

Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
Etec Prof. Dr. José Dagnoni
Técnico em Química

REUTILIZAÇÃO DA FIBRA DO COCO E DA BANANEIRA PARA A RETIRADA DE PERMANGANATO DE POTÁSSIO DA ÁGUA

Ana Beatriz da Silva Pires

Ana Beatriz Machado

Isabelly Cristine Arruda Castilho

Kaylann Elias Barbosa

Vitor Kühl de Campos

RESUMO: A água é vital para a vida, mas a poluição hídrica crescente ameaça suas propriedades. Metais pesados, provenientes de setores industriais como mineração e produção de baterias, são especialmente prejudiciais. Métodos tradicionais de tratamento de águas contaminadas são caros e podem gerar novos poluentes. Alternativas promissoras são bioSORVENTES como fibras de coco e bananeira, que removem metais tóxicos por adsorção. Este estudo demonstrou que essas fibras são eficazes na remoção de manganês (Mn) de soluções de $KMnO_4$, com a fibra de coco absorvendo 0,0003 mol/L e a de bananeira 0,00027 mol/L. Isso destaca seu potencial como soluções econômicas e ambientalmente amigáveis para tratar águas contaminadas por metais pesados.

PALAVRAS-CHAVE: Fibra do coco; Fibra da Bananeira; Manganês.

1 INTRODUÇÃO

Quando há a utilização de águas residuais tratadas, como na prática da fertirrigação, é crucial estabelecer um tratamento preliminar adequado para reduzir os riscos de bloqueio nos dispositivos de aplicação, principalmente em situações de irrigação localizada.

“A água, em sua essência, desempenha um papel vital na preservação da vida e no meio ambiente. Contudo, à medida que a população

global cresce, testemunhamos uma aceleração alarmante nos índices de poluição hídrica, potencialmente comprometendo as propriedades físicas, químicas e biológicas da água.” (Colombo, 2013, p. 1).

1.1. Metais Pesados

Dentre os vários agentes poluentes, os metais pesados emergem como uma preocupação particularmente relevante, pois são persistentes no ambiente e podem causar danos significativos a diversas formas de vida (Andréia Colombo *apud*. Sari e Tuzen, 2009, p. 1). Setores industriais como mineração, metalurgia, eletro galvanoplastia, energia, pigmentos e produção de baterias são os principais contribuintes para a disseminação desses contaminantes (Andréia Colombo *apud*. Machado, 2010, p. 1).

Além da contaminação das águas superficiais e subterrâneas, outros riscos ambientais se ampliam, tais como a salinização e poluição do solo, bem como a contaminação de vegetais por esses contaminantes, acarretando prejuízos à estrutura e porosidade do solo. Além, da contaminação humana e animal pela insalubridade presente nos resíduos intensifica ainda mais a situação (Lo Monaco *et al.* 1995, *apud* Matos; Sedyama, 1995, p.474). A contaminação ambiental por metais pesados está em constante crescimento, surgindo como uma preocupação ambiental urgente.

De acordo com Monteiro (2009) p. 1, o tratamento convencional de águas residuais contaminadas por metais pesados requer uma abordagem multidisciplinar, incluindo processos químicos e físicos complexos. Dentre estes métodos, destacam-se a precipitação química, a adsorção, os processos de membrana, a troca iônica e a flotação. Contudo, a implementação de tais técnicas muitas vezes acarreta custos significativos, como nos casos dos processos de membrana e troca iônica, ou resulta na geração de resíduos de complexo tratamento. Além disso, certos métodos recorrem a agentes químicos cujo uso pode contribuir para a formação de novos poluentes, como ocorre na flotação quando se empregam aminas como agentes coletores. Uma alternativa promissora consiste no uso de biossorventes, que atuam na remoção de metais tóxicos por meio do fenômeno de adsorção. Este processo consiste na capacidade de certos materiais, como as biomassas, em interagir e se ligar a íons ou moléculas presentes em meios aquosos ou gasosos.

1.2. Biossorventes

Monteiro (2009) p. 2 Um exemplo de biomassa residual é o coco verde, cuja

casca corresponde a uma parcela abundante do resíduo gerado, especialmente nas zonas costeiras urbanas do Brasil. A lenta decomposição dessa matéria orgânica não só contribui para a proliferação de doenças e impactos nos aterros sanitários, mas também oferece benefícios, como a proteção do solo contra a evaporação excessiva, o aumento da retenção de umidade e o estímulo à atividade microbiana, favorecendo o desenvolvimento vegetal. Além disso, a celulose presente na casca do coco verde representa uma significativa fonte de matéria-prima para a indústria de papel, sendo sua concentração em torno de 35%.

