



ANÁLISE DO PROCESSO DE ADSORÇÃO COM CARVÃO ATIVADO PARA REDUÇÃO DA COLORAÇÃO DE CORANTE AZUL DE METILENO

Rafael Nava¹
Marco Antonio Cardoso de Souza²

Resumo: A poluição das fontes de água por atividades humanas é uma preocupação crescente, resultante do descarte de grandes volumes de resíduos líquidos e sólidos, muitas vezes sem tratamento prévio, em rios, canais e outros corpos hídricos. Diante desse cenário, cresce a demanda por técnicas de baixo custo e fácil aplicação para o tratamento de efluentes, especialmente daqueles que contêm corantes sintéticos dissolvidos, visando à redução da coloração. A adsorção com carvão ativado tem se destacado como uma alternativa promissora. Assim, o presente estudo avaliou a eficiência desse método na remoção da cor de efluentes contendo azul de metileno, investigando a influência da quantidade de carvão ativado utilizada e da variação do pH da amostra. Os resultados indicaram que o uso do carvão ativado foi eficaz, alcançando remoção superior a 90% da coloração em ambas as amostras analisadas.

Palavras-chave: Adsorção, Azul de Metileno, Coloração.

Abstract: Water pollution caused by human activities is a growing concern, resulting from the discharge of large volumes of liquid and solid waste, often without prior treatment, into rivers, canals, and other water bodies. In this context, there is an increasing demand for low-cost and easily applicable techniques for the treatment of effluents, particularly those containing dissolved synthetic dyes, aiming at reducing color. Adsorption using activated carbon has emerged as a promising alternative. Accordingly, the present study evaluated the efficiency of this method in removing the color of effluents containing methylene blue, investigating the influence of the amount of activated carbon used and the variation in the sample's pH. The results indicated that the use of activated carbon was effective, achieving over 90% color removal in both samples analyzed.

Key-words: Electroflocculation, Effluent, Coloration.

¹ Gradando do curso de Engenharia Química da UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <rafaelnavadeoliveira@gmail.com>.

² Professor do curso Engenharia Química, pela UNIFATEB, campus Telêmaco Borba – e-mail: <marco.souza@unifateb.edu.br>.



EPIC 2025

XII ENCONTRO DE PESQUISA, XVI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E
II ENCONTRO DE ENSINO E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA



1. INTRODUÇÃO

Souza (2019) descreve que atualmente um dos principais desafios ambientais enfrentados pela humanidade consiste na necessidade de investigar e implementar métodos eficazes para o tratamento de efluentes líquidos, garantindo que estes sejam tratados de forma eficiente antes do descarte no meio ambiente.

Dentre estes efluentes ressalta-se os que apresentam dissolvidos corantes tais como o azul de metileno, geralmente presentes em efluentes de indústrias têxteis, pois estas substâncias apresentam elevada carga de toxicidade, assim buscam-se alternativas que promovam o tratamento de efluentes líquidos de forma mais eficiente e relativamente menos custosa, uma alternativa para os efluentes que apresentam corantes sintéticos em seu meio consiste na adsorção (BISCAIA, 2025; SOUZA, 2025).

Para tanto o presente estudo busca analisar a eficiência do uso do processo de adsorção empregando diferentes quantidades de amostra de carvão ativado para promover o tratamento efluentes líquidos contendo azul de metileno, avaliando a redução dos parâmetros característicos dos efluentes, em especial o da coloração.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1. CONTAMINAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

De acordo com Silva(2025) a água é considerada por sua vez como um elemento crucial e vital para a sobrevivência e atividade humana, pois esta acarreta na manutenção um equilíbrio dentro dos ecossistemas existente, e pode ser utilizada em diversos processos produtivos das mais diversas formas.

Assim este recurso natural esta intimamente ligado a sociedade e sustentabilidade, sendo assim crucial para a manutenção da vida humana e o bem estar (CONTI, 2021).

