

SPHAGNUM PERICHAETIALE HAMPE APLICADO COMO ADSORVENTE NA ADSORÇÃO DE CORANTE AZUL DE METILENO

ALAOR VALÉRIO FILHO¹; CACINELE MARIANA DA ROCHA²; JUÇARA BORDIN³; EDUARDA VITORIA MORAES⁴; GABRIELA SILVEIRA DA ROSA⁵; NEFTALI LENIN VILLARREAL CARRENO⁶

¹*Universidade Federal de Pelotas – vfalaor@gmail.com*

²*Universidade Federal do Rio Grande do Sul – cacinele@gmail.com*

³*Universidade Estadual do Rio Grande do Sul – jucara-bordin@uergs.edu.br*

⁴*Universidade Federal de Pelotas – eduarda.avm@gmail.com*

⁵*Universidade Federal do Pampa – gabrielarosa@unipampa.edu.br*

⁶*Universidade Federal de Pelotas – neftali@ufpel.edu.br*

1. INTRODUÇÃO

A adsorção é uma tecnologia amplamente utilizada no tratamento de efluentes devido à sua simplicidade, baixo custo e alta eficiência na remoção de contaminantes. Além disso, é considerada uma alternativa sustentável para a descontaminação da água, gerando interesse crescente e aumentando os estudos sobre materiais adsorventes alternativos (VALÉRIO FILHO *et al.*, 2022). Contudo, a produção de novos adsorventes geralmente envolve processos de carbonização, pirólise ou ativação química, o que eleva seus custos e pode inviabilizar sua aplicação (DOTTO; MCKAY, 2020). Há uma lacuna de estudos sobre os custos energéticos e financeiros associados aos resíduos gerados durante os processos de ativação.

As células das briófitas são formadas por paredes rígidas e espessas, contêm compostos celulósicos, fenólicos e lipídios polimerizados. Elas são mortas na maturidade e ajudam a reter água, sendo responsáveis por até 10% da capacidade de retenção de água. A biomassa da planta viva é rica em polissacarídeos, glicose e ácido galacturônico, que confere ao *Sphagnum perichaetiale* uma alta capacidade de troca de cátions e proteção das paredes celulares contra degradação (LIMPENS; BOHLIN; NILSSON, 2017). A massa seca do *Sphagnum* contém 46% de carboidratos, com a glicose sendo a mais abundante (56%).

A contaminação de cursos d'água é uma preocupação global, e o tratamento de efluentes com AM (azul de metileno) é necessário. Embora o *Sphagnum* tenha características promissoras, faltam estudos sobre o uso de briófitas na remoção de corantes. Este trabalho visa explorar o uso da biomassa de *Sphagnum perichaetiale* como adsorvente para a remoção de AM de soluções aquosas, propondo um processo de descontaminação eficiente e de baixo custo. Para isso, foi realizado um estudo experimental para avaliar a influência simultânea de variáveis massa de adsorvente e pH na capacidade de adsorção e percentual de remoção.

2. METODOLOGIA

A biomassa de *Sphagnum perichaetiale*, gentilmente fornecida pelo Laboratório de Águas Superficiais e Subterrâneas (LASS) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, foi coletada em 22 de maio de 2019, na cidade de Cidreira, Estado do Rio Grande do Sul ($30^{\circ}07'06''$ S e $50^{\circ}15'41''$ W; Sisgen AE2535B). O azul de metileno foi adquirido da Vetec (Brasil) e não foi submetido a nenhum

processo de purificação. Todas as soluções foram preparadas com água deionizada.



Figura 1 apresenta o esquema gráfico de preparo do material adsorvente.

Após a coleta, a biomassa de *Sphagnum perichaetiale* foi lavada com água deionizada e, em seguida, seca em estufa a 70 °C por 24 h. As amostras secas foram moídas em um moinho analítico e peneiradas para obter partículas com tamanho médio inferior a 495 µm.

Os estudos de adsorção foram realizados em batelada utilizando uma solução sintética de azul de metileno. Os ensaios foram conduzidos em condições obtidas por testes preliminares, em um agitador (NOVA ÉTICA, modelo 109–1, São Paulo, Brasil) a 200 rpm. Após o tempo de adsorção, as amostras foram centrifugadas a 4000 rpm por 10 min. As concentrações estimadas para o corante remanescente foram quantificadas por espectrofotometria UV–VIS (EQUILAM, UV 755B, Diadema, Brasil) a 580 nm, utilizando uma curva padrão com concentrações variando de 1 a 15 mg L⁻¹. Os valores da capacidade de adsorção (q , mg g⁻¹) e da porcentagem de remoção (R , %) foram calculados pelas Eqs. 1 e 2, respectivamente.

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e) \cdot V}{m_{ad}} \quad (1)$$

$$R = \frac{C_0 - C_e}{C_0} \cdot 100 \quad (2)$$

em que C_0 é a concentração inicial (mg L⁻¹); C_e é concentração em equilíbrio (mg L⁻¹); V é o volume de solução (mL) e m_{ad} é a massa do adsorvente (g).