Strützki *et al.* (2015), investigou a eficácia da farinha da casca de banana, é um resíduo gerado em grande quantidade tanto na esfera agroindustrial quanto doméstica, continua a ser largamente subutilizada, muitas vezes relegada ao mero uso ocasional na alimentação animal e, em última instância, descartada para se decompor na natureza.

Strützki *et al.* (2015), *apud* Franco, Castro, Walter (2015), p. 263, propõe a utilização da fibra de banana como potencial adsorvente para o metal presente em efluentes contaminados. As bananas, ricas em polifenóis, flavonoides, por ser uma forte ação antioxidante, podem neutralizar os radicais livres, prevenindo o crescimento de células cancerígenas e reduzindo o risco de desenvolver certos tipos de câncer, e dopamina, possuem esses compostos tanto na polpa quanto na casca. A composição da casca, predominantemente constituída por grupos de hidroxila e carboxila, os quais são encontrados em sua pectina, uma espécie de fibra solúvel.

ROUMIÉ, J.P.R *et al.* *apud.* (Liu *et al.*, 2008; Mobassherpour *et al.*, 2012, p. 2) As fibras vegetais apresentam uma série de vantagens significativas no contexto da produção de materiais compostos. O aumento dos estudos na área é impulsionado principalmente pelo baixo custo e pela compatibilidade com os princípios da química verde.

Sandra R. *et al.* (2013), em sua pesquisa mostram que as fibras são opções mais acessíveis economicamente se comparadas às fibras sintéticas. Além disso, sua baixa densidade as torna valiosas na redução do peso dos produtos finais. Adicionalmente, essas fibras exibem uma notável resistência a solventes e temperaturas moderadas, atributos de grande utilidade em uma variedade de aplicações industriais. Outro aspecto favorável é sua natureza atóxica e não abrasiva, certificando-se da segurança para a caso de contato com alimentos ou em produtos

destinados ao contato com a pele.

Isso é especialmente compreensível no caso dos bioissorventes, que frequentemente são derivados de resíduos agroindustriais e industriais. A fibra de coco mostra-se como um potencial bioissorvente devido às suas características distintivas, incluindo alto teor de carbono, presença de lignina e resistência mecânica.

Segundo Monteiro,

“Na adsorção química, a substância adsorvida reage com a superfície do adsorvente, por meio das valências livres dessas moléculas havendo a formação de ligações químicas. Neste tipo de adsorção forma-se uma única camada de substância adsorvida na superfície do adsorvente.” Monteiro (2009, p.31)

Sandra R. *et al.* (2013), analisaram que a maioria dos desafios associados às fibras naturais ocorre dos grupos hidrofílicos presentes em sua estrutura. Estes grupos conferem às fibras naturais uma característica polar, ao passo que os polímeros alcenos, ou seja, hidrocarbonetos de cadeia aberta, ramificados ou não, que possuem a presença de uma ligação dupla entre carbonos, são apolares. Para alcançar uma miscibilidade polimérica homogênea (a capacidade de dois polímeros se misturarem completamente e formarem uma única fase, sem separação de camadas) capaz de conferir boas propriedades ao composto resultante, são adotados tratamentos químicos específicos, tais como maceração, tratamento ácido, permanganato e peróxido, os quais aprimoram a interação entre a fibra e a matriz. Este processo resulta na fabricação de materiais compostos com propriedades mecânicas, térmicas e químicas adequadas para uma diversidade de aplicações industriais, incluindo a capacidade de absorção de metais, entre outras.

Para analisar a presença de metais presentes nas fibras vegetais, utiliza-se o método para a quantificar a concentração de substâncias metálicas em soluções, analisar a pureza de compostos, entre outros. O aparelho espectrofotômetro realiza essa análise através da medida de absorbância, ou seja, é um instrumento utilizado para medir a intensidade da luminosidade em diferentes comprimentos de ondas. Essa ferramenta é muito versátil, pois é capaz de fornecer dados com extrema precisão sobre composição de substâncias.

2. PROBLEMA

A contaminação por metais pesados como Mn em rios e mananciais é um problema emergente proveniente do descarte irregular de efluentes industriais. Esses metais podem causar danos irreversíveis a saúde de seres humanos e animais, causando o desequilíbrio do ecossistema.

Segundo estudo da Fundação Getúlio Vargas (FGV) as indústrias localizadas na região metropolitana de São Paulo descartam ilegalmente, a cada hora, cerca de dez milhões de litros de efluentes industriais em mananciais (rios e lagos) dos municípios paulistas. Entre as industriais que utilizam esses metais, a indústria galvânica se destaca. A água é a matéria-prima principal para a galvanoplastia, servindo como base para diversos compostos químicos. Esta água utilizada fica saturada de metais pesados, como: manganês, cobre, cádmio, zinco, níquel e ferro.