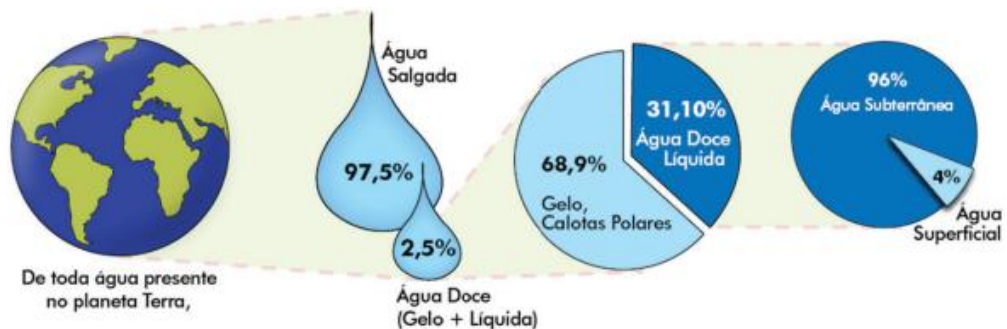
Entretanto, por maior que seja a distribuição desse recurso (cobrindo cerca de 70% de toda a superfície da Terra), a maior parte de suas fontes não está disponível para consumo, pois se encontra nos oceanos e mares. Dessa forma, torna-se



necessária a aplicação de técnicas avançadas de tratamento para torná-las próprias para o consumo (OLIVEIRA *et al.*, 2024; SILVA, 2025).

A Figura 1 apresenta a distribuição da água ao redor do Planeta Terra.

Figura 1- Distribuição de água no planeta



Fonte: FONTEHIDRICA (2011)

Carvalho, Souza e Zempulski (2015) descrevem que, ao longo das últimas décadas, inúmeras fontes de recursos hídricos foram indevidamente contaminadas, de forma direta ou indireta, pela ação humana, em sua maioria devido ao descarte inadequado de contaminantes, sejam eles oriundos de resíduos sólidos ou de efluentes lançados nesses corpos hídricos.

Os processos de tratamento de águas e efluentes devem atender às normas estabelecidas pelo CONAMA, visando prevenir a contaminação indevida das fontes hídricas onde são descartados. Entre os diversos parâmetros analisados, um dos mais críticos a ser controlado é a coloração (SOUZA, 2019).

Biscaia (2025) descreve que, em diversos processos industriais, como os que ocorrem na indústria têxtil, é empregada uma vasta gama de corantes visando à obtenção de produtos esteticamente mais aceitáveis. Entretanto, o uso desses corantes, após as etapas de lavagem, resulta em efluentes líquidos com elevada carga contaminante, que podem provocar alterações significativas quando descartados de forma inadequada em corpos d'água.

A intensa utilização dos mais variados tipos de corantes em diversas atividades industriais, como as das indústrias têxteis acarretou contaminações em meios hídricos, entretanto, as técnicas existentes para o tratamento dos mesmos ainda

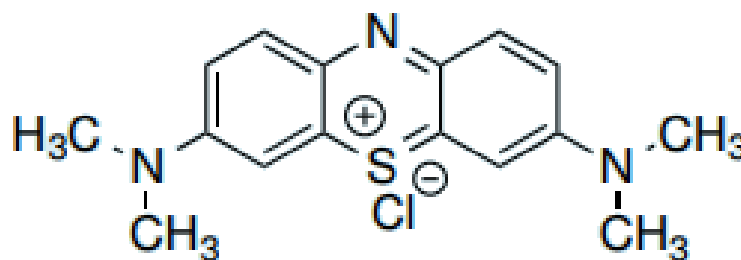


consomem energia de forma demasiada (SOUMYAJIT, LUBHAN E RAVINDER, 2023)

2.2. AZUL DE METILENO

Biscaia (2025) e Lima *et al.* (2018) descrevem que o azul de metileno (Figura 2), também denominado cloreto de metiltionina, consiste em um produto sintético pertencente à classe dos compostos heterocíclicos. Este é, por sua vez, usualmente utilizado em áreas distintas, como medicina, química analítica e processos industriais. Destaca-se ainda que apresenta uma estrutura química constituída por anéis aromáticos, os quais conferem ao composto suas características de cor intensa e alta solubilidade em meio aquoso.

