EDIÇÃO 2024 – RESUMO EXPANDIDO

DIATOMITO RESIDUAL DA FILTRAÇÃO DE CERVEJA NA ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO

RESIDUAL DIATOMITE FROM BEER FILTRATION IN SOIL MICROBIAL ACTIVITY

Dreison Mendanha Leal Arouca Poço[I]
Osânia Emerenciano Ferreira[II]
Alan Rodrigues Teixeira Machado[III]
Júlia Cristina Amâncio Vieira[IV]
Eduardo da Silva Martins[V]

RESUMO

As cervejarias geram grandes volumes de diatomito. Para agregar valor a esse resíduo, foi identificado o potencial de seu uso como condicionador de solo com base em pesquisas anteriores. No entanto, ainda não está claro como o diatomito interage com a microbiota do solo. Neste contexto, este estudo avaliou o efeito do diatomito na atividade respiratória basal de solos arenosos e argilosos, utilizando quatro doses do resíduo (% m/m): 0 (controle), 5%, 20% e 50%. A caracterização do diatomito foi feita por Microscopia Eletrônica de Varredura acoplada à Espectrometria de Energia Dispersiva de Raios X (MEV/EDS). A atividade respiratória foi medida semanalmente. Os resultados mostraram que o diatomito residual da fabricação de cerveja possui uma estrutura porosa. Além disso, a atividade respiratória aumentou em ambos os tipos de solo com o incremento da dose de aplicação, sugerindo que a porosidade e os nutrientes do diatomito podem ter melhorado as condições edáficas. Assim, o diatomito apresentou características promissoras para melhorar a estrutura biológica dos solos. Os resultados obtidos indicam que o diatomito tem potencial para aplicação como condicionador de solo.

Palavras-chave: fertilidade do solo; gestão de resíduos; sustentabilidade.

ABSTRACT

Breweries generate large volumes of diatomite. To add value to this waste, its potential use as a soil conditioner was identified based on previous research. However, it is still unclear how this residue interacts with soil microbiota. In this context, this study evaluated the effect of

[I] Engenheiro Ambiental: Mestrando em Ciências Ambientais pela Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG – Minas Gerais – Brasil): dpoco@cervejariacidadeimperial.com.br
[II] Bióloga: Professora Doutora do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG – Minas Gerais – Brasil): osania.ferreira@uemg.br
[III] Químico: Professor Doutor do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG – Minas Gerais – Brasil): alan.machado@uemg.br
[IV] Graduanda em Engenharia Agronômica pela Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG – Minas Gerais – Brasil): julia.1094697@discente.uemg.br
[V] Biólogo: Professor Doutor do Mestrado em Ciências Ambientais da Universidade Estadual de Minas Gerais (UEMG – Minas Gerais – Brasil): eduardo.martins@uemg.br

EDIÇÃO 2024 – RESUMO EXPANDIDO

diatomite on the respiratory activity of sandy and clay soils, using four doses of the residue (% m/m): 0 (control), 5%, 20%, and 50%. Respiratory activity was measured weekly. The results showed that the residual diatomite from beer production has a porous structure. Additionally, respiratory activity increased in both types of soil with the increase in application dose, suggesting that the porosity and nutrients of the diatomite may have improved edaphic conditions. Thus, diatomite showed promising characteristics for enhancing the biological structure of soils. The results indicate that diatomite has potential for use as a soil conditioner.

Keywords: soil fertility; sustainability; waste management.

Data de submissão: 15/09/2024.
Data de aprovação: 24/10/2024.
DOI: 10.52138/sitec.v4i1.365

1 INTRODUÇÃO

Na indústria cervejeira, cerca de 99% da produção de cerveja é filtrada utilizando o diatomito como principal agente filtrante (Laval, 2007). Esse material desempenha papel fundamental na clarificação, refinamento e brilho da cerveja, sendo utilizado no setor há mais de um século (Fillaudeau; Blanpain-Avet; Daufin, 2006), em quantidades que variam entre 90 g/hL e 180 g/hL de cerveja filtrada (Kunze, 2016). No entanto, o manejo dos resíduos de diatomito em aterros sanitários envolve altos custos em comparação aos custos efetivos de filtração (Fillaudeau; Blanpain-Avet; Daufin, 2006).

