



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CAMPUS INHUMAS  
LICENCIATURA EM QUÍMICA

JAILANE DE SOUSA SILVA

Utilização das sementes de melão (*Cucumis melo*, L), e melancia (*Citrullus lanatus*), *in natura*, na adsorção de corantes em soluções aquosas.

JAILANE DE SOUSA SILVA

Utilização das sementes de melão (*Cucumis melo*, L), e melancia (*Citrullus lanatus*), *in natura*, na adsorção de corantes em soluções aquosas.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao curso de Licenciatura em Química, do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - câmpus Inhumas/IFG como requisito parcial à obtenção do título de Licenciada em Química.

Orientadora: Profa. Dra Elaine Ales Faria Braga.

Inhumas  
2026

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação

Silva, Jailane de Sousa

S586 Utilização das sementes de melão (*Cucumis melo*, L), e melancia (*Citrullus lanatus*), in natura, na adsorção de corantes em soluções aquosas [Manuscrito]. / Jailane de Sousa Silva – Inhumas: IFG, 2026.

18 f.: il.

Inclui bibliografia.

Orientadora: Profa. Dra. Elaine A. Faria Braga.

Trabalho de Conclusão de Curso em Licenciatura em Química – IFG Câmpus Inhumas, 2025.

1. Bioadsorção. 2. Remoção de corantes. 3. Espectroscopia. 4. Braga, Elaine A. Faria (orient.). I. Título.

CDD 641.302

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária

Maria Aparecida Rodrigues de Souza - CRB/1-1497

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás

Câmpus Inhumas – Biblioteca Atena



INSTITUTO FEDERAL  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAÇÃO  
NO REPOSITÓRIO DIGITAL DO IFG - ReDi IFG**

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Digital (ReDi IFG), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IFG.

**Identificação da Produção Técnico-Científica**

- |                                                                      |                                                         |
|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Tese                                        | <input type="checkbox"/> Artigo Científico              |
| <input type="checkbox"/> Dissertação                                 | <input type="checkbox"/> Capítulo de Livro              |
| <input type="checkbox"/> Monografia – Especialização                 | <input type="checkbox"/> Livro                          |
| <input checked="" type="checkbox"/> TCC - Graduação                  | <input type="checkbox"/> Trabalho Apresentado em Evento |
| <input type="checkbox"/> Produto Técnico e Educacional - Tipo: _____ |                                                         |

Nome Completo do Autor: Jailane de Sousa Silva

Matrícula: 2011030020112

Título do Trabalho: Utilização das sementes de melão (*Cucumis melo, L.*), e melancia (*Citrullus lanatus*), *in natura*, na adsorção de corantes em soluções aquosas.

**Autorização - Marque uma das opções**

1. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso aberto);
2. ☒ Autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG somente após a data 10/\_03/\_2026 (Embargo);
3. ☐ Não autorizo disponibilizar meu trabalho no Repositório Digital do IFG (acesso restrito).

Ao indicar a opção **2** ou **3**, marque a justificativa:

- ☐ O documento está sujeito a registro de patente.  
☐ O documento pode vir a ser publicado como livro, capítulo de livro ou artigo.  
☐ Outra justificativa: \_\_\_\_\_

**DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA**

O/A referido/a autor/a declara que:

- i. o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- ii. obteve autorização de quaisquer materiais inclusos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- iii. cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás.

Inhumas, 10 / 03 / 2026.  
Local Data

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação

---

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
SISTEMA INTEGRADO DE BIBLIOTECAS

Jailane de Sousa Silva  
Assinatura do Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais



**INSTITUTO FEDERAL**  
Goiás

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE GOIÁS  
CÂMPUS INHUMAS

### **Folha de Aprovação**

JAILANE DE SOUSA SILVA

### **Utilização das sementes de melão (*Cucumis melo*, L), e melancia (*Citrullus lanatus*), in natura, na adsorção de corantes em soluções aquosas**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Coordenação do Curso de Licenciatura em Química do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás – Câmpus Inhumas, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Licenciada em Química.

Monografia defendida e aprovada, em 05 de dezembro de 2025, pela banca examinadora constituída pelos seguintes membros:

#### **BANCA EXAMINADORA**

Profa. Dra. Elaine Alves de Faria Braga  
Presidente da banca / Orientadora  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - câmpus Inhumas

Profa. Dra. Elisângela Cardoso de Lima Borges  
Membro Interno  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - câmpus Inhumas

Prof. Dr. Marçal Antonio Ruggiero  
Membro Interno  
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás - câmpus Inhumas

Inhumas – GO  
2025

Documento assinado eletronicamente por:

