



FIBRA DE COCO: ANÁLISE DA EFICIÊNCIA COMO MEIO FILTRANTE PARA REMOÇÃO DE ÍONS DE FERRO DA ÁGUA

*Gleuton Macedo da Silva
Jean Santana
Lucas Matias da Silva
Thais Cristina Gomes Silva
Tiago Corrêa Santiago
Orientadora: Prof. Dr.^a Aline Alves Ramos

RESUMO

A presença de ferro em águas subterrâneas é um problema recorrente que compromete a qualidade da água e pode gerar impactos à saúde e ao meio ambiente. Estudos demonstraram que o uso da fibra de coco proporciona redução significativa de alguns íons, indicando seu potencial como meio filtrante alternativo e sustentável. Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da fibra de coco como material filtrante na remoção de íons de ferro em amostras de água. A fibra, por ser um resíduo natural abundante, de baixo custo e biodegradável, foi submetida a processos de lavagem, secagem e fragmentação, sendo posteriormente utilizada na confecção de filtros produzidos a partir de garrafas plásticas. As análises foram realizadas por meio da técnica de espectrofotometria UV-Vis, permitindo comparar as concentrações de ferro antes e após o processo de filtração.

Palavras-chave: fibra de coco; íons de ferro; filtração; sustentabilidade; espectrofotometria.

ABSTRACT

The presence of iron in groundwater is a recurring problem that compromises water quality and can lead to impacts on both health and the environment. Studies have shown that the use of coconut fiber provides a significant reduction of certain ions, indicating its potential as an alternative and sustainable filtering medium. Therefore, this study aims to evaluate the efficiency of coconut fiber as a filtering material in the removal of iron ions from water samples. The fiber, being an abundant, low-cost, and biodegradable natural residue, was subjected to washing, drying, and fragmentation processes, and was later used in the construction of filters made from plastic bottles. The analyses were carried out using UV-Vis spectrophotometry, allowing for the comparison of iron concentrations before and after the filtration process.

Keywords: coconut fiber; iron ions; filtration; sustainability; spectrophotometry.

Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina
Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil
* gleuton.macedo@hotmail.com

Recebido em: 28/11/2025
Apresentado à banca em: 05/12/2025

1 INTRODUÇÃO

O ferro é um dos elementos mais abundantes na natureza, sendo encontrado em diversas fontes de água, especialmente nas subterrâneas do Brasil. Este metal é o mais comum nos solos brasileiros, e estudos indicam que aproximadamente 70% dos poços artesianos do país apresentam concentrações elevadas deste elemento. Nas águas subterrâneas, o ferro geralmente se encontra na forma reduzida Fe^{2+} , que é solúvel e incolor. No entanto, ao entrar em contato com o oxigênio atmosférico, ocorre sua oxidação para a forma Fe^{3+} , que é insolúvel, resultando na precipitação do metal e trazendo à água uma coloração avermelhada característica. (GENTIL, V. Corrosão. 6. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2011)

Embora o ferro seja um nutriente essencial para o organismo, a ingestão em grandes quantidades, seja por meio da água ou da alimentação, pode levar ao acúmulo desse mineral no corpo, resultando em uma condição conhecida como sobrecarga de ferro ou hemocromatose, e esse excesso de ferro no organismo pode aumentar a probabilidade de diversas doenças, como câncer, infarto do miocárdio e infecções recorrentes (FELIPPE JÚNIOR, 2011).

Métodos como floculação, sedimentação e decantação, são eficazes para a remoção de partículas suspensas, mas não removem o ferro em sua forma iônica (Fe^{2+}), só funcionam parcialmente se o ferro estiver oxidado (Fe^{3+}) e já precipitado como hidróxido férrico [$\text{Fe}(\text{OH})_3$] (KRUPÍNSKA, 2021). Perante a este cenário, alternativas sustentáveis e de baixo custo para o tratamento de água tem sido estudadas, com destaque para o uso de matérias orgânicas como elementos filtrantes. Entre essas matérias, a fibra de coco, proveniente do mesocarpo do fruto do coqueiro, como mostra a figura 1.



