

INVESTIGANDO O POTENCIAL ENERGÉTICO DE RESÍDUOS DE MALTE

Kamilla Crysllayne Alves da Silva¹; Nayane da Silva Lima^{2*}; Gabriel Siqueira Andrade²; Elias Costa de Souza¹; Alexandre Santos Pimenta²; Ananias Francisco Dias Júnior³

¹ Departamento de Ciências Florestais, Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” (USP/ESALQ), Piracicaba, SP, Brasil.

² Departamento de Engenharia Florestal, Escola Agrícola de Jundiá - EAJ, Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN), Macaíba/RN, Brasil.

³ Departamento de Ciências Florestais e da Madeira, Universidade Federal do Espírito Santo (UFES), Jerônimo Monteiro/ES, Brasil.

* E-mail do autor correspondente: kamilla.alves@usp.br

Resumo: A crescente demanda por energia sustentável vem aumentando a cada dia e a utilização de resíduos agroindustriais é uma possibilidade de uso como fonte renovável. O malte, é um resíduo gerado pela produção de cerveja e vem sendo destacado como uma provável alternativa para a fabricação de subprodutos, como os briquetes. Assim, objetivou-se neste estudo investigar o potencial energético do resíduo de malte como uma alternativa para geração de bioenergia. O material foi coletado de uma fabricação artesanal de cerveja, foram secos, moídos e, posteriormente, foram determinadas a densidade a granel e caracterização química imediata. Os valores médios obtidos para o malte foram: densidade a granel ($126,57 \text{ g.cm}^{-3}$); teor de umidade (0,35%); materiais voláteis (75,83%); teor de cinzas (2,95%); e carbono fixo (21,22%). O malte, resíduo proveniente da indústria de produção artesanal de cerveja possui potencial para geração de energia. O material demonstrou boas propriedades químicas, como o baixo teor de cinzas e percentual de carbono fixo recomendado, o que demonstra a possibilidade de utilização do malte em bioenergia, mas apresentou um alto teor de materiais voláteis, o que resulta em uma queima rápida.

Palavras-chave: Biomassa; Resíduos agrícolas; Análise química; Aproveitamento energético.

INVESTIGATING THE ENERGY PERFORMANCE OF MALT WASTE

Abstract: The growing demand for sustainable energy is increasing, every day and the agro-industrial waste use is a possibility as a renewable source. Malt, waste generated in beer production, has been highlighted as likely alternative for the manufacture of byproducts. Thus, the objective was to evaluate the energy performance of malt waste as an alternative for energy generation. The material was collected from an artisanal brewery dried, ground, and, subsequently, bulk density and immediate chemical characterization were determined. The average values obtained for malt were: bulk density ($126,57 \text{ g.cm}^{-3}$); moisture content (0,35%); volatile materials (75,83%); ashes (2,95%) and fixed carbon (21,22%). Malt, residue from the craft beer production industry, has potential for energy generation. The material showed good chemical properties, such as the low ash content and recommended percentage of fixed carbon, which demonstrates the possibility of using malt in bioenergy, but it had a high content of volatile materials, which results in rapid burning.

Keywords: Biomass; Agricultural waste; Chemical analysis; Energy use.

1. INTRODUÇÃO

É iminente o aumento na demanda por energia, assim como a necessidade de aumentar a produção de energia sustentável para diminuir a emissão de gases do efeito estufa [1]. Por consequência, nas últimas décadas, as empresas reconheceram a necessidade de conciliar o crescimento econômico com a conservação ambiental [2].

Uma das alternativas é fazer o aproveitamento dos resíduos agroindustriais que são gerados nos processamentos de alimentos, colheita florestal e beneficiamento das matérias primas, prática que já vem sendo muito incentivada e aceita para a aplicação em alimentação animal, adubação do solo, ou na produção de subprodutos e que por consequência disso possui grande capacidade de valorização econômica desses resíduos [3; 4].

