

REMOÇÃO DE MANGANÊS DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO UTILIZANDO ZEÓLITA COMERCIAL

Maria Luiza Serafim de Souza¹, Elaine da Cunha Silva Paz², Claudia da Silva Aguiar Rezende³, Kayo César Gomes Mota⁴, Marcelo Mendes Pedroza⁵.

¹ Estudante do Curso Superior de Engenharia Agrônômica – IFTO Bolsista do Programa de Iniciação Científica. e-mail: <maria.souza25@estudante.ifto.edu.br>

² Docente em Química – IFTO. Orientador(a). e-mail: <elaine@ifto.edu.br>

³ Docente do Departamento de Meio Ambiente – IFTO. Orientador(a). e-mail: <claudia@ifto.edu.br>

⁴ Estudante do Curso Técnico em Controle Ambiental Integrado ao Ensino Médio – IFTO. e-mail: <kayo.mota@estudante.ifto.edu.br>

⁵ Docente em Química – IFTO. Orientador(a). e-mail: <mendes@ifto.edu.br>

1 INTRODUÇÃO

A presença de manganês (Mn) em águas destinadas ao consumo humano é uma preocupação relevante, pois, em concentrações elevadas, pode comprometer a qualidade da água e causar efeitos indesejados, como coloração, sabor metálico e incrustações em tubulações. Isso afeta diretamente a eficiência dos sistemas de abastecimento e a potabilidade da água (Vistuba et al., 2012).

Entre as tecnologias de tratamento, a adsorção se destaca por sua simplicidade e custo relativamente baixo. Zeólitas, materiais microporosos com alta área superficial e capacidade de troca iônica, têm sido amplamente investigadas como adsorventes para remoção de metais, como o manganês, demonstrando bons resultados (Da Costa Filho et al., 2022; Widiastuti et al., 2011).

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência da zeólita comercial na remoção de manganês de água de abastecimento. Para isso, foram realizadas análises físico-químicas do adsorvente, além da investigação de parâmetros cinéticos e de equilíbrio envolvidos no processo de adsorção.

2 OBJETIVO

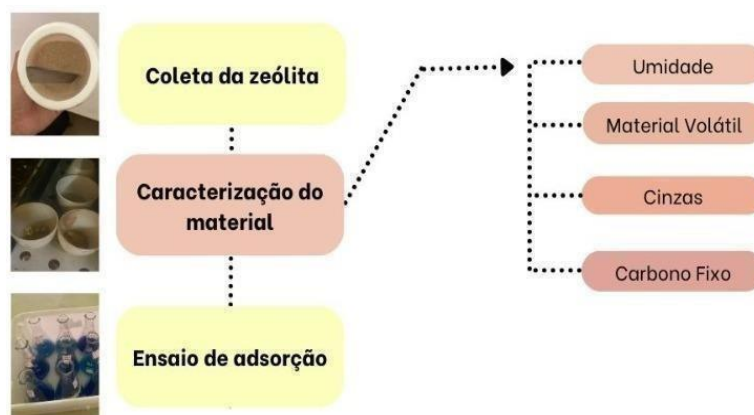
Investigar a eficiência da zeólita comercial na remoção de manganês de água de abastecimento, com ênfase na caracterização do adsorvente e na avaliação de parâmetros cinéticos e de equilíbrio do processo de adsorção.

3 MATERIAL E MÉTODOS

A zeólita utilizada nos experimentos já se encontrava disponível no Laboratório de Reaproveitamento de Resíduos e Sustentabilidade Energética (LARSEN) do Instituto Federal do Tocantins- Campus Palmas, sendo um material comercial, previamente adquirido e armazenado em local adequado.

Os detalhes metodológicos adotados no processo experimental da caracterização e adsorção da zeólita estão descritos na Figura 1.

Figura 1-Evolução metodológica dos procedimentos realizados na pesquisa



Fonte: Autor (2025)

Os parâmetros investigado e os métodos analíticos usados para caracterizar o mineral são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros e métodos de caracterização da zeólita comercial

Tipo	Análise	Método analítico
Análise Imediata da Zeólita Comercial	Umidade	ASTM D 3173-87
	Material volátil	ISO 562:1974
	Cinzas	Método ASTM D 2415-66/86
	Carbono fixo	Norma ABNT NBR 8299-1983

Fonte: Autor (2025)

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos parâmetros investigados, utilizados para caracterizar e testar a adsorção da zeólita comercial, são apresentados na Tabela 2 e 3.

Tabela 2: Resultados dos parâmetros analisados

Tipo	Análise	Método analítico
(%) Análise Imediata da Zeólita Comercial	Umidade	2,90
	Material volátil	20,47
	Cinzas	20,20
	Carbono fixo	56,57

Fonte: Autor (2025)

A zeólita comercial analisada apresentou baixa umidade (2,6% a 3,2%), o que favorece a adsorção de manganês e a conservação do material. O teor de voláteis foi de cerca de 20%, valor comum em zeólitas naturais e que pode até melhorar a interação com metais. As cinzas, também em torno de 20%, indicam a presença de minerais como sílica e alumínio, importantes para a troca iônica. Já o teor de carbono fixo (55,7% a 57,1%) aponta para a presença de carbono residual, que pode contribuir para a adsorção física de contaminantes.