- **Marcal Antonio Ruggiero**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 08/04/2026 14:40:38.
- **Elaine Alves de Faria Braga**, CHEFE - CD4 - INH-DAA, em 08/04/2026 12:04:47.
- **Elisangela Cardoso de Lima Borges**, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 07/04/2026 21:27:33.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 07/04/2026. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifg.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 764982

Código de Autenticação: 29a7198da4



**Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás**  
Av. Universitária, S/Nº, S/N, Vale das Goiabeiras, INHUMAS / GO, CEP 75402-556  
(62) 3514-9543 (ramal: 9543)

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço Deus e a todos que contribuíram para a conclusão deste curso, especialmente aos professores que estive comigo nesse momento, Profa. Dra Elaine Alves Faria Braga (orientadora), Profa. Dra Elisângela C. L. Borges e Prof. Dr. Marçal Antônio Ruggiero colegas e familiares, pelo apoio, incentivo e aprendizado ao longo dessa jornada.

## Resumo

A contaminação da água por corantes sintéticos oriundos de efluentes industriais representa um dos principais problemas ambientais atuais. A adsorção utilizando bioadsorventes de origem vegetal surge como uma alternativa sustentável e de baixo custo para a remoção desses poluentes. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência das sementes de melão (*Cucumis melo*, L) e melancia (*Citrullus lanatus*), *in natura*, como bioadsorventes na remoção de corantes em soluções aquosas. A partir de revisões teóricas e estudos experimentais realizados, foi possível observar o potencial das sementes como material adsorvente, apresentando resultados promissores de remoção, principalmente em condições otimizadas de tempo, contato e concentração do adsorvente. Os dados reforçam a viabilidade do uso de materiais vegetais não convencionais como adsorventes eficientes. A contribuição do presente trabalho está, portanto, alinhada às tendências recentes de pesquisas voltadas ao uso de resíduos agroindustriais como alternativa ambientalmente adequada para o tratamento de águas contaminadas. As sementes utilizadas passaram por processo de lavagem, secagem em estufa e moagem, garantindo a preparação adequada do bioadsorvente. Além disso, os materiais foram caracterizados por espectroscopia de infravermelho (FT-IR), confirmando a presença de grupos funcionais como hidroxilas, carbonilas e alcenos. Os experimentos de adsorção demonstraram remoções superiores a 90% em condições otimizadas, com capacidades máximas de adsorção ( $Q_{max}$ ) entre 27,7 e 37,5 mg.g<sup>-1</sup>. Os valores de KL indicaram afinidade moderada dos corantes com os bioadsorventes, confirmando o potencial de aplicação das sementes *in natura* no tratamento de águas contaminadas.

**Palavras-chave:** Bioadsorção; Remoção de corantes; Espectroscopia UV-Vis; Sementes de melão; Sementes de melancia.

## **Introdução**

A crescente presença de poluentes orgânicos em corpos hídricos, especialmente os corantes sintéticos, tem se configurado como um dos principais desafios ambientais da atualidade. Esses compostos são amplamente utilizados em diversas indústrias, como têxtil, de papel, couro e alimentícia, devido às suas propriedades químicas e estabilidade. No entanto, muitos corantes apresentam toxicidade, potencial carcinogênico e baixa biodegradabilidade, dificultando sua remoção por meio de métodos convencionais de tratamento de efluentes, ARAÚJO JUNIOR, (2024).

Nesse cenário, destaca-se a busca por alternativas sustentáveis e eficazes, sendo a adsorção uma das técnicas mais promissoras. A adsorção consiste na retenção de moléculas de um fluido na superfície de um sólido, sendo amplamente utilizada para a remoção de contaminantes devido à sua simplicidade operacional, baixo custo e alta eficiência. Segundo Tomassoni et al. (2023), a aplicação de biocarvão de folhas de abacate (*Persea americana*) demonstrou excelente desempenho na remoção de corantes em processo contínuo. Já Floriano Neto, (2024) evidenciou que o biocarvão da casca de laranja apresentou remoções superiores a 85% para diferentes corantes.

Os adsorventes utilizados nesses processos podem ser de origem natural, sintética ou modificada. Dentre eles, os adsorventes naturais têm ganhado atenção especial, por serem abundantes, renováveis, de baixo custo e menos agressivos ao meio ambiente. Entre os materiais naturais promissores destacam-se argilas, carvões vegetais e, mais recentemente, resíduos agroindustriais como cascas, folhas e sementes. A utilização de resíduos da agricultura e da alimentação humana como adsorventes oferecem vantagens como a redução do impacto

ambiental causado pelo descarte inadequado desses resíduos e aplicação em processos de descontaminação ambiental.