Fonte: Rocha (2023)

Este produto apresenta-se como um resíduo agrícola de grande disponibilidade no Brasil e tem se mostrado eficiente em sistemas de filtração. O portal embrapa traz números de quanto é produzido desse fruto

no Brasil. A produção de coco é significativa, com cerca de 2,5 bilhões de frutos produzidos anualmente, sendo autossuficiente em termos de consumo interno. A maior parte da produção ocorre na região Nordeste, que concentra 80,9% da área colhida e 73,5% da produção total. A área cultivada é de aproximadamente 280 mil hectares, com um rendimento médio de 10.349 frutos por hectare. Sua estrutura fibrosa e porosa, associada à presença de grupos funcionais como hidroxilas e carboxilas, possibilita tanto a retenção física de partículas em suspensão quanto a adsorção química de íons metálicos de água contaminada (COSTA et al., 2023). Pesquisas indicam resultados promissores, em Oliveira et al. (2020) verificaram elevada remoção de íons de Cu^{2+} e Cd^{2+} utilizando pó de casca de coco verde tratado com tensoativo em colunas filtrantes, enquanto em Lemos et al. (2023) demonstraram que modificações químicas em fibras vegetais podem otimizar o desempenho filtrante em sistemas contínuos. No caso específico de ferro, Rodrigues et al. (2023) observaram que o uso de fibra de coco verde com granulometria de 2 mm, aplicada em colunas de leito fixo proporcionou remoções superiores a 85% de íons de Fe^{3+} e Mn^{2+} em amostras de água subterrâneas.

Assim, a utilização da fibra de coco como meio filtrante surge como uma alternativa viável, sustentável e econômica para o tratamento de água contaminada com este metal, além de valorizar um resíduo agrícola de ampla disponibilidade no Brasil, assim alcançando conceitos como Bioeconomia que integra as sinergias da energia circular e da bioeconomia visando utilizar matérias – primas de origem natural em ciclos fechados e a Economia circular que é um modelo que visa fechar o ciclo da vida dos produtos prolongando seu uso, reutilizando materiais, reciclando e minimizando a geração de resíduos. Nesse contexto, o presente estudo busca avaliar a eficiência da fibra de coco na remoção de íons de ferro, fornecendo incentivo para o desenvolvimento de tecnologias de filtração mais sustentáveis e adaptadas à realidade brasileira.

2 MATERIAIS E MÉTODOS

Para alcançar o objetivo do trabalho foram produzidos uma solução de ferro e a preparação do filtro.

2.1. MATERIAIS

Os reagentes utilizados para fins analíticos, juntamente com suas fórmulas químicas, estão descritos conforme Tabela 1.

Tabela 1 - Reagentes e formulas químicas

Reagentes	Fórmulas
Sulfato Ferroso Amoniacal	$(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$

Acetato de Amônio	$\text{CH}_3\text{COONH}_4$
1,10 - Fenantrolina	$\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2$
Ácido Ascórbico	$\text{C}_6\text{H}_8\text{O}_6$
Ácido Sulfúrico	H_2SO_4

Fonte: Autor (2025)

Para fins analíticos, foram utilizadas as seguintes vidrarias e equipamentos: Pipeta automática P1000 variável; Becker de 50 mL e 100 mL; provetas de 5 mL e 25 mL; balões volumétricos de 10, 50 e 100mL; espátulas de metal com colher; bastões de vidro; pipetas plásticas; cubetas de plásticos de 1 cm de caminho óptico; pissetas de água destilada; Balança Analítica Gehaka Ag200; Espctofotometro Nova spectrophotometer model nova 1600uv.

2.2. MÉTODOS

2.2.1 Preparação da fibra de coco

O processo de preparação da fibra de coco iniciou-se com o fruto sem a água, que foi aberto ao meio com o auxílio de uma faca. Para acessar a porção fibrosa da casca, as fibras foram extraídas manualmente, separando-as da porção mais rígida do material. Após a extração, as fibras passaram por um processo de lavagem com água destilada.

Na sequência, as fibras limpas passaram por uma etapa inicial de secagem em forno elétrico a uma temperatura constante de 60°C por 24 horas.

Posteriormente, o material seco foi triturado. A fibra triturada foi então submetida a uma nova lavagem e, finalmente, a uma segunda etapa de secagem em forno por mais 24 horas, como mostra na figura 2.

Figura 2 – Fibra de coco após secagem



Fonte: Autor (2025)

2.2.2 Montagem do filtro

Para a construção do filtro, iniciou-se com a higienização da garrafa plástica, utilizando água corrente e detergente neutro, seguida de enxágue com água destilada e álcool isopropílico. Após a limpeza, a garrafa foi cortada transversalmente ao meio com o auxílio de uma tesoura, preparando-a para a montagem do filtro (ALVES, CASTRO, SOUSA, 2021).

