



Evento:XXX Jornada de Pesquisa

AValiação DO POTENCIAL ADSORTIVO DE AREIA NATURAL COM KOH FRENTE A CONTAMINANTE ORGÂNICO¹

**Lucas da Rosa Oyarzabal², Fernanda da Cunha Pereira³, Matias Schadeck Netto⁴,
Edson Luiz Foletto⁵**

Projeto de pesquisa de Mestrado parceria UNIJUI e UFSM.

² Lucas da Rosa Oyarzabal; estudante do curso Mestrado Engenharia Química; Bolsistas da CAPES; Universidade Federal de Santa Maria- UFSM, RS, Brasil

³ Dra. Professora Fernanda da Cunha Pereira; Professora da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI.

⁴ Dr. Professor Matias Schadeck Netto; Professor da Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul - UNIJUI

⁵ Dr. Edson Luiz Foletto; Professor da Universidade Federal de Santa Maria - UFSM

INTRODUÇÃO

O violeta cristal ($C_{25}N_3H_{30}Cl$) é um corante catiônico, ou seja, uma substância com carga positiva que interage com moléculas carregadas negativamente. Sendo amplamente utilizado dentro de indústrias têxteis, farmacêuticas e laboratórios de análises químicas e biológicas (KUSFIANTI *et al.*, 2023). O setor têxtil é responsável pela maior utilização de corantes, consumindo mais de 10 mil toneladas de corantes dos quais 100 toneladas são jogadas em corpos hídricos todos os anos (GOSWAMI; DEY, 2022).

Apesar de seus inúmeros usos o violeta cristal é um corante que persiste no ambiente, sendo assim se faz necessário um tratamento adequado, devido a seus potenciais carcinogênicos e clastogênico (MANI; BHARAGAVA, 2016).

Dado sua natureza perigosa ao ser humano, a remoção de corantes como o violeta cristal é amplamente estudada, e um método de remoção aplicado é a absorção, um processo de fácil operação, simples, economicamente competitivo e ecologicamente amigável, tais fatores fazem com que a adsorção ganhe espaço para o tratamento de corantes (ALGARNI *et al.*, 2022).

A adsorção é um processo físico-químico ao qual a substancia adere a superfície ou poros. Sendo este um método amplamente utilizado para remoção de poluentes orgânicos de difícil degradação, utilizando-se de adsorventes com uma grande área superficial ou capacidade porosa para o tratamento de corantes na água (SUN *et al.*, 2023).



Com a busca por adsorventes com menor custo, a sílica surge como uma excelente opção, visto que a mesma pode ser sintetizada de recursos naturais abundantes, como areia de praia ou construção civil (KUSFIANTI *et al.*, 2023). As propriedades de adsorventes dependem do método e parâmetros empregados durante a sua síntese, podendo ter diferentes propriedades físico-químicas devido a esta influência (SILVA *et al.*, 2021).

A sílica é um material cristalino, assim possuindo uma capacidade não tão elevada como adsorvente devido a sua estrutura com baixa porosidade e área superficial, contudo, a ativação deste material pode possibilitar a transformação dele em amorfo, isto é benéfico pois assim irá aumentar a sua área superficial e porosidade (SILVA *et al.*, 2021).

O método de ativação por fusão alcalina, que consiste na calcinação da sílica na presença de um álcali, tem como objetivo sua transformação em um sólido amorfo, que por consequência terá uma maior área superficial e maior porosidade (DRUMM *et al.*, 2021).

METODOLOGIA

Para a amostra foi utilizada areia natural fornecida pela UFSM- Universidade Federal de Santa Maria, para a ativação e modificação da sílica, foi utilizado KOH. Inicialmente passando a areia por peneira de 100 mesh, para retirada de sólidos e impurezas, em seguida utilizando um gral e pistilo foi macerada a areia juntamente de KOH em proporção mássica 1:1. Em seguida a mistura foi calcinada sob atmosfera oxidante em uma mufla a 550 °C por 1 hora e 30 min, com uma taxa de aquecimento de 5°C min⁻¹. Os sólidos resultantes foram lavados repetidamente até atingir o pH próximo de 7 e posteriormente secos a 100°C, depois foram submetidos em uma peneira de 60 mesh. Obtendo assim o material adsorvente, denominado Areia KOH, mantendo também o material original para fins de comparação. Para os ensaios de adsorção com violeta cristal, foi preparado uma solução contendo 50mg/L de violeta cristal e uma dosagem de 5mg de adsorvente.