Neste contexto, o presente trabalho propôs a utilização das sementes de melão (*Cucumis melo L.*), e melancia (*Citrullus lanatus*), *in natura*, como bioadsorventes para a remoção de corantes sintéticos em soluções aquosas. Estes resíduos, normalmente descartados no lixo comum, possuem características estruturais e químicas que podem favorecer a adsorção. O estudo buscou avaliar a capacidade de adsorção desses materiais, bem como ajustar os dados experimentais ao modelo de Langmuir, frequentemente utilizado para descrever isotermas de adsorção e estimar a capacidade máxima de remoção dos corantes.

Assim, esta pesquisa contribuiu com o desenvolvimento de soluções ambientais de baixo custo e alto impacto, valorizando resíduos orgânicos e promovendo práticas alinhadas aos princípios da economia circular e da sustentabilidade.

## **Materiais e Métodos**

### **Preparo dos Bioadsorventes**

As sementes de melão (*Cucumis melo, L.*), e sementes da melancia (*Citrullus Lanatus*), *in natura*, utilizados na pesquisa, foram adquiridas no comércio local da cidade de Inhumas GO. Após a coleta das sementes foram lavadas por três vezes em um recipiente contendo 1,0 L

de água destilada para a retirada de possíveis impurezas e secas à 80° C, em uma estufa da marca Marconi, com circulação de ar forçada por 24 horas. Posteriormente, o material passou por um moinho de facas marca Lipo Willye (STOR FT50), para obtenção dos adsorventes na granulometria entre 0,75 mm a 0,10 mm.

### **Caracterização do adsorvente**

Para analisar espectroscopicamente as semente de melão (*Cucumis Melo, L.*), e melancia (*Citrullus Lanatus*), *in natura*, foi utilizado a técnica de espectroscopia UV-VIS na região Infravermelho (FT-IR), os espectros foram encontrados na faixa entre 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ , modo de transmissão com resolução de 4  $\text{cm}^{-1}$ .

## Adsorção do corante

Nesta seção são apresentados os resultados referentes à eficiência de remoção dos corantes azul índigo de carmim e vermelho Ponceau 4R pelos bioadsorventes estudados. Avaliou-se a influência da massa de adsorvente e da concentração inicial do corante na porcentagem de adsorção, permitindo comparar o desempenho das sementes de melão e melancia no processo de remoção dos corantes em solução aquosa.

Para os testes de adsorção, foi preparada uma solução estoque de 1000 mg/L dos corantes sintéticos índigo de carmim e vermelho de Ponceau 4R. A partir dessa solução, foram preparadas soluções diluídas nas seguintes concentrações: 5, 20, 35, 50, 65 e 80 mg/L, para

ambos os corantes.

A capacidade de adsorção no equilíbrio ( $q_e$ ) foi calculada pela equação:  $q_e = (C_0 - C_e) \times V / M$  em que  $q_e$  é a quantidade de adsorção no equilíbrio (mg/g),  $C_0$  é a concentração inicial do corante (mg/L),  $C_e$  é a concentração do corante no equilíbrio (mg/L),  $V$  é o volume da solução (L) e  $M$  é a massa do adsorvente (g).

Os experimentos foram conduzidos separadamente para os dois corantes, utilizando como adsorventes as sementes, in natura, de melão e de melancia trituradas. Para cada teste, foram utilizadas massas de 50 mg, 100 mg e 150 mg de adsorvente, adicionadas a 50 mL da solução do corante em béqueres de 100 mL.

As amostras foram submetidas à agitação contínua por 8 horas em agitador orbital (marca New Lab, modelo NL 22801), à temperatura ambiente ( $\approx 25^\circ\text{C}$ ), com velocidade de agitação constante de 120 rpm. Todos os ensaios foram realizados em triplicata, a fim de garantir a reprodutibilidade dos dados.

Após o período de contato, as soluções foram filtradas com papel filtro qualitativo e o sobrenadante analisado em espectrofotômetro UV-Vis (marca Bio Vera), nas faixas de comprimento de onda características de cada corante: 615 nm para índigo de carmim, e 525 nm para vermelho ponceau 4R. A quantidade de corante adsorvida foi determinada com base na diferença entre a concentração inicial e final da solução, utilizando a equação da capacidade de adsorção ( $q_e$ ). Na Figura 3, encontra-se a fórmula estrutural do Corante índigo de Carmim na Figura 4, a fórmula estrutural do Corante Vermelho Ponceau 4R.

A capacidade máxima de adsorção do corante nas sementes de melão (*Cucumis melo*, L), e da melancia (*Citrullus Lanatus*), in natura, foi determinada pelo modelo de Langmuir, é o mais frequentemente usado para descrever isotermas para aplicação em tratamento de águas e

efluentes.

Este modelo assume que no equilíbrio, o número de sítios adsorvidos na superfície é constante, e somente um substrato é adsorvido em cada sítio. A adsorção do substrato é a mesma para cada sítio, independente da cobertura da superfície, e que não há nenhuma interação entre as moléculas adjacentes, (FLORIANO NETO,2024).