A parte inferior da garrafa passou a funcionar como reservatório para a água filtrada, enquanto a parte superior, invertida e encaixada na parte inferior, desempenhou a função de funil. Na região correspondente à tampa da garrafa PET, optou-se pelo uso de duas membranas industriais de 5 µm da marca (SEFAR PETEX) que tem como composição fixadas à tampa por meio do próprio fecho com a boca da garrafa, com o objetivo de reter a fibra sem comprometer o escoamento das amostras. Na tampa, foi confeccionado um pequeno orifício com o auxílio de um clipe, por onde escoará a amostra filtrada. Em seguida, foi inserida 50 gramas da fibra de coco previamente preparada, concluindo a montagem do filtro, conforme podemos visualizar na figura 3.

Figura 3 – Filtros com a fibra de coco



Fonte: Autor (2025)

2.2.3. Preparo da solução de $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$

Com o objetivo de simular uma água contaminada por ferro, preparou-se uma solução com uma concentração de 20 ppm de Fe^{2+} . O preparo dessa solução foi iniciado pesando 0,140 g de $(\text{NH}_4)_2\text{Fe}(\text{SO}_4)_2$. A massa do sal foi escolhida para fornecer a concentração desejada de Ferro, considerando que a fração de Fe no sal é de aproximadamente 14,24%. Após pesagem, foi adicionado 0,5 mL de H_2SO_4 com concentração de $0,01 \text{ mol.L}^{-1}$ para auxiliar na dissolução da massa pesada e estabilizar o Fe^{2+} . Após a dissolução, essa solução foi transferida para um balão volumétrico de 1000mL, onde o volume foi completado com água até o menisco.

2.2.4. Teste dos Filtros

Foram montados 03 colunas filtrantes para realização dos testes, acomodamos a fibra em cada um, e realizamos um rápido enxague da fibra com 100ml de água desmineralizada, esperamos até que escoasse totalmente a água.



Fonte: Autor (2025)

Após o enxague, executamos os testes de filtração separando para cada filtro 03 bequeres de 50 mL contendo nossa solução. Passamos uma por vez contabilizando o tempo de cada passagem:

Tabela 3: Tempos de filtração obtidos para cada série e filtro

Série	Filtro 1 (mm:ss)	Filtro 2 (mm:ss)	Filtro 3 (mm:ss)
1ª Passagem	9:22	10:20	10:19
2ª Passagem	9:59	9:11	10:01
3ª Passagem	9:55	10:25	10:00

Nota: Os tempos de filtração foram registrados em minutos e segundos (mm:ss).

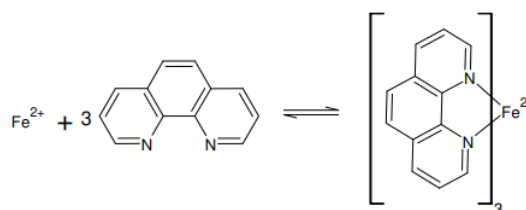
Média: filtro 1 (9:45) filtro 2 (9:85) filtro 3 (10:06)

Desvio padrão: filtro 1 (0,20) filtro 2 (0,64) filtro 3 (0,11)

2.2.5. Análise espectrofotométrica

Para a leitura da concentração de ferro no espectrofotômetro foi utilizado o complexo de 1,10 – fenantrolina, como ilustrado na figura 4.

Figura 4: Reação de formação de complexo de ferro com 1,10 – fenantrolina.



Fonte: Salgado (2023)

Para análise foi realizado o preparo de cinco padrões, que foram identificados como P1, P2, P3, P4 e P5, com concentrações conhecidas de 2,0, 4,0, 6,0, 8,0 e 10 ppm, para a obtenção da curva analítica e equação da reta.