O diatomito, também conhecido como terra diatomácea ou Kieselguhr, é uma rocha sedimentar formada principalmente pelos restos fossilizados de algas diatomáceas (Martinovic; Vlahovic; Boljanac, 2006). As frústulas dessas algas possuem padrões intricados e poros em nanoescala, que conferem ao diatomito alta área de superfície e porosidade, propriedades essenciais para suas diversas aplicações (Shaaban *et al.,* 2015). A essas características, soma-se a presença de nutrientes no diatomito, o que confere a esse material a capacidade de melhorar a fertilidade do solo e a nutrição das plantas, melhorando as propriedades hídricas, físicas, químicas e biológicas do solo, atuando, assim, como condicionador.

Nesse sentido, o aproveitamento do diatomito residual da cervejaria como condicionador de solo é uma alternativa atraente, pois agrega valor a esse resíduo. No entanto, a interação desse material com a microbiota do solo ainda é pouco explorada, o que limita seu uso mais amplo na agricultura.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a capacidade de retenção hídrica e medir a atividade microbiana, por meio da taxa de respiração basal, em solos tratados com o diatomito residual proveniente do processo de filtração de cerveja.

2 REVISÃO BILIOGRÁFICA

As cervejarias produzem diversos tipos de resíduos ao longo de seu processo produtivo, incluindo bagaço de malte, levedura excedente, trub, diatomito, lodo (Mathias; Silva; Garcia, 2014), além de embalagens de vidro e alumínio. Esses resíduos, se não manejados

adequadamente, podem gerar impactos ambientais, como contaminação do solo e das águas, além de contribuir para a sobrecarga de aterros sanitários.

Para lidar especificamente com o diatomito residual, que atualmente representa o maior desafio para pequenas e grandes cervejarias, alguns estudos estão sendo conduzidos visando encontrar alternativas viáveis para o tratamento ou reutilização deste resíduo da filtração de cerveja. Entre as abordagens exploradas estão: regenerações químicas, térmicas e biológicas por meio da aplicação de bactérias nitrificantes (Gong; Wang; Li, 2018).

Dentro deste escopo, o uso do diatomito residual para melhorar condições do solo surge como uma promissora prática. Condicionantes são materiais adicionados ao solo com a finalidade de melhorar suas propriedades físicas, químicas e biológicas, proporcionando um ambiente adequado para o desenvolvimento de culturas. Esses materiais ajudam a melhorar a estrutura do solo, aumentar a capacidade de retenção de água, promover a aeração, desenvolvimento da microbiota e fornecer nutrientes importantes (Pereira; Nogueira; Oliveira, 2019).

Além desses aspectos, o diatomito residual pode aumentar a atividade biológica no solo (ILLIESCU, *et al.,* 2009). A matéria orgânica presente tende a estimular a atividade microbiana, essencial para o ciclo de nutrientes e a fertilidade do solo. Esse aumento da atividade biológica promove uma decomposição mais eficiente da matéria orgânica, liberando nutrientes que ficam prontamente disponíveis para as plantas.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

A caracterização do diatomito foi feita utilizando a Microscopia Eletrônica de Varredura acoplada à Espectrometria de Energia Dispersiva de Raios X (MEV/EDS). Para o estudo da atividade do diatomito, foram coletados dois tipos de solo: arenoso e argiloso, ambos provenientes de áreas sem histórico de cultivo. Os solos foram utilizados sem correção química (solo in natura), sendo secos à temperatura ambiente por dois dias e, em seguida, peneirados em uma malha de 2 mm.

