

CARACTERIZAÇÃO DE BAGAÇO DE MALTE COMO POSSÍVEL SUBPRODUTO PARA USO NA AGRICULTURA

Data de aceite: 01/04/2024

Izabela Gouveia Nascimento

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

Clenya Carla Leandro de Oliveira

Doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

Erica Souto Abreu Lima

Professora do Departamento de Solos (UFRRJ)

Érika Flávia Machado Pinheiro

Professora do Departamento de Agrotecnologias e Sustentabilidade (UFRRJ)

Camila da Costa Barros de Souza

Pós-doutoranda do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Ciência do Solo (UFRRJ)

David Vilas Boas de Campos

Pesquisador da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA)

filtração da cerveja, como adubo orgânico. Para isso, realizou-se a análise elementar para avaliar o teor de C e N, bem como a relação C:N do resíduo, pH e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV). Os resultados apresentaram valor de pH de 7,18; os teores de C e N foram de 47,36% e 4%, respectivamente, e relação C:N equivalente a 12, valores que se encontram dentro do que consta na literatura. Concluiu-se, portanto, que este resíduo cervejeiro tem potencial de reuso como adubo orgânico, principalmente, se incorporado a outros subprodutos, de forma a aumentar suas potencialidades de uso.

PALAVRAS-CHAVE: cervejaria, economia circular, resíduo agroindustrial.

CHARACTERIZATION OF MALT BAGASSE AS A POSSIBLE BY-PRODUCT FOR USE IN AGRICULTURE

ABSTRACT: The aim of this study was to assess the potential for reusing malt pomace from the first stage of beer filtration as an organic fertilizer. To this end, elemental analysis was carried out to assess the C and N content, as well as the C:N ratio of the waste, pH and Scanning Electron

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o potencial de reuso do bagaço de malte, oriundo da primeira etapa de

Microscopy (SEM). The results showed a pH value of 7.18, C and N contents of 47.36% and 4%, respectively, and a C:N ratio equivalent to 12, values that are within the range of those reported in the literature. It can therefore be concluded that this brewery waste has the potential to be reused as an organic fertilizer, especially if it is incorporated into other by-products in order to increase its potential for use.

KEYWORDS: agro-industrial waste, brewery, circular economy.

INTRODUÇÃO

O Brasil ocupa a terceira posição no ranking de maior produtor de cerveja do mundo. Apesar de sua importância, a indústria cervejeira gera quantidades substanciais de resíduos com caráter orgânico que, ao não receberem uma destinação específica, tornam-se fontes de contaminação ambiental. Desta forma, estudar diferentes formas de agregar-lhes valor, ao explorar suas potencialidades de uso em diferentes vertentes, de maneira sustentável e menos onerosa, faz-se necessário ao observar que ainda há poucas pesquisas disponíveis acerca desse assunto.

Dentre os resíduos provenientes da produção de cervejas destacam-se o bagaço de malte (BM), levedura, lúpulo e terra de diatomáceas, além de água residuária oriunda da planta de processamento. Essas biomassas possuem características importantes que apontam o potencial agrônômico que propicia seu reaproveitamento na agricultura, sendo elas: i) são ricas em matéria orgânica, ii) granulometria, iii) vasta área superficial, iv) porosidade, v) morfologia da superfície, e vi) compressibilidade destes materiais. A superfície específica e a presença de grupos funcionais com cargas elétricas na superfície são fatores fundamentais.

Tais propriedades podem ser exploradas visando a obtenção de subprodutos orgânicos inovadores com teores de nutrientes capazes de suprir as necessidades das plantas, contribuindo com o seu desenvolvimento, principalmente, ao aumentar os teores de Ca, Mg e K, além de servirem como corretivos no solo auxiliando no aumento da produtividade agrícola e sendo um produto facilmente disponível.