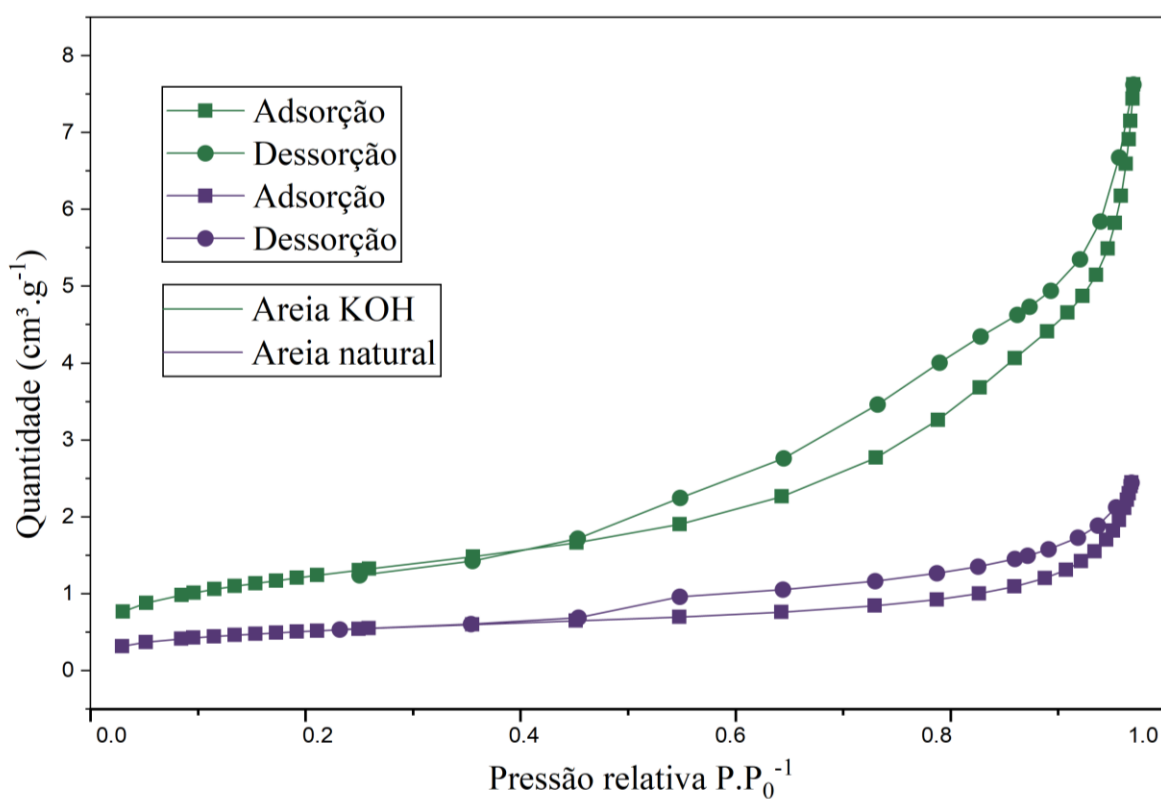
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização



Para que se possa identificar os resultados da ativação química realizada com KOH na areia natural, se fez uso de análises de BET, que visa analisar a porosidade e área superficial. É feita a partir da medição do gás nitrogênio adsorvido pela superfície da substância estudada, sendo a quantidade de nitrogênio adsorvido diretamente relacionada a área total da superfície do adsorvente analisado. Foi obtido as isotermas de adsorção e dessorção da areia natural e da areia KOH conforme a figura 1, e os parâmetros texturais estão sumarizados na tabela 1.

Figura 1: Isotermas BET



Fonte: Autor (2025)

Tabela 1: parâmetros texturais da areia natural e da areia KOH.

Amostra	Área Superficial ($\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$)	Volume de Poros ($\text{cm}^3 \cdot \text{g}^{-1}$)	Diâmetro Médio de Poros (nm)
Areia Natural	1,8611	0,003429	7,3833
Areia KOH	4,4813	0,011738	9,5423

Fonte: Autor (2025)

Assim como esperado a areia KOH obteve um resultado melhor comparado a areia natural, obtendo um aumento em sua área superficial de 237% em relação a areia natural. Este



aumento significativo é atribuído a ativação por KOH. A isoterma pode ser classificada como tipo IV, típica de materiais mesoporosos, que é corroborado pelo diâmetro médio de poros de 9,5423 nm, tendo uma histerese do tipo H3. Sendo este desenvolvimento de mesoporos crucial para a adsorção do violeta cristal.