## Resultado e Discussão

### Preparo e Caracterização dos Bioadsorventes

As sementes secas foram moídas, para o aumento da superfície de contato e melhorar a capacidade de adsorção, a Figura 5 e 6 mostra os materiais adsorventes usados antes da trituração e depois.



**Figura 3:** Imagem da semente de melão (a) *in atura*.  
Fonte: Proprio Autor.

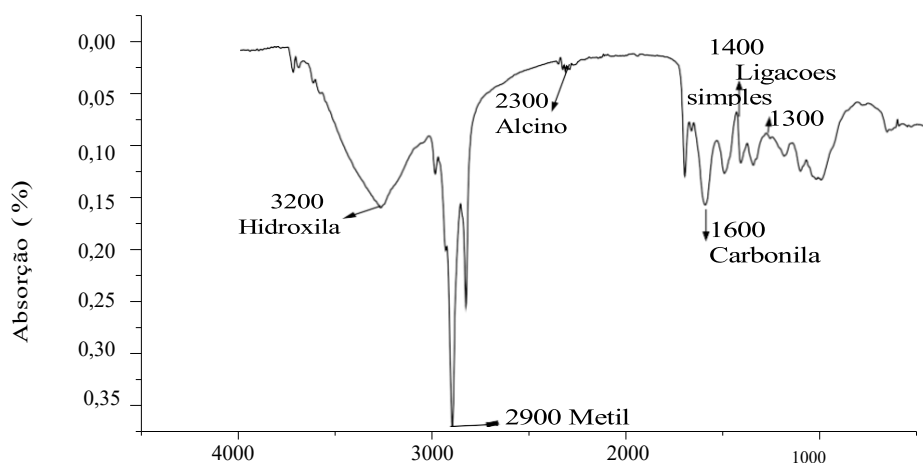


**Figura 4:** Imagem da semente de melão (a) triturada.  
Fonte: Proprio Autor



**Figura 6:** Imagem da semente de melancia triturada.  
Foto: Proprio Autor.

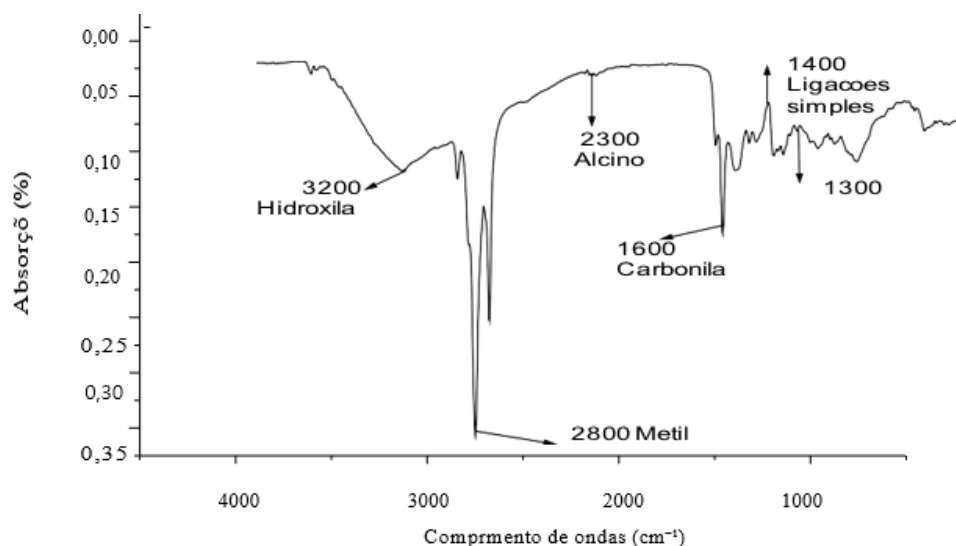
As sementes trituradas foram caracterizadas por espectroscopia de infravermelho, ambos os materiais possuem em sua estrutura lignina e celulose, sendo classificados como materiais lignocelulosicos, e essa característica foi confirmada com os espectros infravermelho.