Diante do exposto, e sabendo que estamos vivenciando a década da Agenda 2030 da ONU, podemos destacar que este trabalho se enquadra nos seguintes Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS): i) ODS 2 (Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar e melhoria da nutrição e promover a agricultura sustentável); iii) ODS 12 (Assegurar padrões de produção e de consumo sustentáveis); iv) ODS 13 (Tomar medidas urgentes para combater a mudança climática e seus impactos); e vi) ODS 17 (Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável) (IPEA, 2018). Assim, por meio dos ODS, podemos assumir que, apesar de esta ser uma agenda global, as temáticas de cada ODS constituem ferramentas que podem ser implantadas por várias esferas, dentre elas, as universidades (IPEA, 2018) de forma a contribuir, por meio do desenvolvimento de pesquisas e tecnologias, com o desenvolvimento sustentável. Partindo desta premissa, o objetivo deste trabalho é explorar o potencial de uso do resíduo cervejeiro (bagaço de malte) como um adubo orgânico para ser utilizado na produção agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

Caracterização do resíduo cervejeiro

Para a realização deste trabalho foi utilizado BM cedido pela Cervejaria Ambev, sediada no Rio de Janeiro/RJ.

O BM foi previamente submetido à secagem para remoção do excesso de umidade, em seguida, moído em moinho de facas tipo Willey e peneirado, em peneira de 500 µm, para remoção das impurezas presentes.

- Análise de carbono e nitrogênio: as amostras foram finamente moídas (< 250 µm) (Smith & Myung, 1990) e a determinação do teor de C e N foi feita por combustão total com auxílio de analisador automático CHN, da marca Perkim Elmer. Os resultados de C e N, referentes ao bagaço de malte, foram obtidos por meio dos dados levantados por Figueiredo (2023).
- pH: o valor de pH foi mensurado em água destilada com auxílio de pHmetro de bancada modelo mPA-210, à temperatura de 24 °C, conforme o Método 9045D (USEPA, 2004). Todas as análises foram realizadas em triplicata.
- Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV): a morfologia do resíduo foi avaliada por meio da técnica de microscopia eletrônica de varredura com aumentos variando entre 200 x até 1.200 x. Para a obtenção das imagens, utilizou-se um Microscópio Eletrônico de Varredura da marca Hitachi, modelo TM-3000, com voltagem de aceleração de 15 kV e ampliação de até 30.000 vezes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os teores percentuais de carbono (C) e nitrogênio (N), obtidos por meio de análise elementar para o bagaço de malte, bem como sua relação C:N e valor de pH.

Tabela 1: Caracterização do bagaço de malte.

Resíduo	pH	C (%)	N (%)	C:N
Bagaço de malte	7,18 ± 0,17	47,36 ± 0,05*	4,00 ± 0,07*	12

Nota: C:N= Relação Carbono/Nitrogênio; Média e Desvio padrão com 4 repetições. * Figueiredo (2023).

O BM apresentou valor de pH próximo do neutro (7,18) (Tabela 1), resultado este que não era o esperado, sabendo-se que a cerveja é um produto levemente ácido, cujo mosto apresenta um valor entre 5,0 e 6,0 (às vezes entre 4,5 e 6,0), faixa adequada para as reações enzimáticas. No entanto, este resultado pode estar relacionado, por exemplo, às características da matéria-prima utilizada e/ou ao armazenamento do BM, após o processamento da cerveja. De acordo com ASSANDRI et al. (2021), os valores de pH para

este resíduo descritos na literatura variam entre 3,80 e 6,90, e podem ser observados em trabalhos como de BORTOLI et al. (2022); LOPES (2020); FONTANA;CECHINEL (2016); e ABOUKILA et al. (2018) com valores de pH de 6,57; 5,64; 5,90 e 4,20, respectivamente. Por outro lado, IZINYON et al. (2016) obtiveram valor de pH neutro, na faixa de 7,70, que é próximo ao resultado desta pesquisa.

O BM apresentou teores de C e N de 47,36 % e 4,00 %, respectivamente (Tabela 1), valores semelhantes aos obtidos por Borél (2018), que foi de 47,61 % e 3,81 %, respectivamente, e LOPES (2020), que foi de 46,92 % (C) e 4,35 % (N). Este resultado obtido para o BM destaca a alta concentração de N, com valores próximos ao obtido para a torta de mamona (aproximadamente 5 % de N) e girassol (4 %) por PEREIRA et al.(2016).