Teste de adsorção

A absorbância medida de 1,277 para a amostra e 3,36 para o branco. Assumindo uma relação linear para absorbância e concentração do violeta cristal, tem-se a quantidade adsorvida como visto na equação 1.

$$Q_a = \frac{[(\text{Concentração inicial} - \text{Concentração final}) * \text{Volume}]}{\text{massa do adsorvente}} = \frac{[(50 - 19) * 0,05]}{0,005} = 310 \frac{\text{mg}}{\text{g}} \text{ equação (1)}$$

Os resultados atingidos demonstram a eficácia do processo de ativação, tendo uma redução significativa da concentração de violeta cristal no meio, sendo uma quantidade de corante adsorvida pela areia KOH de cerca de 310mg.g⁻¹ conforme mostrado na equação 1.

Para a eficiência da reação pode-se aplicar o a mesma relação linear usada anteriormente, resultando na equação 2 que por sua vez irá dar a eficiência da adsorção em porcentagem.

$$\% \text{ remoção} = \left[\frac{(\text{Concentração inicial} - \text{Concentração final})}{\text{Concentração inicial}} \right] * 100 = 62\% \text{ equação (2)}$$

Obtendo uma eficiência de 62% visto na equação 2 para as condições testadas, um excepcional resultado devido a pouca utilização de adsorvente que foi de apenas 5 mg.

O desempenho do adsorvente está diretamente relacionado com a ativação por KOH, visto que a mesma proporcionou uma área 237% maior que da areia natural, um aumento significativo no volume de poros, e um maior diâmetro médio de poros. Este resultado demonstra o quão importante a ativação para a areia natural é.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adsorção é um excelente método de tratamento em relação a corantes, visto sua facilidade, baixo custo e ecologicamente limpo. A sua utilização para controle de violeta cristal em água tem potencial ainda, com os resultados preliminares obtidos neste estudo de 62% de adsorção, pode-se ainda explorar o ponto ótimo do processo. A utilização da fusão alcalina se mostrou muito eficaz com a amorfização da areia, e com a sua ativação por KOH, melhorando



assim a sua área superficial e porosidade, tendo uma melhora significativa em relação ao material original.

Palavras-chave: Adsorção. Violeta cristal. Sílica ativada. Amorfização. Porosidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALGARNI, T. S. *et al.* Activated Carbon/ZnFe₂O₄ Nanocomposite Adsorbent for Efficient Removal of Crystal Violet Cationic Dye from Aqueous Solutions. **Nanomaterials**, v. 12, n. 18, p. 3224, 2022. <https://doi.org/10.3390/nano12183224>

DRUMM, F. C. *et al.* Effective adsorptive removal of textile pollutant using coal bottom ash with high surface area obtained by alkaline fusion route. **Environmental Technology**, v. 43, n. 16, p. 2418–2429, 2021. <https://doi.org/10.1080/09593330.2021.1881828>

GOSWAMI, R.; DEY, A. K. Use of Anionic Surfactant-Modified Activated Carbon for Efficient Adsorptive Removal of Crystal Violet Dye. **Adsorption Science & Technology**, v. 2022, p. 1–28, 2022. <https://doi.org/10.1155/2022/2357242>

GUPTA, S. *et al.* Synthesis of Silica aerogel and its application for removal of Crystal violet dye by adsorption. **Watershed Ecology and the Environment**, v. 5, p. 241–254, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.wsee.2023.10.003>

KUSFIANTI, A. A. *et al.* Silica coated nanomagnetite as crystal violet dye adsorbent. **SciendoeBooks**, p. 251–267, 2023. <https://doi.org/10.2478/9788367405195-037>

MANI, S.; BHARAGAVA, R. N. Exposure to Crystal Violet, Its Toxic, Genotoxic and Carcinogenic Effects on Environment and Its Degradation and Detoxification for Environmental Safety. **Reviews of Environmental Contamination and Toxicology**, v. 237, p. 71–104, 2016. https://doi.org/10.1007/978-3-319-23573-8_4

SILVA, V. C. *et al.* Adsorption Behavior of Crystal Violet and Congo Red Dyes on Heat-Treated Brazilian Palygorskite: Kinetic, Isothermal and Thermodynamic Studies. **Materials**, v. 14, n. 19, p. 5688, 2021. <https://doi.org/10.3390/ma14195688>