**Figura 7:** Espectro de infravermelho (FTIR) do adsorvente, em função da transmitância (%).

A espectroscopia na região do infravermelho foi utilizada para a caracterização das sementes, e todos os espectros foram feitos na escala de 4000 a 400  $\text{cm}^{-1}$ . As Figura 10 e 11 representam os espectros para os adsorventes. Ambos os espectros apresentam alguns picos característicos em comum da lignina, como: uma banda larga e ampla em 3500 a 3200  $\text{cm}^{-1}$  referente à frequência de estiramento, hidroxilá (O-H), de moléculas de água adsorvidas na superfície. Uma banda em 2900  $\text{cm}^{-1}$  que estão relacionada a vibração distorcida do grupo metil ( $\text{CH}_3$ ), que apresenta uma faixa de adsorção e intensidade média e forte. Uma banda em 2300  $\text{cm}^{-1}$  que está relacionada a um grupo alcino ( $\text{C}\equiv\text{C}$ ). O pico localizado em 1600  $\text{cm}^{-1}$  pertence

ao grupo carbonila (C=O). As bandas apontadas em  $1400\text{ cm}^{-1}$  e  $1300\text{ cm}^{-1}$ , estão na região e encontram se moléculas com ligações simples, (C-H). SAMMON, C. YARWOOD, J. EYERALL, N. 2000.



**Figura 8:** Espectro de infravermelho (FTIR) da amostra da semente da melancia em função da transmitância (%).

**Tabela 1: Principais bandas observadas nos espectros de infravermelho (FTIR) das sementes de melão e melancia.**

| Observado em:    | Banda ( $\text{cm}^{-1}$ ) | Atribuição                        |
|------------------|----------------------------|-----------------------------------|
| Melão e Melancia | 3200–3500                  | O-H (hidroxila)                   |
| Melão e Melancia | 2900                       | C-H (metil)                       |
| Melão e Melancia | 2300                       | $\text{C}\equiv\text{C}$ (alcino) |
| Melão e Melancia | 1600                       | $\text{C}=\text{O}$ (carbonila)   |
| Melão e Melancia | 1400–1300                  | C-H (ligacoes simples)            |

A análise do espectro vibracional na região do infravermelho sugere diversos sítios ativos hidroxilados, presentes nas sementes de melancia e melão. Isto sugere que os sítios ativos possuem aproximadamente energias iguais, ou seja, não há uma preferência das moléculas do corante por um determinado sítio ativo, pois os sítios têm uma grande probabilidade de interagir com o corante.

**Estudo cinético dos corantes nas sementes de melão (*Cucumis melo*, L), e melancia (*Citrullus Lanatus*), in natura.**

#### Estudo Cinético da Adsorção

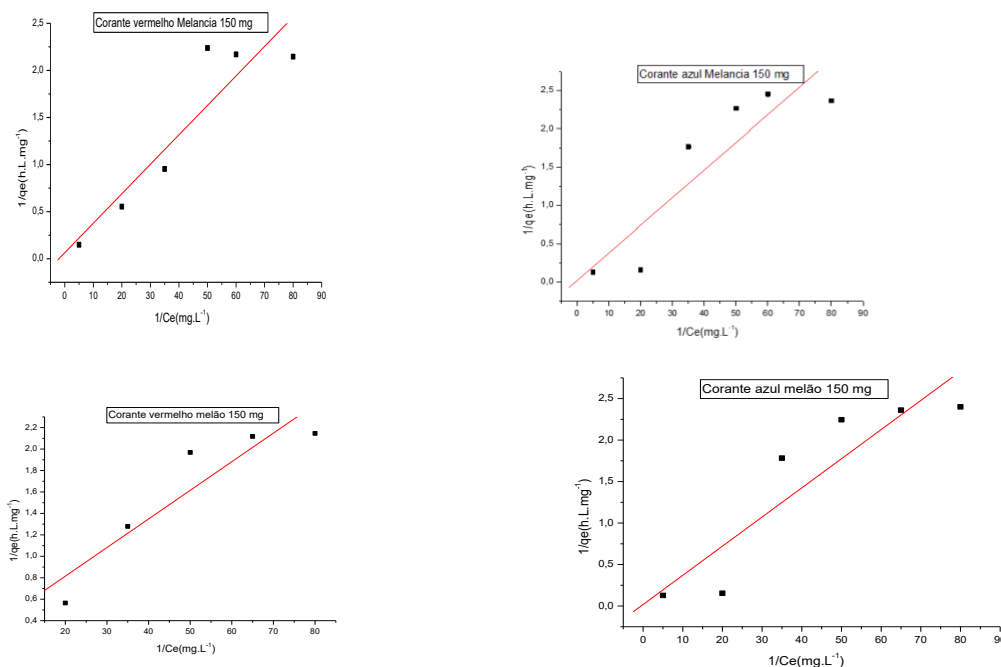
O estudo cinético da adsorção foi realizado com o objetivo de avaliar o comportamento da quantidade adsorvida em função do tempo de contato entre os corantes e os bioadsorventes. A análise cinética permite compreender a velocidade do processo e identificar possíveis

mecanismos envolvidos na adsorção, sendo fundamental para a interpretação da eficiência do sistema adsorvente.