A relação C:N para o BM foi de 12 (Tabela 1), valor esse que se encontra dentro do descrito na literatura, conforme aponta ASSANDRI et al. (2021). Esta relação, de maneira geral, é um indicador significativo no processo de decomposição de resíduos com potencial de uso na agricultura, fornecendo informações acerca da sua humificação no solo (MORAES et al., 2015; Silva, 2017).

Na literatura, para além do seu potencial de utilização em outras vertentes, o resíduo cervejeiro avaliado neste trabalho também demonstrou resultados promissores para uso agrônômico. MAEDA et al. (2006) demonstraram que o uso de substratos a partir de resíduos de serragem de madeira, BM e composto de esterco caprino promoveram o crescimento de mudas de espécies florestais, independente da utilização de adubação de base. MALTA; CURY (2021) comprovaram que a adubação de plantas de pinhão-manso, salsa-lisa e milho com composto orgânico proveniente da compostagem de BM e restos de capina promoveu o crescimento destas plantas. ALMEIDA et al. (2021), ao caracterizarem compostagem de BM e cama de aviário, com e sem adição de gesso de jazida, observaram que ambos os compostos apresentaram tendência em produzir volumes mais elevados de compostos organominerais com alcalinidade próxima ou inferior a dos compostos orgânicos, porém, com elevada salinidade; assumindo, então, que os compostos podem ser utilizados como substratos agrícolas.

O BM, por ser uma biomassa lignocelulósica constituída por celulose, hemicelulose e lignina, apresenta variações estruturais inerentes ao tipo do material (PIMENTA, 2022). A Figura 1 mostra as imagens de MEV do BM avaliado neste trabalho.

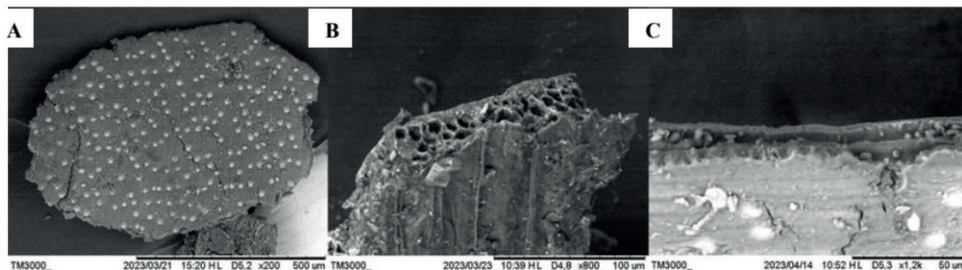


Figura 1: Microscopia eletrônica de varredura do bagaço de malte: (A) área de superfície – 200 x, (B) poros – 800 x e (C) fibras do resíduo – 1200 x.

Na imagem MEV da Figura 1 (A), é possível observar que a área de superfície do BM possui uma estrutura parcialmente lisa com a presença de pontos de erupção que, de acordo com Borél (2018), são poros preenchidos. Essa característica rugosa da área de superfície específica do BM, pode favorecer processos como o de adsorção. Em corte transversal, são observados os poros e os filamentos fibrosos que compõem o interior do BM (Figura 1B e 1C), respectivamente. Estes resultados são semelhantes aos observados por MELLO;MALI (2020), FONTANA;CECHINEL (2016) e MARCHESE (2019).

CONCLUSÕES

O resíduo cervejeiro avaliado (bagaço de malte), apesar de ser visto como um subproduto sem destinação final definida e com baixo valor agregado, devido a sua composição, mostra-se como uma boa fonte alternativa para ser reaproveitado na cadeia produtiva na forma de adubo orgânico em cultivos agrícolas, principalmente se incorporado a outro substrato. Apesar disso, por haver uma crescente utilização de biomassas oriundas de diversas origens na agricultura, sugere-se uma maior exploração de suas características de forma a ampliar as formas de aproveitamento e suprir as necessidades de mais informações acerca destes tipos de estudos no Brasil.

REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ABOUKILA, E.F. et al. Reclamation of calcareous soil and improvement of squash growth using brewers' spent grain and compost. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v. 17, p. 390-397, 2018.

ALMEIDA, M.E.N. et al. Avaliação de compostagem e compostos associados a bagaço de malte, cama de aviário e gesso de jazida. **Acta Tecnológica**, v. 14, n. 2, p. 93-104, 2021.