Os metais pesados podem entrar na cadeia alimentar quando são ingeridos ou inalados por animais e plantas, e posteriormente se acumulam nos tecidos corporais dos seres vivos. A ingestão de alimentos e água contaminada com metais pesados pode levar a várias doenças. Os casos de contaminação por metais pesados em crianças, adultos e idosos são incontáveis, criando diversos tipos de doenças desde problemas mentais, diarreias a câncer.

3. OBJETIVO

O foco deste artigo é apresentar um biossorvente feito com a fibra do coco (*Cocos nucifera*) e a fibra de bananeira (*Musa acuminata Cavendish*) com o objetivo de retirar os metais pesados da água, a fim de conter os danos causados por o descarte irregular desses efluentes industriais.

4. METODOLOGIA

A metodologia constituiu na utilização das fibras de coco verde tipo *Nucifera* e as fibras de bananeira, que foram doadas do grupo obtenção da espuma de alta densidade a partir da inserção da fibra da *Musa acuminata Cavendish*, para a remoção do metal Mn.

A realização das análises foi por espectrofotometria UV-VIS para ser avaliada a eficiência da remoção do metal pesado Mn em solução de KMnO_4 .

As amostras de fibra de coco foram coletadas e separadas do mesocarpo, as

fibras foram lavadas em uma forma de alumínio com solução de NaOH 0,01 mol/L três vezes até que a água ficasse translúcida. Após lavagem, foram secas na estufa à 70° C durante 4 horas e trituradas no liquidificador para futuras análises, obtendo cerca de 500 g de fibra de coco.

Com os procedimentos anteriores já realizados, foi preparado a solução através de uma diluição de KMnO_4 0,04 mol/L. Em seguida, os cálculos foram executados obtendo as seguintes concentrações:

Tabela 1 - Concentrações das soluções

Balão Volumétrico	Concentração (mol/L)
1	1×10^{-3}
2	8×10^{-4}
3	6×10^{-4}
4	4×10^{-4}
5	2×10^{-4}

Fonte: Elaborado pelos autores. (2024)

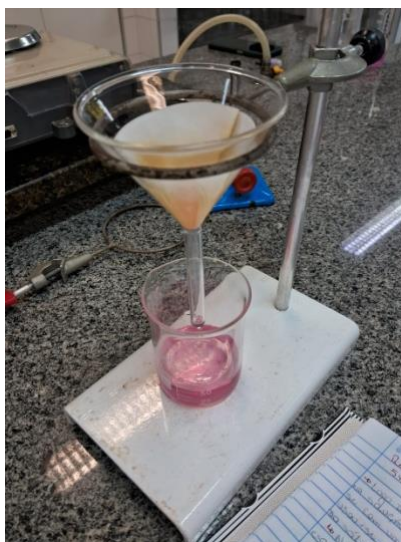
Figura 1 – Soluções diluídas



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Depois das amostras já feitas foi elaborado uma varredura no espectrofotômetro para encontrar o comprimento de onda adequado para fazer as análises de absorvância. Após essa varredura foi encontrado o valor de 525 nm, sendo o ápice absorção do metal Manganês. Após a finalização desse procedimento, a filtragem com papel filtro foi executada, afirmando que o papel remove o metal da solução. Foi feito essa filtragem pois foi o método encontrado para a separação do sólido e líquido.

Figura 2 – Filtragem com o papel filtro



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Foram separadas 0,5g de amostra de cada fibra, e depositadas na solução de KMnO_4 0,0006 mol/L para observar a remoção do metal de Mn. Posteriormente, separou o sólido do líquido, para a efetivação da absorvância novamente a 525 nm.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos de absorvância, foi elaborado um quadro da absorvância de cada concentração e após isso um gráfico da curva de calibração.

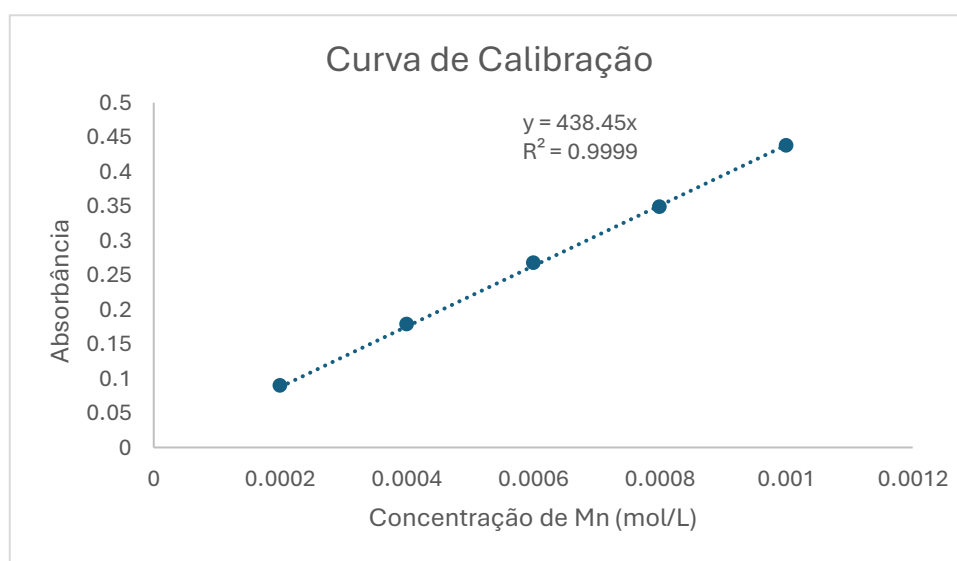
Quadro 1 – Absorvância de cada concentração