Na agroindústria brasileira o bagaço de malte ocupa um lugar de destaque quando se fala em resíduo gerado na produção, visto que durante a fabricação da cerveja são gerados cerca de 85% de resíduos [5], além disso o Brasil ocupa o terceiro lugar no mundo de maior produtor em cerveja, onde fabrica em média 14,1 bilhões de litros por ano [6], atrás somente da China com 41,4 bilhões de litros por ano e dos Estados Unidos com 22,1 bilhões de litros por ano [7].

Com isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial energético dos resíduos de malte, obtidos na fabricação de cerveja, visando o seu aproveitamento para geração de bioenergia.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Os resíduos de malte foram fornecidos por uma fábrica artesanal de cerveja na cidade de Parnamirim-RN. O material coletado foi encaminhado para o Laboratório de Tecnologia da Madeira - UFRN no qual foi seco em estufa a 60 °C por 24 h e moído em um moinho de facas, em que não houve peneiramento e em seguida foram armazenados em sacos plásticos. Após isso, o material foi enviado ao Laboratório de Energia da Biomassa (LEB) - UFES para serem realizadas as análises laboratoriais.

A técnica para medir a densidade a granel foi a de acordo com a norma ASTM 5057-17 [8]. Para caracterizar e compreender o desempenho energético desse material foi realizado a análise imediata, onde foram obtidos os percentuais de teor de umidade (TU), teor de materiais voláteis

(TMV), teor de cinzas (TCZ) e teor de carbono fixo (TCF), realizadas de acordo com a norma ASTM D1762 – 84 [9]. Todas as análises foram realizadas em triplicatas.

Os dados foram analisados através da estatística descritiva e os valores obtidos foram dispostos em tabelas nos quais foram avaliados os valores médios de cada propriedade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resíduo de malte apresentou uma densidade a granel média de $126,57 \text{ g.cm}^{-3}$, o que pode ser observado na Tabela 1. Resultado equivalente foi encontrado por [3], onde analisou a viabilidade do bagaço de malte em diferentes umidades para fins energéticos e encontrou uma densidade média de $123,0 \text{ g.cm}^{-3}$ com umidade de 15%.

Tabela 1: Densidade a granel do malte

	Densidade (g.cm^{-3})
Média	126,57

Os resultados referentes à análise imediata do malte, tais como teor de umidade, teor de materiais voláteis, teor de cinzas e teor de carbono fixo estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Caracterização da análise imediata do malte

	TU (%)	TMV (%)	TCZ (%)	TCF (%)
Média	0,35	75,83	2,95	21,22

Onde: TU: teor de umidade; TMV: teor de materiais voláteis; TCZ: teor de cinzas; TCF: teor de carbono fixo.

Na análise imediata é possível observar que o material possuía um valor médio de umidade de 0,35%. Segundo [10] quanto menor a umidade, maior será o poder calorífico do material, uma vez que menor será a energia gasta na carbonização da biomassa. Além disso, alto teor de umidade pode diminuir o tempo de vida útil do subproduto, como os briquetes, por proporcionar condições ambientais que facilitam a proliferação de fungos que são responsáveis pela degradação do material [3].

O teor médio de materiais voláteis desse material foi de 75,83%. Os materiais voláteis são as substâncias que são liberadas da biomassa como gás durante o processo de combustão, ou seja, quanto maior o teor de voláteis, o material irá oxidar com mais facilidade e, conseqüentemente,

ocorrerá uma queima mais rápida [11].

O teor de cinzas apresentou média de 2,95%. Para avaliação de um material para fins energéticos, as cinzas é um dos componentes mais importantes a serem avaliados [12], visto que possui uma relação inversamente proporcional ao poder calorífico, ou seja, quanto maior for o teor de cinzas, menor será o poder calorífico [13]. Além disso, segundo [14] baixo teor de cinzas assegura uma maior resistência ao combustível compactado, como por exemplo os briquetes.

Para o teor de carbono fixo, o material apresentou valor médio de 21,22%. Conforme [15], os valores tomados como ideais para o carbono fixo, quando se pretende obter melhores rendimentos do material, devem estar entre 15% e 25%, o que foi encontrado neste trabalho.