Os experimentos foram realizados em frascos de vidro (microcosmos) transparente com capacidade de 3 L, previamente esterilizados em autoclave. Os microcosmos, organizados em blocos inteiramente casualizados, seguiram um esquema fatorial 4x4 com quatro repetições, resultando em 16 unidades experimentais para cada solo, além de dois frascos brancos, perfazendo-se 34 microcosmos. Cada frasco contendo a mistura de solo e resíduo de diatomito foi considerado uma unidade experimental. Os tratamentos aplicados ao solo consistiram em quatro doses de resíduo, expressas em porcentagem de massa (% m/m): 0 (controle); 5; 20; 50. Os microcosmos foram mantidos em ambiente controlado, sem exposição direta à luz e à temperatura ambiente.

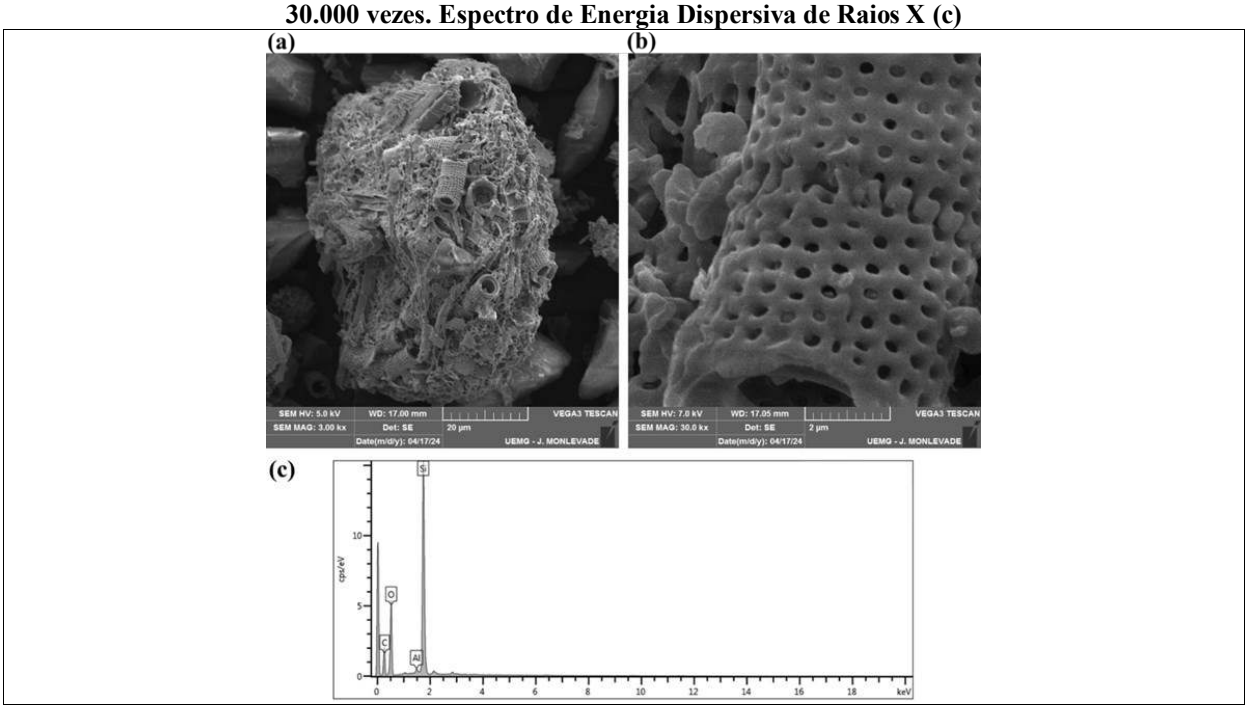
Para determinar a atividade respiratória basal (ARB) do solo foi utilizado o método estático sugerido por Mendonça e Matos (2005), as amostras de solo incubadas com solução de NaOH a 0,5 mol L-1 em recipiente fechado hermeticamente a 25 °C, foram tituladas após sete dias e em seguida semanalmente durante oito semanas. A cada leitura foram pipetados 10 mL da solução de NaOH colocadas em erlenmeyer e adicionados 10 mL de cloreto de bário a 0,05 mol L-1. A solução do erlenmeyer foi titulada com HCl a 0,25 mol L-1 após a adição do indicador (fenolftaleína).