Para os padrões foi utilizado, acetato de amônio $2,0 \text{ mol.L}^{-1}$, uma solução estoque de ferro de $0,15 \text{ mg.mL}^{-1}$, ácido ascórbico 2,0% e 1,10 – fenantrolina 0,25%, a solução contendo acetato de amônio e ácido ascórbico foi utilizada com o objetivo de simular uma matriz aquosa contendo ferro em condições controladas, garantindo a estabilidade da espécie química analisada e a confiabilidade da leitura espectrofotométrica além de que o acetato de amônio atua como agente tamponante e o ácido ascórbico como agente redutor que promoveu a redução de Fe^3 para Fe^2 , seguindo as quantidades e ordem da tabela a seguir:

Tabela 2: Padrões para leitura no espectro

	Acetato de amônio (mL)	Solução estoque (mL)	Ácido Ascórbico (mL)	1,10-Fenantrolina (mL)
Branco	2	-	0,5	0,5
P1	2	0,1	0,5	0,5
P2	2	0,2	0,5	0,5
P3	2	0,3	0,5	0,5
P4	2	0,4	0,5	0,5
P5	2	0,5	0,5	0,5

Fonte: Engelmann, 2024

Com os padrões prontos foi preparada as cubetas afim de ler a absorvância dos mesmos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Preparação da Fibra

A etapa de preparo da fibra de coco, incluindo lavagem e secagem, é fundamental para remover impurezas, sujidades e fragmentos de casca remanescentes, de acordo com Assis et al. (2008). Utilizou-se água destilada para minimizar a possibilidade de contaminação da fibra por íons de ferro provenientes da água corrente (Silva; Souza, 2018). Segundo Oliveira et al. (2008). A secagem foi realizada a 60°C, temperatura considerada adequada para preservar as características físico-químicas da fibra, evitando a degradação térmica (Silva; Souza, 2018).

3.2 Montagem do Filtro

As garrafas plásticas foram higienizadas com água corrente e detergente neutro, seguida de enxágue com água destilada e álcool isopropílico (ALVES; CASTRO; SOUSA, 2021). Em seguida, foi seccionada transversalmente, utilizando-se a parte inferior como reservatório e a superior, invertida, como funil.

Na tampa, acoplaram-se duas membranas de 5 µm, fixadas pelo próprio rosqueamento, e confeccionou-se um pequeno orifício para o escoamento da amostra. Por fim, a fibra de coco previamente preparada foi acondicionada no interior da parte superior da garrafa, finalizando a montagem do sistema filtrante.

3.3 Análise espectrofotométrica

A leitura dos padrões de ferro foi realizada por meio da técnica de Espectrofotometria UV-Vis, utilizando o comprimento de onda 510nm, correspondente ao máximo de absorbância do complexo de Fe-fenantrolina que foi definida através de experimentos realizados antes de cunho metodológico preparado pelo Prof. Dr. Klauss Engemann.

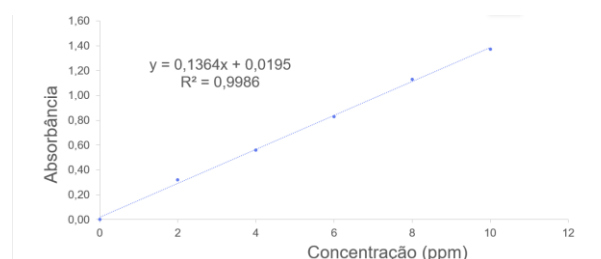
Com os padrões de ferro previamente preparados, procedeu-se à construção da curva de calibração. As leituras de absorbância (Tabela 3) permitiram elaborar a curva analítica e obter a equação da reta utilizada para calcular as concentrações das amostras (Gráfico 2).

Tabela 3: Leitura das absorções de ferro dos padrões.

Leituras dos Padrões		
	Concentração (ppm)	Absorbância
Branco		
Padrão 1	2,0	0.32
Padrão 2	4,0	0.56
Padrão 3	6,0	0.83
Padrão 4	8,0	1.13
Padrão 5	10	1.37

Fonte: Autor (2025)

Gráfico 2: Curva analítica da leitura de absorbância dos padrões.



Fonte: Autor (2025)

3.4 Testes de filtração

O experimento foi realizado utilizando três filtros, submetidos a três passagens consecutivas de uma solução da solução de ferro de concentração inicial de 20,8ppm de Fe²⁺. Solução essa que foi lida no espectrofotômetro

Após cada passagem, as amostras filtradas foram analisadas por espectrofotometria para determinar a concentração residual de ferro.