Figura 2- Estrutura do azul de metileno



Fonte: CARVALHO E SOUZA (2018)

Este corante, consiste em um composto extremamente danoso e potencialmente tóxico para a vida aquática, independentemente do grau de concentração que esteja presente nos resíduos líquidos (BISCAIA, 2025; SOUZA, 2025).

Ferreira *et al.* (2023) e Souza (2025) descrevem que é de suma importância realizar o devido tratamento de efluentes que contenham corantes, como o azul de metileno, antes de seu descarte em meios hídricos, garantindo o cumprimento das normas ambientais (CONAMA) e reduzindo os possíveis impactos ambientais causados por essas substâncias.

Ressalta-se que a devida eficiência na remoção desse contaminante do meio líquido é, por sua vez, influenciada pelo pH da solução em que se encontra, apresentando elevada eficiência quando os resíduos líquidos apresentam pH entre 6



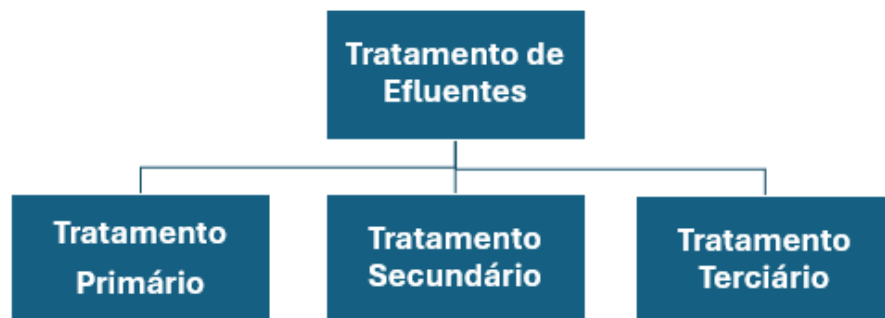
e 8 (BISCAIA, 2025).

2.3. TRATAMENTO DE ÁGUAS E EFLUENTES

Meneghel (2025) e Silva (2025) descrevem que os tratamentos de efluentes são classificados em três etapas, sendo estas o tratamento primário, que utiliza processos físicos; o secundário, que faz uso de processos biológicos; e o terciário, que aplica processos químicos ou avançados para remover poluentes mais complexos.

A Figura 3 apresenta os principais tipos de tratamento para efluentes industriais.

Figura 3- Tipos de Tratamento de Efluentes



Fonte: Adaptado de SOUZA (2019)

O principal objetivo do processo de tratamento de efluentes é tornar este um material seguro para possível descarte em corpos hídricos ou para reuso em processos industriais, garantindo, assim, a preservação dos recursos hídricos e o cumprimento das normas ambientais em vigor. É, portanto, de suma importância buscar o aperfeiçoamento das técnicas já existentes ou alternativas economicamente mais viáveis para o tratamento de efluentes (FLECK et al., 2012; SOUZA, 2019).

Souza (2025) descreve que, dentre os diversos processos terciários utilizados para o tratamento de resíduos líquidos, destacam-se a adsorção com carvão ativado, a coagulação, a floculação e os processos oxidativos avançados.