Simpósio de Tecnologia Fatec Jaboticabal
EDIÇÃO 2024 – RESUMO EXPANDIDO

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise por MEV/EDS permitiu caracterizar a morfologia e a porosidade da amostra de diatomito residual de cervejaria. As micrografias (Fig. 1) revelaram partículas típicas de diatomito, com poros de diferentes tamanhos distribuídos de forma aleatória. (Fig. 1). Além disso, a análise por EDS revelou a presença predominante de carbono, oxigênio e silício no material. A porosidade deste material é interessante para sua utilização como condicionador de solo, pois, conforme mencionado anteriormente, contribui para uma maior retenção de umidade e aeração, favorecendo a microbiota do solo e auxiliando no desenvolvimento das raízes das plantas. De fato, THUC e KHUONG (2023) observaram que o uso de diatomito no cultivo de gergelim negro resultou em maior altura das plantas, aumento do número de folhas e maior rendimento de sementes, devido às melhorias nas condições do solo proporcionadas pela aplicação desse material.

Figura 1 – Micrografias do diatomito residual de filtração de cervejas com ampliação de (a) 3.000 e (b) 30.000 vezes. Espectro de Energia Dispersiva de Raios X (c)



Fonte: os autores (2024)

Para avaliar o potencial do diatomito residual de cervejaria, foi determinado seu efeito sobre a atividade respiratória no solo, um parâmetro indicador da atividade microbiana no solo. Os resultados indicam que a adição de diatomito aumentou significativamente a atividade respiratória nos dois tipos de solo.

No solo arenoso, com o aumento da dose de 0% para 50%, os valores da RBS aumentaram de 17,26 mg CO_2/100g SS para 179,73 mg CO_2/100g SS (Tabela 1). No solo argiloso, a RBS aumentou de 28,05 mg CO_2/100g SS para 215,12 mg CO_2/100g SS com o aumento da dose de 0% para 50% (Tabela 1).

EDIÇÃO 2024 – RESUMO EXPANDIDO

Esses resultados demostram que a aplicação de diatomito melhora a retenção de água nos solos arenosos, que tem textura leve, apresenta menor superfície específica e assim, baixa capacidade de retenção de água. Já em solos argilosos o diatomito contribui para a aeração, facilitando a infiltração e circulação de água. Essas modificações nos dois tipos de solo favoreceram a atividade respiratória.

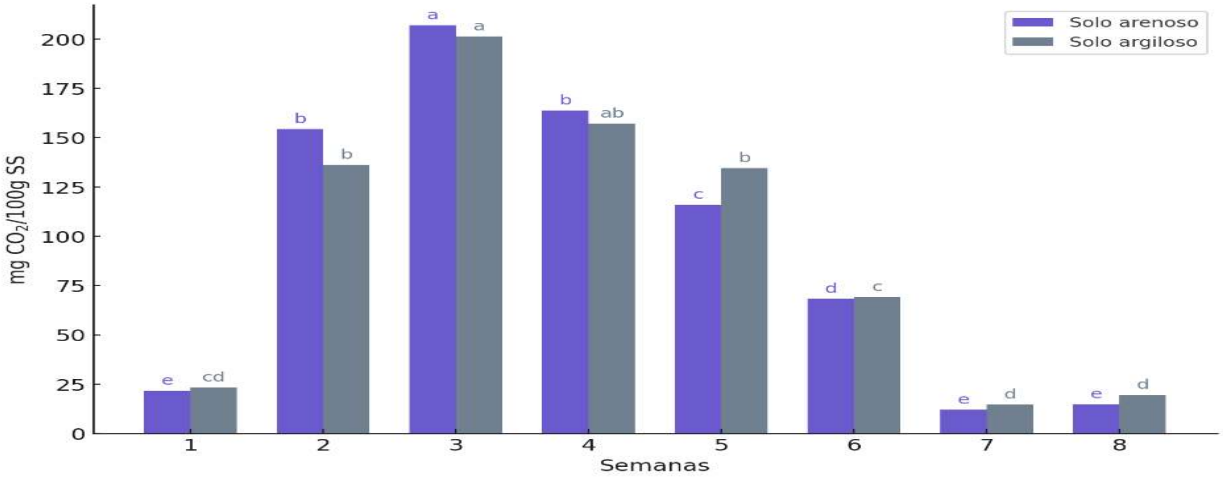
Tabela 1 - Atividade Respiratória Basal em Solos arenosos e argilosos sob diferentes doses de diatomito (0%, 5%, 20%, 50% m/m)