Aspecto visual da água filtrada



Fonte: Autor (2025)

Durante o processo, observou-se uma variação evidente na coloração das amostras. Nas primeiras passagens, a água apresentou tonalidade mais escura, apesar de serem justamente essas etapas que registraram as menores concentrações de ferro. Isso ocorre porque, no início da filtração, a fibra de coco ainda libera partículas finas e pigmentos naturais, que conferem um tom amarelado mais intenso à solução.

À medida que o filtro é utilizado, esses resíduos são progressivamente removidos, resultando em amostras visualmente mais claras nas passagens seguintes. Entretanto, nessas etapas posteriores, as concentrações de ferro dissolvido foram maiores. Assim, o aspecto visual não refletiu diretamente o teor de ferro, sendo influenciado principalmente pelos compostos liberados pela própria fibra nas primeiras filtrações.

Concentração final pós-filtração

A tabela 4 apresenta os valores de ferro obtidos nas três passagens de cada filtro, evidenciando uma tendência de aumento de concentração residual conforme o número de ciclos de filtração cresce.

Tabela 4: Concentração final Pós-Filtragem

Concentração das amostras pós filtragem (ppm)			
	1º Passagem	2º Passagem	3º Passagem
Filtro 1	2,15	7,08	15,59
Filtro 2	0,38	4,54	13,2
Filtro 3	3,34	7,53	14,1

Fonte: Autor (2025)

Média: filtro 1 (8,27) filtro 2 (6,04) filtro 3 (8,32) ppm

Desvio padrão: filtro 1 (6,80) filtro 2 (6,54) filtro 3 (5,42) ppm.

Eficiência de remoção

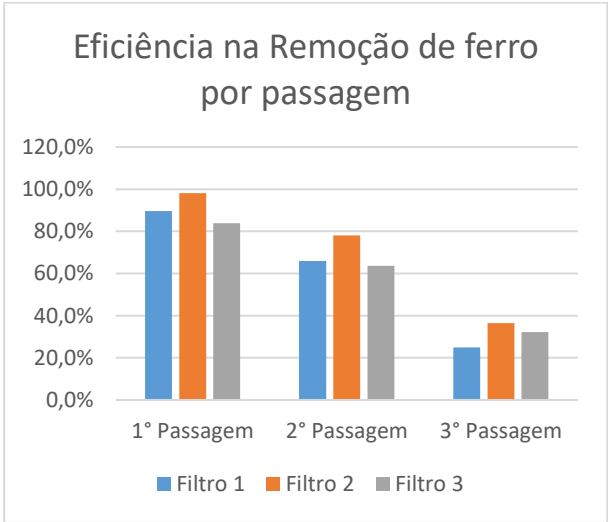
Com base nas concentrações obtidas, foi calculado as eficiências de remoção, apresentadas na Tabela 5. Os resultados demonstram elevado desempenho na primeira passagem, seguido de uma redução progressiva nas etapas subsequentes.

Tabela 5: Eficiência de Remoção de Íon de Ferro

	1º Passagem	2º Passagem	3º Passagem
Filtro 1	89,6%	65,9%	25,0%
Filtro 2	98,1%	78,1%	36,5%
Filtro 3	83,9%	63,7%	32,2%

Fonte: Autor (2025)

Gráfico 3: Eficiência na remoção das amostras Pós-Filtragem.



Fonte: Autor (2025)

3.5 Eficiência máxima e mecanismos de remoção

Os resultados confirmam o potencial da fibra de coco como elemento filtrante, principalmente na primeira passagem. O filtro 02 obteve a maior taxa de remoção, alcançando 98,1%. Os Filtros 1 e 3 também mostraram eficiências iniciais elevadas, com 89,6% e 83,9% respectivamente.

Essa alta eficácia é atribuída à composição e estrutura da fibra. A estrutura Fibrosa do mesocarpo permite a retenção física de partículas, além disso, a fibra de coco é rica em grupos funcionais (como hidroxilas e carboxilas) que facilitam a adsorção química dos íons de Fe²⁺ solúveis, que são tipicamente mais desafiadores de remover do que a forma oxidada (Fe³⁺).

O desempenho obtido é significativo quando comparado a estudos semelhantes. Por exemplo, a eficiência de 98,1% de Fe²⁺ solúvel é superior a faixa de >85% de remoção de Fe³⁺ e Mn²⁺ observada por Rodrigues et. Al. (2023), o que reforça a viabilidade da fibra de coco.