A cinética do corante azul apresenta um aumento acentuado após  $t=2,0$ , com pico em  $t=5,0$  (2,5 mg/g) e estabilização em 2,2 mg/g, pois a adsorção tende a aumentar com o tempo até o equilíbrio. No período inicial a quantidade fica estabilizada, logo após a curva sobe, esse é o estágio onde o corante é rapidamente capturado pelas superfícies do adsorvente, onde há muitos sítios vazios.

De modo geral, os resultados cinéticos indicaram que o modelo de pseudo-segunda ordem apresentou melhor ajuste aos dados experimentais para a maioria dos sistemas estudados, sugerindo que o processo de adsorção pode estar associado a interações químicas entre o adsorvente e o adsorvato. A análise do modelo de difusão intrapartícula indicou que o processo não é controlado por uma única etapa, envolvendo tanto a difusão quanto a interação com os sítios ativos do adsorvente.

Os gráficos abaixo representam as regressões lineares dos melhores resultados de adsorção para os cálculos das constantes cinéticas.



**Figura 9 : Linearizações para cálculos cinéticos.**

A linearização da isoterma de Langmuir indica boa correlação linear entre os dados experimentais, sugerindo que o processo de adsorção do corante vermelho Ponceau 4R ocorre predominantemente por formação de monocamada em sítios energeticamente homogêneos. O valor de  $q_e$  obtido indica capacidade de adsorção compatível com outros bioadsorventes lignocelulósicos descritos na literatura.

A linearização da isoterma de Langmuir para o corante azul (índigo de carmim) apresentou boa correlação linear, indicando que o processo de adsorção ocorre predominantemente por formação de monocamada em sítios ativos homogêneos. O valor de  $q_e$  obtido indica capacidade de adsorção compatível com bioadsorventes lignocelulósicos descritos na literatura.

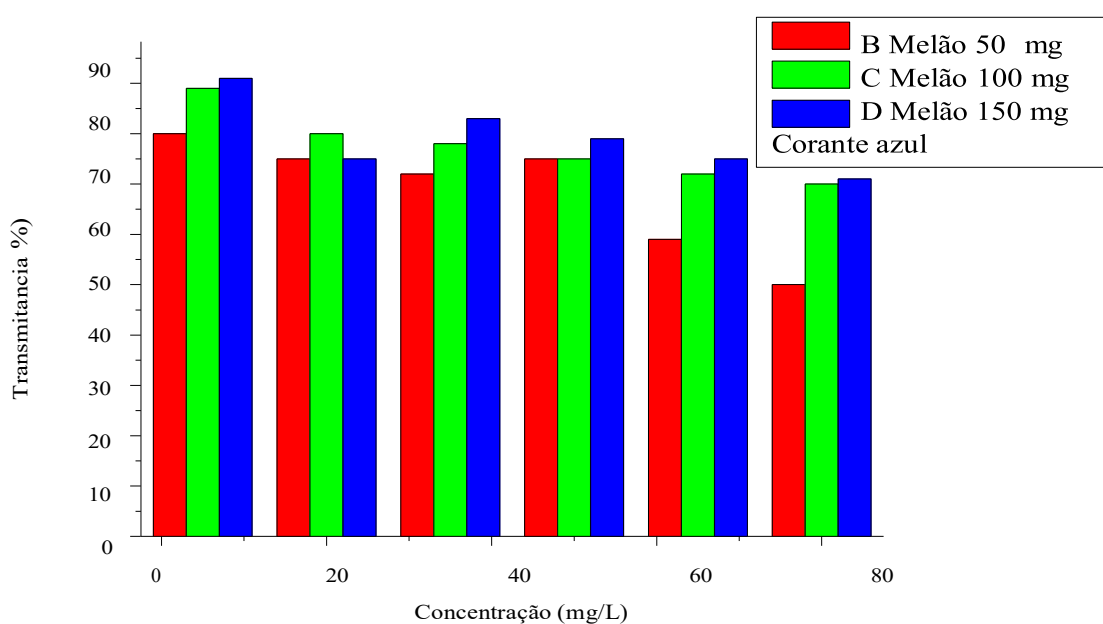
A linearização da isoterma de Langmuir para o corante vermelho Ponceau 4R apresentou boa correlação linear, indicando que o processo de adsorção ocorre predominantemente por formação de monocamada em sítios ativos homogêneos. O valor de  $q_e$  obtido indica capacidade de adsorção compatível com bioadsorventes lignocelulósicos descritos na literatura.

A linearização da isoterma de Langmuir para o corante azul (índigo de carmim) utilizando semente de melão apresentou boa correlação linear, indicando que o processo de adsorção ocorre predominantemente por formação de monocamada em sítios ativos homogêneos.

O valor de  $q_e$  obtido sugere capacidade de adsorção compatível com bioadsorventes lignocelulósicos descritos na literatura.