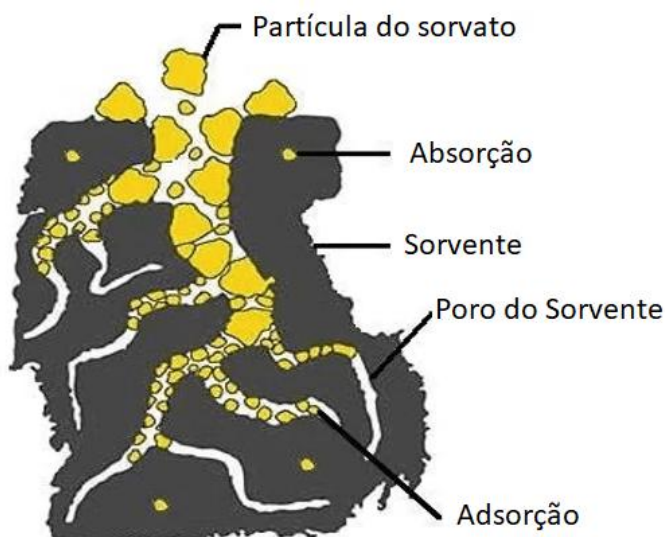
2.4. ADSORÇÃO

O processo de adsorção para o tratamento de efluentes contendo corantes sintéticos consiste em um procedimento de aplicação extremamente simples, no qual partículas presentes em um determinado fluido (adsorvato) são retidas na superfície ou nos poros de um sólido (adsorvente) por meio de interações físico-químicas (BISCAIA, 2025; GONÇALVES e FIGUEIREDO, 2020).

Segundo estudos realizados por Nascimento *et al.* (2014), o processo de adsorção consiste na aplicação de um processo de transferência de massa, no qual sólidos porosos concentram substâncias em sua superfície, facilitando, dessa forma, a separação de componentes em líquidos ou gases. Destaca-se, ainda, que quanto maior a área superficial do sólido em questão, mais eficaz será o processo de adsorção.

A Figura 4 apresenta como ocorre o processo de adsorção de partículas, demonstrando a diferença deste processo para com o de absorção.

Figura 4 – Processo de Adsorção



Fonte: SIARA; *et al* (2021)

Em processos de adsorção de corantes industriais presentes em meios aquosos, apresentam elevada eficiência pois os adsorvatos presentes no meio são



transferidos via fase aquosa, facilitando assim a sua adsorção na superfície dos adsorventes utilizados (SANTOS; *et al*, 2018).

Assim, conforme descrito por Souza (2025), durante a realização do processo de adsorção ocorrem etapas de interações físico-químicas entre os compostos contaminantes presentes no meio aquoso e a superfície do material adsorvente, por meio de interações como ligações de hidrogênio e forças de Van der Waals. Dentre os adsorventes mais comumente utilizados para a descontaminação de resíduos líquidos, destaca-se o carvão ativado (GONÇALVES e FIGUEIREDO, 2020).

Segundo Biscaia (2025) e Nascimento *et al.* (2014), os fenômenos envolvidos na etapa de adsorção resultam de uma combinação de processos físicos e químicos. Durante sua realização, diversos fatores influenciam esse processo, incluindo a área superficial, as características do adsorvente e do adsorvato, a temperatura do sistema, o tipo de solvente utilizado e o pH do meio presente no resíduo líquido a ser tratado.

Existem diversos tipos de materiais que podem ser empregados com a finalidade de adsorção. Entretanto, o mais utilizado, seja por sua adequada distribuição de poros, o que eleva sua área superficial e potencializa sua eficiência em processos de adsorção, ou pela facilidade de uso, é o carvão ativado (BISCAIA, 2025; SOUZA, 2025).

2.5. CARVÃO ATIVADO

Souza (2025) descreve que o carvão ativado consiste em um material amplamente empregado na remoção de contaminantes orgânicos presentes em efluentes líquidos, seja por sua alta capacidade de adsorção ou pela facilidade de aplicação.

Seu uso proporciona a retenção de compostos de ampla variedade de tamanhos, graças à sua porosidade, sendo, assim, um adsorvente eficaz para a remoção ou redução da coloração de resíduos líquidos contendo corantes, como o azul de metileno (SOUZA, 2025; FISCHER *et al.*, 2019).

A Figura 5 apresenta de forma visual como é uma amostra de carvão ativado.



Figura 5 – Amostra de Carvão Ativado em pó



Fonte: SOUZA (2025)

Lucena (2018) e Souza (2025) descrevem que esse material é obtido por meio de processos de queima e aquecimento de compostos orgânicos em elevadas faixas de temperatura, na presença de gases inertes. Entre os materiais mais utilizados para essa finalidade estão a madeira, a casca de coco, o caroço de frutas, resíduos de petróleo e produtos agrícolas, podendo também ser empregado para a obtenção de biossorventes. Esse processo de queima resulta na geração de um material carbonizado com superfície altamente porosa e estrutura tridimensional.