3.6 Saturação do Material Filtrante

O que observamos em todos os filtros é um sinal claro de que a fibra de coco, depois de um tempo, fica "saturada", ou seja, atinge sua capacidade máxima de limpeza. Na prática, isso significa que a eficiência de remoção do ferro cai bastante a cada nova passagem de água pela coluna filtrante, o que é um comportamento típico de materiais adsorventes (SANTOS; MENDES; NASCIMENTO, 2021).

O Filtro 2 ilustra bem essa tendência: ele começou com um excelente 98,1% de remoção, mas sua eficiência diminuiu para 78,1% na segunda passagem e, por fim, para 36,5% na terceira. Os Filtros 1 e 3 seguiram o mesmo caminho, confirmando essa perda de capacidade progressiva.

Isso acontece porque a fibra de coco funciona como um material com "lugares" específicos em sua superfície para prender o ferro, os chamados sítios ativos. Uma vez que esses locais se enchem rapidamente na primeira passagem, não há mais espaço livre suficiente para reter grandes quantidades de íons nas passagens seguintes, fazendo com que o filtro remova cada vez menos ferro da solução.

CONSIDERAÇÕES FINAIS DOS TESTES

De forma geral, cada etapa desenvolvida no trabalho contribuiu para comprovar o potencial da fibra de coco como material filtrante. A preparação prévia da fibra foi essencial para garantir sua eficiência, já que a limpeza e a secagem adequada permitiram que ela atuasse de maneira mais uniforme durante a filtração. A montagem do filtro, simples e acessível, mostrou-se prática e eficiente, confirmando que materiais comuns podem ser adaptados para fins de tratamento de água.

A análise espectrofotométrica forneceu medidas confiáveis das concentrações de ferro, permitindo acompanhar com clareza o desempenho dos filtros ao longo das passagens. Já nos testes de filtração, observou-se que a fibra apresentou excelente desempenho inicial, removendo grande parte do ferro logo na primeira passagem. Com o uso contínuo, a eficiência diminuiu devido à saturação natural do material — algo comum em processos de adsorção —, mas ainda assim revelou um comportamento coerente e previsível.

No conjunto, os resultados confirmam que a fibra de coco tem potencial real como alternativa sustentável para a remoção de ferro da água,

especialmente em processos simples, de baixo custo e aplicáveis à realidade brasileira.

PERSPECTIVAS FUTURAS

A fibra de coco mostrou-se viável para remoção de ferro em soluções aquosas, mas sua saturação exige estudos adicionais. Futuras pesquisas devem focar em métodos de regeneração dos sítios ativos, análises de isoterma e cinéticas de adsorção, além da influência de variáveis como granulometria, pH e tempo de contato. Testes em escala real e comparações com outros adsorventes podem consolidar a fibra como alternativa sustentável e de baixo custo para tratamento de águas contaminadas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, pela força, proteção e sabedoria concedidas em cada etapa desta jornada. Agradecemos também às nossas famílias, pelo apoio constante, pela paciência e pela força que nos deram ao longo deste percurso. À nossa orientadora, Prof.^a Dr.^a Aline Alves Ramos, pela dedicação, pelas orientações e pela confiança depositada em nosso grupo. Aos professores e funcionários da instituição, que contribuíram para nossa formação e aprendizado. E, especialmente, agradecemos uns aos outros — Gleuton, Jean, Lucas, Thais e Tiago — pela parceria, pelo respeito e pelo empenho coletivo que tornaram este trabalho possível. A todos que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste projeto, deixamos nosso sincero agradecimento.

REFERÊNCIAS

ASSIS, R. M. S. et al. Caracterização da fibra da casca de coco verde para utilização como substrato agrícola. *Revista Brasileira de Agrociência*, v. 14, n. 2, p. 149–153, 2008.

COSTA, L. A.; MENEZES, J. P.; FERREIRA, D. R. Uso de fibras naturais para remoção de metais pesados em águas residuais. *Journal of*

Environmental Science, v. 45, n. 2, p. 155–163, 2023.

COSTA, L. M. C. et al. **Uso da fibra de coco na produção de compósitos: obtenção, tratamento e propriedades.** Revista Virtual de Química, v. 7, n. 4, p. 1457–1475, 2015.

JUNIOR, F. J. **O Excesso de Ferro Aumenta a Incidência de Câncer, de Infarto do Miocárdio e de Infecções de Repetição.** *Medicina Complementar*, 18 out. 2011.