Resultados semelhantes a este trabalho foram encontrados por [16] que analisou a viabilidade técnica da produção de briquetes a partir do bagaço de malte de cevada, e obteve como resultado 78,22% de materiais voláteis, 3,35% de teor de cinzas e 18,41% de carbono fixo.

4. CONCLUSÕES

O malte, resíduo proveniente da indústria de produção artesanal de cerveja possui potencial para geração de bioenergia. O material demonstrou boas propriedades químicas, como o baixo teor de cinzas e percentual de carbono fixo recomendado, o que demonstra a possibilidade de utilização do malte em bioenergia, mas apresentou um alto teor de materiais voláteis, o que resulta em uma queima rápida. São indicados estudos futuros aplicando o processo de torrefação com o objetivo de melhorar as características energéticas do material, devido ao alto teor de materiais voláteis que ocasiona em uma alta produção de fumaça.

5. REFERÊNCIAS

- [1] Castro, A. F. N. M. Potencial dos resíduos florestais e dos gases da carbonização da madeira para geração de energia elétrica. 2014. 110 f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2014.
- [2] Holanda, L. R.; Ramos, F. S. Reuse of waste sugarcane agribusiness and green power generation. *Journal of Clean Energy Technologies*. 2016; 4 (1): 341-345.
- [3] Cordeiro, L. G. Caracterização e viabilidade econômica do bagaço de malte oriundo de cervejarias para fins energéticos. 2011. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, PB, 2011.

- [4] Fernandes, A. F.; Pereira, J.; Germani, R.; Oiano-Neto, J. Efeito da substituição parcial da farinha de trigo por farinha de casca de batata (*Solanum Tuberosum* Lineu). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 2008; 28 (1): 56-65.
- [5] Gomes, R. H. Utilização do bagaço de malte como ração animal. 2010. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Química Industrial) - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA, Assis, 2010.
- [6] Marcusso EF, Muller CV (2017) <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/inspecao/produtos-vegetal/pastapublicacoes-DIPOV/a-cerveja-no-brasil-28>
- [7] Kirin Holdings Company. Kirin Beer University Report Global Beer Production by country in 2016.
- [8] American Society for Testing and Materials. ASTM D5057-17, Standard Test Method for Screening Apparent Specific Gravity and Bulk Density of Waste, ASTM International, West Conshohocken, PA, 2017
- [9] American Society for Testing and Materials Standard D1762 – 84 (2013), Standard test method for chemical analysis of wood charcoal, Philadelphia, USA: American Society for Testing and Materials, 2013.
- [10] Menezes MJS. Poder calorífico e análise imediata da maravalha de Pinus (*Pinus* sp) e Araucária (*Araucaria angustifolia*) de reflorestamento como resíduos de madeira [dissertação]. Paraná: Centro de Ciências Exatas e Tecnológicas, Universidade Estadual 6 do Oeste do Paraná; 2013.
- [11] Carvalho, J. S. Análise imediata e avaliação do poder calorífico superior da biomassa de carnaúba com diferentes aglutinantes para uso em forno industrial. 2022.
- [12] Fernandez, B. O. et al. Características mecânicas e energéticas de briquetes produzidos a partir de diferentes tipos de biomassa. *Revista Virtual de Química*, 2017; 9 (1): 29-38.
- [13] Protásio, T. P.; Bufalino, L.; Tonoli, G. H. D.; Couto, A. M.; Trugilho, P. F.; Guimarães Júnior, M. – Relação entre o poder calorífico superior e os componentes elementares e minerais da biomassa vegetal. *Pesquisa Florestal Brasileira* 2011, 31, 113.
- [14] Quirino, W. F. Utilização Energética de Resíduos Vegetais – MMA, DIREF, LPF. Brasília, 2002.
- [15] Brito, J. O.; Barrichelo, Luis E. G. Aspectos técnicos da utilização da madeira e carvão vegetal como combustíveis. In: *Seminário de Abastecimento Energético Industrial com Recursos Florestais*. Anais... São Paulo, 1982. p. 101-137.
- [16] Silva, L. F. da. Viabilidade técnica da produção de briquetes a partir do bagaço de malte de cevada. 2018.