Ressalta-se, ainda, que durante a realização do processo de adsorção não ocorrem alterações ou mudanças nas estruturas e composições dos compostos adsorvidos (DI BERNARDO e DANTAS, 2005).

2.6. PROCEDIMENTO EXPERIMENTAL

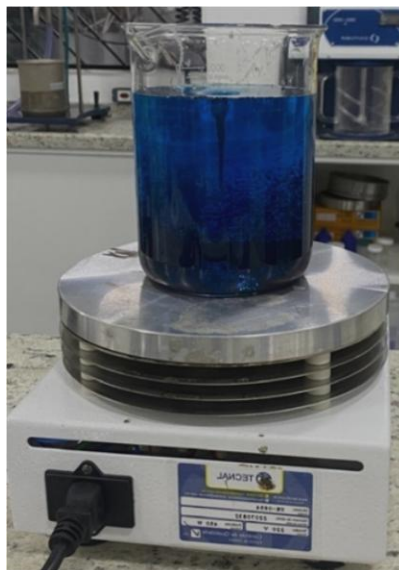
O procedimento experimental consiste inicialmente na preparação e confecção do reator onde será realizado o processo de tratamento do efluente através da adsorção, empregando para tanto um béquer de 1L e um bloco agitador com aquecimento.

Para a realização do processo de tratamento do efluente por adsorção com carvão ativado, inicialmente preparou-se uma solução de azul de metileno utilizando 25 mL de uma solução previamente preparada desse corante, ajustada para pH 7. Essa solução foi diluída em um balão volumétrico de 1 litro com água destilada e agitada manualmente, visando a obtenção de uma solução homogênea. Em seguida, a solução foi transferida para um béquer de 1 litro para a realização do tratamento.



A Figura 6 demonstrada a amostra contendo efluente com corante de azul de metileno utilizada no presente estudo.

Figura 6 – Amostra de Solução de Azul de Metileno



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

Posteriormente, realizou-se a pesagem de amostras de 5 g e 10 g de carvão ativado para utilização como material adsorvente neste processo. Inicialmente, a amostra de 5 g de carvão ativado foi acrescentada ao interior do béquer que continha a solução de azul de metileno. Para a realização deste tratamento, a amostra permaneceu sob agitação constante, e realizou-se a coleta de amostras a cada 5 minutos durante um período total de 40 minutos, visando à determinação dos parâmetros característicos do efluente de azul de metileno.

Informa-se, ainda, que este processo foi realizado em triplicata, visando a obtenção de maior confiabilidade nos resultados obtidos por meio das análises. O mesmo procedimento foi aplicado às soluções contendo 10 g de carvão ativado, mantendo-se a mesma velocidade de agitação e tempo de processo.

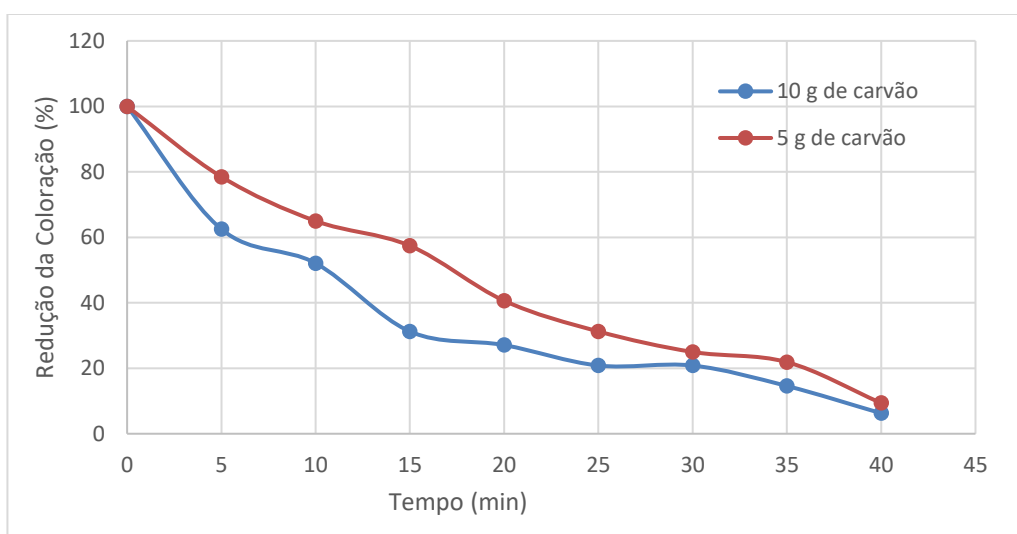
Para a determinação da eficiência deste tratamento, analisou-se a redução da coloração da amostra em cada intervalo de tempo utilizando um colorímetro da marca Hach, modelo DR/890. Dessa forma, torna-se possível avaliar a influência de diferentes quantidades de carvão ativado na redução da coloração da amostra de azul