O procedimento experimental foi realizado em duplicata, através de um delineamento composto central rotacional (DCCR) com uma concentração inicial de 60 mg L⁻¹. A variável independente dosagem do adsorvente (Ad) variou de 0,12 a 0,68 g L⁻¹. O pH foi ajustado utilizando soluções de NaOH e HCl e variou de 7,60 a 10,40. O intervalo de confiança de 95% (p-valor ≤ 0,05) foi utilizado para avaliar a significância dos modelos com o software Statistica® versão 10 (SAS Institute, Cary, NC, EUA). A adequação dos modelos foi verificada por análise de variância (ANOVA). As respostas dependentes (q e R) foram analisadas para determinar a eficácia dos modelos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A otimização simultânea da capacidade de adsorção e da eficiência de remoção, considerando os parâmetros de dosagem do adsorvente e pH, é apresentada nos gráficos DCCR da Figura 2. As condições ótimas obtidas por meio da metodologia de deseabilidade global foram de $0,26\text{ g L}^{-1}$ para a dosagem do adsorvente e 9 para o pH. Os valores de capacidade de adsorção e eficiência de remoção previstos nas condições ótimas foram de $209,91\text{ mg g}^{-1}$ e 84,82 %, respectivamente. Essas condições podem ser consideradas favoráveis em termos de custos, visto que foi obtido uma alta capacidade de adsorção e um bom percentual de remoção, utilizando um adsorvente de baixo custo (DA SILVA *et al.*, 2023; GEORGIN *et al.*, 2020; GOBI; MASHITAH; VADIVELU, 2011).

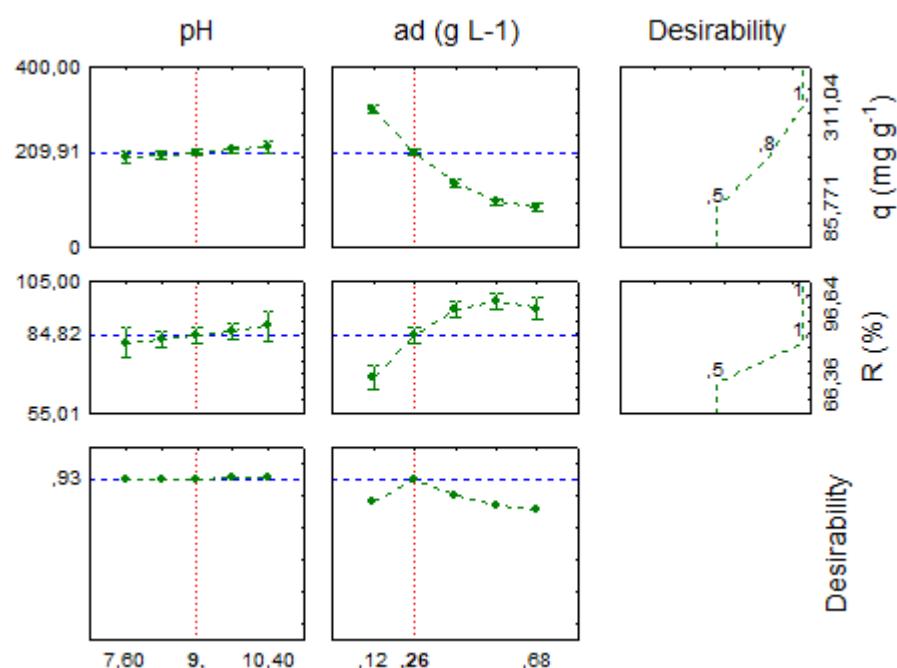


Figura 2 – DCCR para obtenção das condições ótimas de capacidade de adsorção e eficiência de remoção.

4. CONCLUSÕES

O bioadsorvente *Sphagnum perichaetiale* foi utilizado para remover o corante azul de metileno de solução aquosa. A caracterização do material revelou um bom potencial adsorvente. As células hialinas e as cavidades na estrutura do BRSB foram responsáveis por reter as moléculas do contaminante. O planejamento experimental mostrou que a melhor dosagem do adsorvente foi de $0,26\text{ g L}^{-1}$ e pH 9. Em relação aos excelentes resultados obtidos neste trabalho, é possível inferir que *Sphagnum perichaetiale* possui grande potencial como bioadsorvente. Além dos ótimos resultados de capacidade de adsorção, o presente material tem benefícios relacionados ao seu baixo custo de produção, pois este sorvente não requer o uso de nenhum processo de ativação. Assim, a utilização de *Sphagnum perichaetiale* é uma alternativa ecológica para o tratamento de efluentes coloridos.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- DA SILVA, Elenara Oliveira *et al.* Application of *Lolium multiflorum* as an Efficient Raw Material in the Production of Adsorbent for Removal of Methylene Blue. **C**, [s. l.], v. 9, n. 2, p. 44, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/c9020044>
- DOTTO, Guilherme L.; MCKAY, Gordon. Current scenario and challenges in adsorption for water treatment. **Journal of Environmental Chemical Engineering**, [s. l.], v. 8, n. 4, p. 103988, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jece.2020.103988>
- GEORGIN, Jordana *et al.* Treatment of water containing methylene by biosorption using Brazilian berry seeds (*Eugenia uniflora*). **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 27, n. 17, p. 20831–20843, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08496-8>
- GOBI, K.; MASHITAH, M.D.; VADIVELU, V.M. Adsorptive removal of Methylene Blue using novel adsorbent from palm oil mill effluent waste activated sludge: Equilibrium, thermodynamics and kinetic studies. **Chemical Engineering Journal**, [s. l.], v. 171, n. 3, p. 1246–1252, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.05.036>
- LIMPENS, Juul; BOHLIN, Elisabet; NILSSON, Mats B. Phylogenetic or environmental control on the elemental and organo-chemical composition of Sphagnum mosses? **Plant and Soil**, [s. l.], v. 417, n. 1–2, p. 69–85, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11104-017-3239-4>
- VALÉRIO FILHO, Alaor *et al.* Perspectives of the reuse of agricultural wastes from the Rio Grande do Sul, Brazil, as new adsorbent materials. In: ANASTOPOULOS, Ioannis *et al.* (org.). **Biomass-Derived Materials for Environmental Applications**. Amsterdam: Elsevier, 2022. p. 243–266. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-323-91914-2.00014-3>