Amostras	Concentração (mol/L)	Absorvância (525nm)
1	1×10^{-3}	0.935

2	8×10^{-4}	0.787
3	6×10^{-4}	0.545
4	4×10^{-4}	0.362
5	2×10^{-4}	0.190

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Gráfico 1 – Curva de calibração



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

Como foi notado anteriormente, o papel filtro absorve um pouco do metal da solução de KMnO_4 , com base na tabela abaixo mostra os resultados de absorbância após filtragem com papel filtro, em seguida as fibras:

Quadro 2 – Absorbâncias após filtrações

Filtragem	Absorbância (525nm)
Apenas no papel filtro	0.423
Fibra do coco	0.102
Fibra da bananeira	0.072

Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

A partir desses resultados foi calculado as concentrações para saber o quanto de metal da solução 0,006 mol/L foi adsorvido pelas fibras e analisando as informações do gráfico e do quadro elaborado, foi calculado as concentrações após

adicionarmos as fibras, tendo por base a equação da reta da curva de calibração $y = 942,91.X$, no qual o y é a absorbância e o X é a concentração.

Filtro de Papel

$$0,423 = 942,91.X$$

$$X = 0,423 / 942,91$$

$$X = 0,0004 \text{ mol/L}$$

Fibra do Coco

$$0,102 = 942,91.X$$

$$X = 0,102 / 942,91$$

$$X = 0,0001 \text{ mol/L}$$

Fibra de Bananeira

$$0,072 = 942,91.X$$

$$X = 0,072 / 942,91$$

$$X = 0,00007 \text{ mol/L}$$

6. CONCLUSÃO

A partir dos resultados obtidos nas contas acima, foi notado uma alta eficiência das fibras na remoção de KMnO_4 , como para separa a fibra da solução foi utilizado o método de filtragem com o papel filtro, foi percebido que o papel retém 0,0002 mol/L da concentração original, tendo isso por base a fibra de coco consegue absorver 0,0003 mol/L e a fibra de banana 0,00027 mol/L, tirando completamente a coloração roxa da solução. Conforme a imagem abaixo (béquer direito fibra de bananeira e béquer esquerdo fibra do coco):

Figura 3 – Soluções após filtragem nas fibras



Fonte: Elaborado pelos autores (2024)

7. REFERÊNCIAS

ALBINANTE, Sandra R. et al. **Caracterização de fibras de bananeira e de coco por ressonância magnética nuclear de alta resolução no estado sólido**. Polímeros, v. 22, p. 460-466, 2012.

COLOMBO, Andréia. **Biossorção dos íons cádmio e chumbo pela casca da soja**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Química) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Toledo, 2013.

LO MONACO, Paola et al. **Desempenho de filtros constituídos por fibras de coco no tratamento de águas residuárias de suinocultura**. Minas Gerais, ano 6, p. 473-480, nov./dez. 2009

MONTEIRO, Raquel. **Avaliação do potencial de adsorção de U, Th, Pb, Zn e Ni pelas fibras de coco**. Instituto de pesquisas energéticas e nucleares – ipen, 2009, p. 1 - 31

PIOVEZAN, Marcel et al. **Farinha de casca de banana como biossorvente para cobre (Cu²⁺): uma proposta prática para tratar resíduos**. Revista Agronomia Brasileira, v. 1, p. 1-5.

ROUMIÉ, J.P.R et al. **Estudo de um sistema de adsorção de metais pesados por filtros de fibra de coco**. Dissertação (Pós-graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pará, Belém, 2019.

SANTANA, Jeferson et al. **Utilização da casca de banana como biossorvente para adsorção de metais pesados viabilizando sua utilização em águas residuárias da indústria galvânica**. São Paulo, ano 3, p. 143-157, jan./dez. 2020

STRÜTZKI, Evelin et al. **Utilização e eficácia da farinha da casca da banana como potencial bioadsorvente natural de metais pesados**. Revista Vincci, v 4, p. 262 - 263