de metileno.

A Figura 7 por sua vez apresenta os resultados médios obtidos para ambos os processos para o parâmetro de redução da coloração da amostra realizados em triplicata.

Figura 7 – Redução da Coloração do Efluente de Azul de Metileno



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

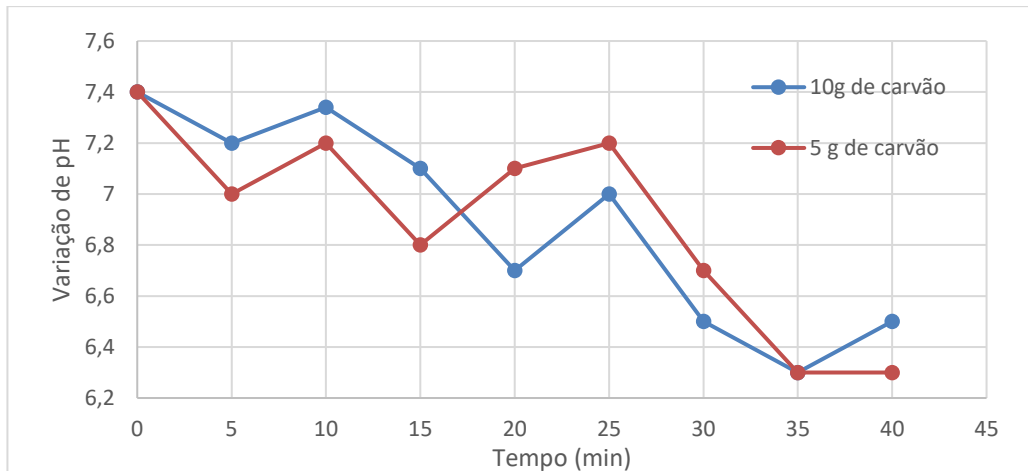
Conforme pode ser observado, a aplicação do tratamento por adsorção com carvão ativado mostrou-se eficiente na redução da coloração da amostra em ambas as situações. A curva de comportamento da redução da coloração apresentou perfil similar nas análises realizadas com diferentes quantidades de carvão ativado. Destaca-se, ainda, que nas análises em que foi adicionada maior quantidade de carvão ativado, a redução da coloração foi mais intensa, apresentando queda mais acentuada nos primeiros instantes analisados.

Também se realizou análises para determinação da variação do pH da amostra ao longo do processo de adsorção, utilizando para tanto um pHmetro modelo mPA 210, da marca TECNOPON.

A Figura 8 apresenta os resultados obtidos para a variação do pH das amostras durante o processo de tratamento com adsorção.



Figura 8 – Variação do pH do Efluente de Azul de Metileno



Fonte: Elaborado pelos autores (2025).

A análise dos valores aferidos para o pH indica que, embora tenha havido uma pequena redução, os valores mantiveram-se relativamente constantes. Observou-se uma queda para aproximadamente 6 em ambas as quantidades de carvão ativado empregadas, permanecendo próximos aos valores apresentados pela amostra antes do tratamento.