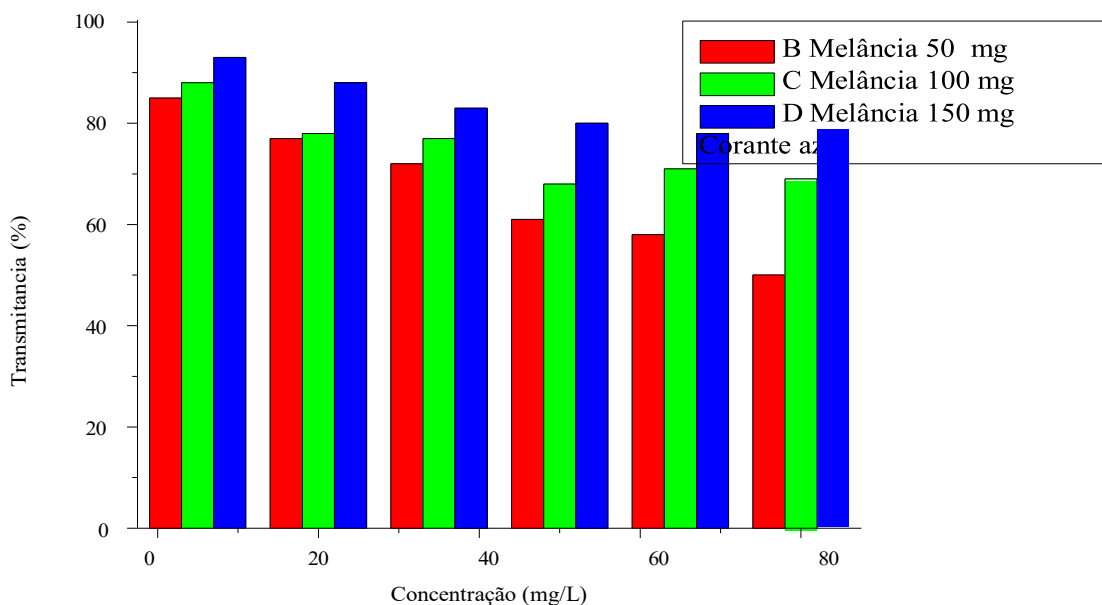
### **Adsorção dos corantes**

Foram preparadas soluções de diferentes quantidades de adsorventes em relação as concentrações. No gráfico da Figura 9, podemos observar, diante das amostras analisadas que quanto maior a quantidade de adsorvente, maior é a capacidade de adsorção do corante em estudo. Observa-se também uma maior remoção em concentrações menores do corante, como por exemplo, usando 50 mg de semente de melão, a adsorção foi de 80%, na concentração de 100 mg, tivemos 89%, já na concentração de 150 mg, temos 91%, todos usando uma concentração inicial da solução a 5 mg/L, do corante índigo de carmim.



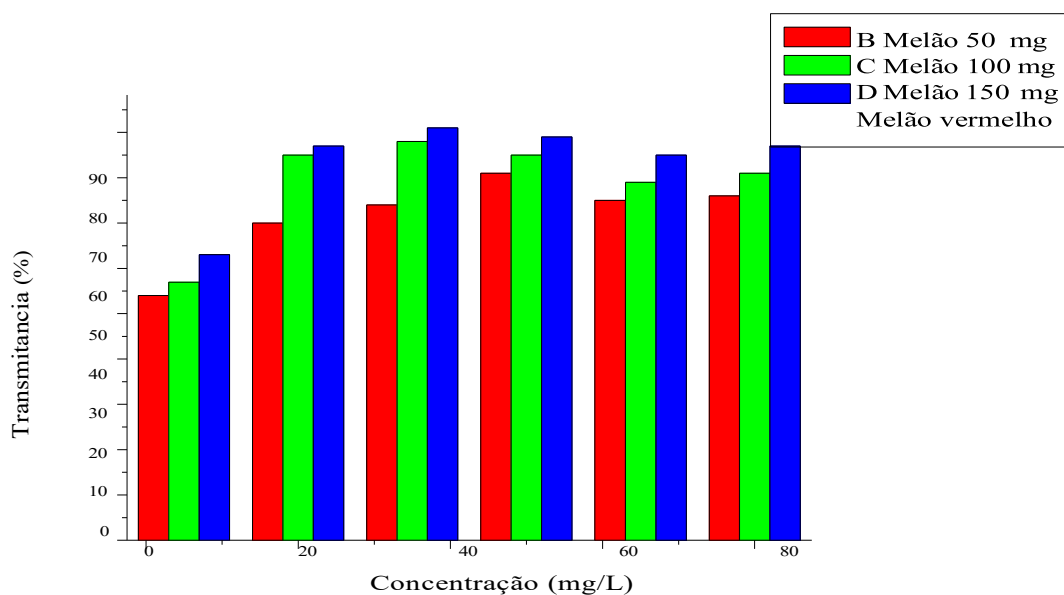
**Figura 13:** Gráfico da porcentagem de adsorção da semente de melão, corante índigo de carmim.