ASSANDRI, D. et al. Suitability of Composting Process for the Disposal and Valorization of Brewer's Spent Grain. **Agriculture**, v. 11, n. 1-2, 2021.

BORÉL, L.D.M.S. **Estudo de aplicação da pirólise rápida em leito de jorro para valorização de resíduos agroindustriais**. 2018. 193 p. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018.

BORTOLI, B.F.; BACHMANN, S.A.L.; BELTRAME, T.F. Preliminary study on the characterization of in natura malt residue from a brewery for potential use as an adsorbent in removing Reactive red 120 from aqueous solution. **Ciência e Natura**, [S. l.], v. 44, Ed. Esp. VI SSS, e5, 2022.

FIGUEIREDO, M.A. **Produção de fertilizantes organominerais a partir de resíduos de cervejaria**. 2023. 135 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2023.

FONTANA, I.B.; CECHINEL, M.A.P. **Utilização de resíduo da indústria cervejeira na biossorção de íons metálicos presentes em águas subterrâneas e superficiais**. 2016. 16 p. Artigo (Trabalho de Conclusão em Engenharia Química) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Santa Catarina, 2016.

IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. **AGENDA 2030 - ODS – Metas Nacionais dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. Brasília. 2018. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/index.php?option=com_content&view=article&id=33895&Itemid=433. Acesso em: 28 Out.2023.

IZINYON, O.C. et al. Performance evaluation of Fe (III) adsorption onto brewers' spent grain. **Nigerian Journal of Technology (NIJOTECH)**, v. 35, n. 4, p. 970-978, 2016.

LOPES, S.P. **Uso de resíduo de terra de diatomáceas e amido de milho visando a redução da volatilização de NH₃ na compostagem de bagaço de malte**. 2020. 68 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental) – Universidade Federal Rural de Rio de Janeiro, Seropédica, 2020.

MAEDA, S. et al. Resíduos industriais e dejetos da caprinocultura como componentes de substratos para produção de mudas de *Eucalyptus badjensis*. **Pesquisa Florestal Brasileira**, n. 53, p. 3-20, 2006.

MALTA, P.C.C.; CURY, J.C. Reaproveitamento do bagaço de malte proveniente da produção de cerveja artesanal para a produção de composto orgânico. **Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente**, v. 2, n. 3, p. 90, 2021.

MARCHESE, L. **Pirólise de bagaço de malte e resíduo de erva-mate: caracterização e estudo cinético por métodos isoconversionais**. 2019. 66 p. Monografia (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2019.

MELLO, L.R.P.F.; MALI, S. A combination of chemical and physical pretreatments in the saccharification of malt bagasse: the effects of ultrasonication in diluted acid medium. **Biomass Conversion and Biorefinery**, 2020.

MORAES, A.R.A. de et al. Teores de Carbono, Nitrogênio e Relação C:N em solos cultivados com soja em sistema plantio direto e convencional em Paragominas, Pará. In: 35, Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Natal-RN, 2015. **Anais...** Natal, 2015. Disponível em: <https://www.sbcs.org.br/cbcs2015/arearestrita/arquivos/2156.pdf>. Acesso em: 21 Set.2023.

PEREIRA, F.A.C.; FERRAI, A.C.; ZONTA, E. **NPK em tortas de oleaginosas**. 2016. Disponível em: <https://eventos.ufrjr.br/raic/files/2016/06/2932-10239-1-SM.pdf>. Acesso em: 28 Out.2023.

PIMENTA, F.S. **Pirólise de bagaço de malte assistida por micro-ondas**. 2022. 112 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2022.

SILVA, A. P.B. da. **Influência do tipo de manejo (orgânico e convencional) na matéria orgânica de solos cultivados com citros**. 2017. 75 p. Dissertação (Mestrado em Química e Biotecnologia) – Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2017.

SMITH, J.L.; MYUNG, M.H. Rapid procedures for preparing soil KCl extracts for ^{15}N analysis. **Communication in Soil Science and Plant Analysis**, v. 21, p. 2173-2180, 1990.

USEPA. United States Environmental Protection Agency. **Method 9045D – Soil and waste pH**. Nov./2004. 5 p.