Dessa forma, conclui-se que os resultados obtidos demonstraram que o carvão ativado apresentou elevada eficiência no tratamento do efluente contendo azul de metileno, com remoção de coloração superior a 90%. A variação de pH observada foi discreta, mantendo-se próxima da neutralidade, o que evidencia a estabilidade desse parâmetro e reforça a viabilidade do processo sem alterações significativas na qualidade química da solução tratada.

A relevância desse tratamento reside em sua simplicidade, baixo custo e eficiência na remoção de corantes, e poluentes de difícil degradação em ambientes aquáticos. Dessa forma, o uso do carvão ativado configura-se como uma alternativa promissora para o tratamento de efluentes industriais, contribuindo para a redução do impacto ambiental e para a preservação da qualidade da água.

Informa-se, ainda, que todos os testes e análises realizados ao longo deste estudo, para a determinação da eficiência do processo de adsorção com carvão ativado, foram conduzidos no Centro Laboratorial Professor Ivo Neitzel, da



UNIFATEB, campus de Telêmaco Borba.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Pode-se concluir que o uso do processo de tratamento de efluentes com adsorção com carvão ativado se mostrou eficiente para a redução dos parâmetros analisados de coloração das amostras analisadas

O uso de diferentes quantidades de carvão ativado (5 e 10 g) proporcionou comportamentos semelhantes na redução do parâmetro de coloração, com os melhores resultados obtidos ao final do processo, em 40 minutos.

A utilização de diferentes massas de adsorvente não comprometeu a eficiência do tratamento, confirmando a elevada capacidade de adsorção do carvão ativado.

Para o parâmetro de pH ambas as amostras apresentaram praticamente a mesma variação entre os valores iniciais e finais, estando praticamente constante.

Vale ressaltar que parâmetros externos, como a temperatura ambiente no dia de realização dos experimentos, bem como a velocidade de agitação durante a análise, podem ter influenciado a eficiência do tratamento, e serão discutidos e analisados em estudos futuros.

REFERÊNCIAS

BISCAIA, F.O.S. **O uso de bioissorventes no tratamento do azul de metileno.** 2025. 60f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – UNIFATEB, Telêmaco Borba, PR, 2025.

CARVALHO, D.L.; SOUZA, M.A.C. **Análise do processo de fabricação de nanocelulose e da viabilidade da utilização de filtros de nanocelulose para remoção de coloração de corantes industriais.** EPIC 2018 - V Encontro de Pesquisa e IX Encontro de Iniciação Científica da FATEB – Telêmaco Borba - PR, 25 e 26 de outubro de 2018

CARVALHO, D.L.; SOUZA, M.A.C.; ZEMPULSKI, D.A. Utilização do método eletrofloculação para tratamento de efluentes industriais. **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 14, p. 14–28, ago. 2015.

CONTI, D.M. Água um tema urgente para o Brasil. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. Vol. 24, 2021.



DI BERNARDO, L.; DANTAS, A. D. B. **Métodos e técnicas de tratamento de água.** Vol. 2. Rio de Janeiro: ABES, 2005.

FERREIRA, G. H. *et al.* Estudo da remoção do corante azul de metileno utilizando papel reciclado como adsorvente. **Revista Brasileira de Engenharia Química**, v. 39, n. 2, p. 85-94, 2023.

FISCHER, H.C.V.; *et al.* Estudo da capacidade de adsorção de carvões ativados comerciais versus tempo de armazenamento. **Ciência Florestal.**, Santa Maria, v. 29, n. 3, p. 1090-1099, jul./set. 2019

FLECK, LEANDRO *et al.* Utilização da técnica de eletrofloculação para o tratamento de efluentes têxteis: uma revisão. **Revista EIXO, Brasília - DF**, v.2 n.2, Julho – Dezembro de 2012.