FERREIRA, C. A.; PONTES, J. L.; GOMES, M. E. **Biofiltros com vermiculita e fibra de coco para remoção de íons Cu^{2+} .** Universidade Federal do Ceará – Repositório Institucional, 2025.

GONÇALVES, D. S.; RAMOS, T. L.; ANDRADE, F. P. **Produção de carvões ativados de fibra de coco para remoção de corantes em efluentes têxteis.** Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 27, n. 3, p. 456–462, 2022.

KRUPÍŇSKA, I. **Removing Iron and Organic Substances from Water over the Course of Its Treatment with the Application of Average and Highly Alkaline Polyaluminium Chlorides.** *Molecules*, v. 26, n. 5, p. 1367, 2021. DOI: 10.3390/molecules26051367

LEMOS, R. J.; ARAÚJO, L. V.; CARVALHO, M. P. **Adsorção de metais pesados com fibras vegetais modificadas: uma abordagem experimental com coco verde.** Revista Brasileira de Engenharia Ambiental, v. 17, n. 1, p. 88–97, 2023.

MOURA, P. L.; FONSECA, A. M.; SOUZA, I. A. **Biochar derivado da casca de coco aplicado na adsorção de CO_2 e metais tóxicos.** Environmental Research, v. 214, p. 113847, 2023.

NASCIMENTO, H. R.; SOARES, T. B.; LIMA, C. A. **Biossorção de Pb^{2+} e Ni^{2+} em pó da casca de coco verde.** Ciência e Natura, v. 42, p. e12, 2024.

OLIVEIRA, M. C. D. et al. **Caracterização e tratamento da fibra de coco verde para uso em materiais compósitos.** In: Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais (CBECIMAT), 2008, Natal. Anais [...]. Natal: ABM, 2008. p. 1–10. SILVA, J. F.;

OLIVEIRA, M. R.; SILVA, K. A.; MOURA, F. A. **Tratamento do pó da casca de coco para adsorção de Cu^{2+} e Cd^{2+} .** Universidade Federal do Rio Grande do Norte Repositório Institucional, 2020. Disponível em:

<<https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/30109>> Acesso em: 24 maio 2025.

PEREIRA, J. C.; MARTINS, L. C.; ALVES, S. M. **Espectrofotometria UV-Vis na análise de íons metálicos em águas tratadas.** Química Nova, v. 45, n. 4, p. 615–622, 2022.

ROCHA, R. **Caracterização da casca de coco in natura como adsorvente na retenção de cromo (VI)** 2023.

RODRIGUES, T. F.; LOPES, R. A.; BARBOSA, V. F. **Remoção de ferro e manganês de águas subterrâneas utilizando fibras de coco verde.** Revista Ambiente & Água, v. 18, n. 1, p. 1–14, 2023.

SALGADO, L. A. B. **Determinação de metais em matrizes ambientais por espectrofotometria de absorção molecular na região do visível.** 2023. 67 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química – Atribuições Tecnológicas) – Instituto de Química, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2023.

SANTOS, D. G.; MENDES, R. A.; NASCIMENTO, M. L. **Impactos da presença de ferro na água de abastecimento humano: implicações na saúde e na qualidade da água.** Saúde & Ambiente em Revista, v. 16, n. 2, p. 223–232, 2021.

SILVA, L. T.; CARNEIRO, P. H.; MATTOS, R. F. **Excesso de ferro na água potável: efeitos toxicológicos e implicações regulatórias.** Revista Saúde Pública em Foco, v. 19, n. 3, p. 102–110, 2020.

SILVA, R. F.; TEIXEIRA, A. R.; MONTEIRO, G. A. **Compósitos de fibra de coco e polianilina para adsorção de Cr^{6+} de águas residuais.** Polymers, v. 14, n. 12, p. 4264, 2024.

SOUZA, F. R.; OLIVEIRA, T. B.; MARTINS, K. C. **Aplicação da espectrofotometria UV-Vis para monitorar adsorção de Fe^{3+} por carvões ativados de coco.** Revista de Química Aplicada, v. 8, n. 1, p. 77–85, 2021.

SOUZA, S. F. **Produção e caracterização da fibra de coco para aplicação na agricultura.** Revista Engenharia na Agricultura, v. 26, n. 3, p. 222–230, 2018.