Tratamentos	Solo arenoso	Solo argiloso
	mg CO_2/100g SS	
Controle (0%)	17,26d	28,05c
5%	51,63c	43,33c
20%	130,29b	91,49b
50%	179,73a	215,12a
DMS (5%)	10,45	28,5151

Fonte: os autores (2024)

Ao longo de 8 semanas de avaliação, a RBS foi maior nas semanas 3 e 4, seguida por uma estabilização e um leve declínio na semana 8, indicando que o diatomito estimulou a atividade microbiana, promovendo um ambiente favorável ao crescimento dos microrganismos (Figura 2). Esse resultado está em consonância com os obtidos por Shaaban *et al.,* (2015), que avaliaram o uso de diatomito como condicionador de solos ácidos, demonstrando que esse material aumentou o pH do solo e reduziu a presença de alumínio trocável, destacando seu efeito na redução do estresse químico para microrganismos. Isso pode influenciar a atividade biológica do solo e, consequentemente, a respiração microbiana.

Figura 2 - Efeito da aplicação de diatomito na Atividade Respiratória Basal em solo arenoso e argiloso



Fonte: os autores (2024)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados indicam que o diatomito residual de cervejaria tem potencial como condicionador de solo, promovendo a atividade microbiana do solo. A capacidade do material de estimular o crescimento microbiano sugere que ele pode ser uma alternativa viável para o manejo sustentável do solo.

REFERÊNCIAS

FILLAUDEAU, L.; BLANPAIN-AVET, P.; DAUFIN, G. Water, wastewater and waste management in brewing industries. **Journal of Cleaner Production**, v. 14, p. 463 - 471, 2006.

GONG, J.; WANG, H.; LI, X. Alternative treatments for beer filtration residue using nitrifying bacteria. **Journal of Environmental Science**, v. 26, p. 334-340, 2018.

ILLIESCU, M.; FARACO, M.; POPA, M.; CRISTEA, M. Reuse of residual kieselguhr from beer filtration. **Journal of Environmental**, v. 10, p. 156-162-83, 2009.

KUNZE, W. **Technology brewing and malting**. 4. ed. Berlin: VLB Berlin, 2016. p. 450-452.

LAVAL, A. Beer filtration: top end beer from cross-flow filters. **Journal of Brewing Science**, v. 44, p. 40-41, 2007.

MARTINOVIC, A.; VLAHOVIC, M.; BOLJANAC, T. Diatomite: properties, applications and prospects. **Journal of Materials Science**, v. 41, n. 4, p. 589-600, 2006.

MATHIAS, R. C.; SILVA, L. F.; GARCIA, J. P. Nutrient release patterns from residual diatomite used in soil conditioning. **Journal of Soil Science and Plant Nutrition**, v. 44, p. 315-324, 2014.

MENDONÇA, E. S.; MATOS, E. S. **Matéria Orgânica do Solo: Métodos de Análise**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. p. 147-149.

PEREIRA, M. J.; NOGUEIRA, A. L.; OLIVEIRA, C. R. Efeitos dos condicionadores de solo na qualidade física e química do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 37, p. 134-140, 2019.

SHAABAN, M.; PENG, Q.; HU, R.; WU, Y.; LIN, S.; ZHAO, J. Application of dolomite to acidic soils: a promising option for mitigating N_2O emissions. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 22, p. 19961–19970, 2015. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s11356-015-5238-4. Acesso em: 23 set. 2024.

THUC, L. V.; KHUONG, N. Q. The effectiveness of dolomite phosphate rock on growth and yield of black sesame (Sesamum indicum L.) in paddy fields. *Legume Research*, v. 46, n. 9, p. 1199-1204, set. 2023.