Portanto, apresenta boas características para adsorção, como baixa umidade, teor de

voláteis dentro do esperado e alta presença de minerais e carbono fixo. Esses fatores indicam bom potencial para remoção de metais, como o manganês.

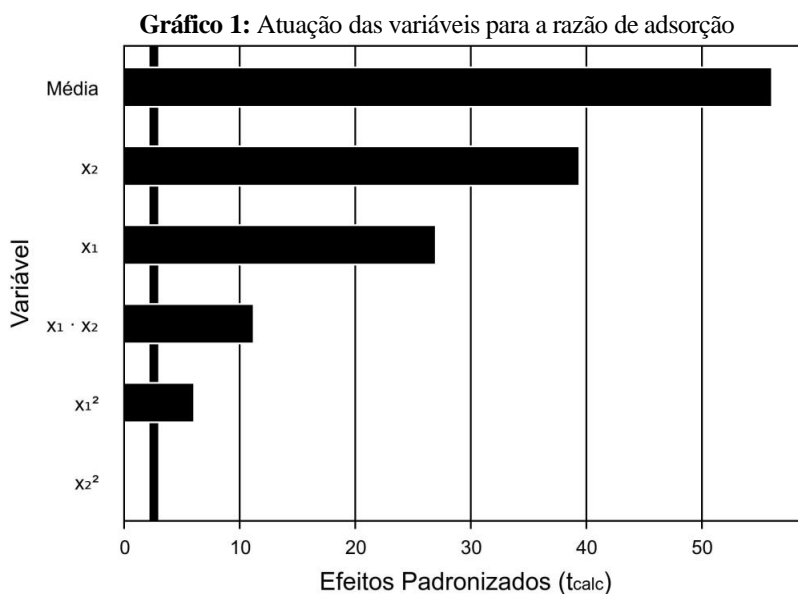
Tabela 3- Resultado da adsorção da zeólita comercial

Ensaio	X1- Massa de carvão ativado (g)	X2- Concentração do corante (g)	Y1- Razão de adsorção (mg/g)
1	0,50	20	1,44
2	1	20	0,72
3	0,50	100	4,46
4	1	100	2,22
5	0,50	60	2,96
6	1	60	1,45
7	0,75	20	0,95
8	0,75	100	2,95
9	0,75	60	1,94
10	0,75	60	1,95
11	0,75	60	1,95

Fonte: Autor, 2025

A análise da razão de adsorção mostra que a zeólita comercial tem uma boa capacidade de reter o corante azul de metileno, o que indica uma afinidade entre o material e o contaminante. Esse resultado destaca a eficiência do adsorvente e está alinhado com o estudo de Foo e Hameed, (2010).

Utilizando o software Protimiza Experimental Design, os dados da razão de adsorção foram analisados e um gráfico gerado. O gráfico 1 apresenta, em detalhes, as variáveis incluídas no modelo do ensaio de adsorção. Onde indica que a concentração do corante azul de metileno (X2) é a variável com maior influência, em comparação com a massa de zeólita (X1).



Fonte: Autor (2025)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A zeólita comercial se mostrou eficiente na remoção de manganês da água. Na análise inicial, ela apresentou características positivas, como baixa umidade, boa quantidade de voláteis e cinzas, além de um teor alto de carbono fixo. Esses fatores indicam que ela tem uma estrutura adequada para funcionar como adsorvente, ajudando tanto na troca iônica quanto na retenção de metais.

Nos testes, a zeólita também conseguiu reter bem o corante azul de metileno, o que mostra afinidade com compostos contaminantes. A concentração do corante foi o fator que mais influenciou a adsorção, mas a quantidade de zeólita também teve efeito. Além disso, o modelo estatístico teve um R^2 de 99,8%, mostrando que os resultados foram bem consistentes.

6 AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq e ao IFTO pelo fomento e apoio para a execução do projeto que possibilitou a realização desta pesquisa.

REFERÊNCIAS

- DA COSTA FILHO, Mauricio Castro; NETO, Alcino Matos de Azevedo Pontes; MARTELLI, Marlice Cruz. O uso de compostos zeolíticos como adsorventes para a remoção de metais pesados (Pb, Cu, Cr e Mn): uma revisão. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e250111638159-e250111638159, 2022.
- FOO, Keng Yuen; HAMEED, Bassim H. Insights into the modeling of adsorption isotherm systems. *Chemical Engineering Journal*, v. 156, n. 1, p. 2-10, 2010.
- VISTUBA, Jacqueline Pereira et al. Remoção de ferro e manganês de água de abastecimento por meio de filtração adsortiva. 2012.
- WIDIASTUTI, Nurul et al. The potential application of natural zeolite for greywater treatment. *Desalination*, v. 218, n. 1-3, p. 271-280, 2008.