Acesso em: 01 de maio de 2019.

CAIRES, R. R. **Briquetagem de resíduos – biomassa**. Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, julho de 2010.

COÊLHO, J. D. Produção de grãos – feijão, milho e soja. **Caderno Setorial - Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste – ETENE**, ano 3, Nº 51, novembro de 2018.

CONTINI, E.; MOTA, M. M.; MARRA, R.; BORGHI, E.; MIRANDA, R. A. De; SILVA, A. F. Da; SILVA, D. D. da, MACHADO, J. R. de A.; COTA, L. V.; COSTA, R. V. Da.; MENDES, S. M. Milho - Caracterização e Desafios Tecnológicos. **EMBRAPA**, fevereiro de 2019.

FLORES, W. de P.; YAMAJI, F. M.; VENDRASCO, L. COSTA, D. R. Da. Redução do volume de biomassa no processo de briquetagem. **Revista da madeira** - edição nº121 - novembro de 2009. Disponível em: < http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=1419&subject=E%20mai> Acesso em 17/09/2019.

FLORESTAL, I. M. Estudo do potencial energético de calor de cada biomassa / resíduo agrícola e vegetal. **Engasp**, imflorestal, março 2014.

GROSSI, E. C. **Produção de etanol de segunda geração a partir de um derivado de celulose**. p. 77, 2015.

NUNES, R. M.; GUARDA, E. A.; SERRA, J. C. V.; MARTINS, Á. A. Resíduos agroindustriais: potencial de produção do etanol de segunda geração no Brasil. **Liberato**, v. 14, n. 22, p. 113–123, 2013.

QUIRINO, W. F. **Utilização energética de resíduos vegetais**. Disponível em: < <http://www.mundoflorestal.com.br/arquivos/aproveitamento.pdf> >. Acesso em 17/09/2019.

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.

VALENTE, J. Produção e exportação de milho devem crescer na safra 2018/2019. **Agência Brasil**, Brasília, 20 de agosto de 2018. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/economia/noticia/2018-08/producao-e-exportacao-de-milho-devem-crescer-na-safra-20182019>>. Acesso em 17/09/2019.

VIANA, N. A.; GUIMARÃES, M. G.; BRASIL, A. C. de M.; VALE, A. T. do; MACEDO, J. L. de; GHESTI, G. F. Gaseificação da casca do jatobá-do-cerrado: caracterização e comparação entre simulação e ensaios laboratoriais. **Revista Brasileira de Energia**, Vol. 23, Nº 3, 3º Trim. 2017.