FONTEHIDRICA. **Distribuição da água na Terra.** Disponível em:
<<https://fontehidrica.blogspot.com/2011/11/distribuicao-da-agua-na-terra.html>>
Acessado em 20/set/2025

GONÇALVES, B.J.A.; FIGUEIREDO, K.C.S. Adsorção de ácido acético em carvão ativado para o ensino de adsorção. **The Journal of Engineering and Exact Sciences** – JCEC, Vol. 06 N. 05 (2020)

LUCENA, L.M. **Estudo do processo de adsorção com carvão ativado proveniente do endocarpo de coco (*Coccus nucifera L.*) para remoção de cor, DQO e toxicidade de efluente têxtil.** 2018. 135f. Dissertação (Graduação em Engenharia Civil e Ambiental) - Centro Acadêmico do Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, Caruaru, Pernambuco, 2018.

MENEGHEL, Y.F. **Impacto do pH na eficiência da fotocatalise de efluente do processo Kraft: Análise em meio neutro, básico e ácido.** 2025. 60f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – UNIFATEB, Telêmaco Borba, PR, 2025.
NASCIMENTO, R.F. *et al.* **Adsorção aspectos teóricos e aplicações ambientais.** Fortaleza: Imprensa Universitária, 2014.

OLIVEIRA, G. A.; *et al.* **ANÁLISE DO USO DE CARVÃO ATIVADO NA ADSORÇÃO DE AZUL DE METILENO.** In: Anais do EPIC 2024 - XI Encontro de Pesquisa, XV Encontro de Iniciação Científica e I Encontro de Ensino e Extensão da UNIFATEB. Anais...Telêmaco Borba(PR) Centro Universitário UNIFATEB, 2024. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/epic-2024/965378-ANALISE-DO-USO-DE-CARVAO-ATIVADO-NA-ADSORCAO-DE-AZUL-DE-METILENO>>. Acessado em: 20 set 2025

SANTOS, M.C.; *et al.* **Cinética de adsorção do azul de metileno por carvão ativado obtido da palha de azevém.** Anais do 10º SALÃO INTERNACIONAL DE ENSINO, PESQUISA E EXTENSÃO – SIEPE. Universidade Federal do Pampa Santana do Livramento, 6 a 8 de novembro de 2018.



SOUMYAJIT DAS; LUBHAN CHERWOO; RAVINDER SINGH. *Decoding dye degradation: Microbial remediation of textile*. **Biotechnology Notes**. Volume 4, 2023, Pages 64-76

SIARA, L. R. *et al.* Dimensionamento de um leito de partículas com aplicabilidade do processo de adsorção. **Revista Científica Multidisciplinar Núcleo do Conhecimento**. Ano. 06, Ed. 09, Vol. 06, pp. 110-129. Setembro 2021. ISSN: 2448-0959. Disponível em: <<https://www.nucleodoconhecimento.com.br/engenharia-quimica/processo-de-adsorcao>> Acessado em 29 set 2025

SILVA, P.B. **Avaliação do índice de qualidade da água de uma nascente no município de Ortigueira-PR**. 2025. 60f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – UNIFATEB, Telêmaco Borba, PR, 2025.

SOUZA, L. **Remoção de corante do efluente de lavanderias industriais**. 2025. 61f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – UNIFATEB, Telêmaco Borba, PR, 2025.

SOUZA, M.A.C. **Estudo de perovisquita baseada em titânio para a aplicação em fotocatalise heterogênea**. 2019. 118f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Materiais) - UEPG, Ponta Grossa, PR, 2019.

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES (marcar com x a contribuição de cada autor)

Nome completo

Item de colaboração	Igual aos demais	Menor que os demais	Maior que os demais	Não participou deste item
Contextualização do trabalho	X			
Organização dos dados	X			
Análise formal dos dados	X			
Análise formal do texto	X			
Financiamento para desenvolvimento do trabalho	NA			
Investigação e estudo	X			
Metodologia	X			
Administração de cronograma	X			
Administração de recursos	X			
Gestão do projeto	X			
Validação do projeto	X			
Marketing	NA			
Escrita do trabalho	X			
Participação em reuniões	X			
Revisão do trabalho	X			
Participação na construção do protótipo	NA			

EPIC 2025

XII ENCONTRO DE PESQUISA, XVI ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E
II ENCONTRO DE ENSINO E EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA

