

Ativação do carvão mineral.

AUTOR¹; Fábia L.D. Cruz;

CO-AUTOR(ES)²; Antônio Ramos, Matheus Goulart, Wesley Pires, Antônio Motta ORIENTADOR³; Dací Gatto

¹UFPEL-Pelotas-Rio Grande do Sul– fabia.l.d.cruz@gmail.com

²UFPEL-Pelotas-Rio Grande do Sul – antonio.ramos.ufpel.edu.br

²UFPEL-Pelotas-Rio Grande do Sul – wfp1312.wp@gmail.com

²UFPEL-Pelotas-Rio Grande do Sul – antonioselestrino13@gmail.com

²UFPEL-Pelotas-Rio Grande do Sul – amatheusgoulart@gmail.com

³UFPEL-Pelotas-Rio Grande do Sul – darci.gatto@ufpel.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O carvão mineral é resultado da fossilização de matéria orgânica vegetal que, ao longo de milhões de anos, foi soterrada e submetida a condições específicas de pressão e temperatura (VALE; ZAÚ, 1997). Após cerca de 300 milhões de anos, esse material pode ser extraído de jazidas, como a de Candiota, no Rio Grande do Sul, uma das maiores reservas de carvão mineral do Brasil (BRASIL, 2022), de onde foi obtida a amostra utilizada nesta pesquisa. Industrialmente, o carvão mineral é amplamente empregado como fonte de energia e calor, por meio de sua queima, sendo uma das principais fontes de energia elétrica no mundo (EPE, 2023).

O carvão ativado, por sua vez, destaca-se pela presença de uma extensa rede de micro poros, o que lhe confere alta capacidade de adsorção (DABROWSKI, 2001). Um exemplo prático de sua aplicação é o uso em filtros de água, nos quais atua na retenção de impurezas e contaminantes orgânicos, tornando o processo de purificação mais eficiente (BAUTISTA-TOLEDO et al., 2005).

O objetivo desta pesquisa é transformar o carvão mineral da jazida de Candiota em carvão ativado para que, posteriormente, possa ser utilizado em processos de adsorção de impurezas e poluentes, cuja aplicação específica será definida após a ativação.

2. METODOLOGIA

De acordo com o procedimento proposto por Barbosa et al. (2022), a amostra de carvão mineral foi inicialmente macerada e peneirada a fim de garantir uma granulometria uniforme, uma etapa fundamental para homogeneizar a superfície de contato e otimizar as etapas subsequentes (DUBBIN, 2005). Em seguida, 1 g de carvão foi distribuído em seis cadrinhos distintos e submetido à calcinação em mufla a 750 °C por 6 h, até completa formação de cinzas, um método clássico para a determinação de teor de cinzas e preparação de amostras (ASTM D3174-12, 2012). Após a queima, os cadrinhos foram transferidos para dessecador e mantidos por 1 h para estabilização das amostras e evitar a reabsorção de umidade (HARRIS, 2016).

Posteriormente, realizou-se a neutralização do pH e, em seguida, o processo de ativação química, utilizando ácido fosfórico (H_3PO_4) e hidróxido de potássio (KOH) como agentes ativantes, produtos químicos amplamente reportados na literatura por sua eficiência na criação de uma porosidade elevada no carvão (YAHAYA et al., 2021). As amostras foram mantidas sob agitação constante, a 175 °C, em agitador magnético e submetidas a tempos distintos de ativação (1, 2, 3 e 4 h).

Para avaliação preliminar da capacidade adsorptiva, foi preparada uma solução de azul de toluidina (0,5 g em 250 mL de água destilada), um corante frequentemente utilizado como modelo para testes de adsorção (ALOthman; RODRIGUES, 2021). Em cada ensaio, adicionou-se 1 g do carvão ativado a 50 ml da solução, mantendo o sistema sob agitação por 2 h, metodologia comum em testes de adsorção em batelada (SONI; KUMAR; ANDREW, 2022). Após esta etapa, o carvão ativado será enviado para análise de área superficial.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos experimentos iniciais, conduzidos sem a estabilização do pH em valores próximos à neutralidade, verificou-se que o carvão ativado mineral não promoveu a remoção completa do corante, resultando em coloração residual rosada na amostra (Figura A). Em contraste, o carvão ativado vegetal apresentou desempenho superior nessa condição, promovendo a completa transparência da solução.



Figura A: Falcon, Água filtrada rosada, Água filtrada transparente, carvão mineral ativado, carvão ativado vegetal.

Após o ajuste do pH para valores próximos à neutralidade, o carvão ativado mineral passou a apresentar desempenho significativamente superior em relação aos testes iniciais. Nessa condição, a água filtrada apresentou-se transparente (Figura B), comportamento equivalente ao observado com o carvão ativado vegetal, indicando que a eficiência do carvão mineral é fortemente dependente do pH do meio.



B

Figura B: Becker, Funil, Filtro, Erlenmeyer, Água filtrada transparente, Água com azul de toluidina e carvão mineral ativado.

Os resultados evidenciam que o pH da solução exerce influência determinante na eficiência de adsorção do carvão ativado mineral. A ausência de ajuste inicial do pH pode ter comprometido a interação entre os grupos funcionais presentes na superfície do carvão e os compostos corantes da solução, resultando em menor desempenho do processo.

Com a estabilização do pH em valores próximos à neutralidade, as condições de adsorção foram otimizadas, possibilitando desempenho do carvão mineral comparável ao observado para o carvão vegetal ativado. Tal comportamento indica que a ativação do carvão mineral apresenta maior sensibilidade às variações de pH, aspecto relevante a ser considerado em aplicações práticas.

4. CONCLUSÕES

O melhor desempenho foi observado na amostra impregnada com hidróxido de potássio (KOH) e submetida à agitação por 4 horas, que apresentou maior eficiência na remoção do azul de toluidina, corroborando os resultados reportados por Barbosa et al. (2022). Esse comportamento pode estar associado ao aumento da área superficial e da disponibilidade de poros ativos decorrentes do processo de impregnação química, favorecendo a interação entre os grupos funcionais do adsorvente e o corante.

A partir desses resultados, torna-se relevante considerar possíveis aplicações do carvão ativado produzido em contextos de maior complexidade, como a mitigação de emissões atmosféricas provenientes da queima do carvão mineral. Tais perspectivas reforçam o potencial do material obtido como alternativa viável em processos de controle ambiental, sobretudo em cenários que demandam elevada eficiência de adsorção.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUTISTA-TOLEDO, I. et al. Activated carbons from agricultural by-products: study of their adsorption capacity for organic compounds from water. **Journal of Chemical Technology & Biotechnology**, v. 80, n. 9, p. 998–1003, 2005. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jctb.1271>. Acesso em: 26 out. 2023.

BRASIL. Ministério de Minas e Energia. **Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral.** Carvão Mineral. Brasília, 2022. Disponível em: <http://www.mme.gov.br>. Acesso em: 26 out. 2023.

DABROWSKI, A. Adsorption — from theory to practice. **Advances in Colloid and Interface Science**, v. 93, n. 1-3, p. 135-224, 2001. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0001868601000185>. Acesso em: 26 out. 2023.

EPE - EMPRESA DE PESQUISA ENERGÉTICA. **Balanço Energético Nacional 2023: Ano base 2022.** Rio de Janeiro: EPE, 2023. Disponível em: <https://www.epe.gov.br/pt/publicacoes-dados-abertos/publicacoes/balanco-energetico-nacional-2023>. Acesso em: 26 out. 2023.

VALE, C. L.; ZAÚ, A. S. **A Gênese do Carvão Fóssil.** Rio de Janeiro: Editora Interciênciа, 1997.

ALOthman, Z. A.; RODRIGUES, R. C. **Dye Adsorption: Mechanisms and Applications.** In: Bonilla-Petriciolet, A.; Mendoza-Castillo, D.I.; Reynel-Ávila, H.E. (Eds.). **Adsorption Processes for Water Treatment and Purification.** Springer, Cham, 2021. p. 87-108.

ASTM INTERNATIONAL. **ASTM D3174-12: Standard Test Method for Ash in the Analysis Sample of Coal and Coke.** West Conshohocken, PA, 2012.

DUBBIN, W. E. **Sample Preparation for Physical and Chemical Testing.** In: *Principles of Chemical Sedimentology*. McGraw-Hill, 2005. p. 144-160.

HARRIS, D. C. **Análise Química Quantitativa.** 9. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

SONI, H.; KUMAR, P. S.; ANDREW, J. K. **A comprehensive review on the adsorption of organic and inorganic contaminants from water using magnetic hybrid materials.** *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 10, n. 3, 107854, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2213343722004032>. Acesso em: 26 out. 2023.

YAHAYA, N. K. E. M. et al. **Optimization of activated carbon preparation by chemical activation from rice husk using response surface methodology.** *Biomass Conversion and Biorefinery*, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s13399-021-01590-y>. Acesso em: 26 out. 2023.