No gráfico da Figura 10, observamos o mesmo comportamento apresentado para a semente de melão com o corante índigo de carmim. Temos para os estudos com a semente de melancia, uma melhor adsorção com o aumento da massa do adsorvente em todas as concentrações estudadas. Usando 50 mg do adsorvente tivemos uma remoção de 85% do corante, com 100 mg, 88% e com 150 mg, tive uma remoção de 93% ambos com a solução inicial a 5 mg/L, com o corante índigo de carmim.



**Figura 14:** Gráfico da percentagem de adsorção da semente de melancia, corante indico de carmin.

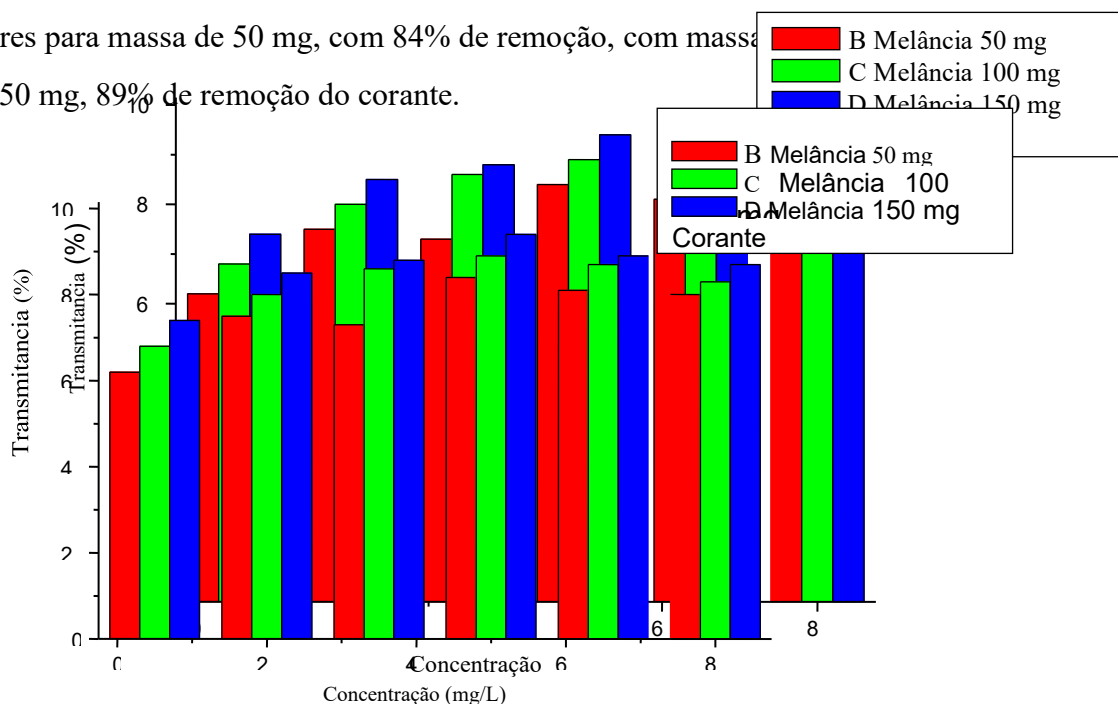
No gráfico da Figura 11, temos os resultados de percentagem de remoção para o corante vermelho de ponceau 4R usando como adsorvente a semente de melão. Pode observar analisando os resultados que para ambas concentrações, que quanto maior a quantidade do adsorvente maior é a remoção do corante. Teve resultado de 81% usando 50 mg da semente de melão, com 100 mg, 88% e com 150 mg, um máximo de 91% de adsorção do corante.



**Figura 15:** Gráfico da percentagem de adsorção da semente de melão, corante vermelho de ponceau 4R.

No gráfico da Figura 12, observamos o mesmo comportamento do corante vermelho de

ponceau 4R com a semente de melão, observado na Figura 11. Para a semente de melancia quanto maior a massa do adsorvente maior a remoção do corante em estudo. Obteve os melhores valores para massa de 50 mg, com 84% de remoção, com massa de 150 mg, 89% de remoção do corante.



**Figura 16:** Gráfico da porcentagem de adsorção da semente de melancia, corante vermelho de ponceau 4R.

Analisando os gráficos, foi identificado que os melhores resultados de adsorção para ambos os corantes foram com a utilização de 150 mg, dos adsorventes.

Os experimentais obtidos com as sementes de melão (*Cucumis melo*, L.), e melancia (*Citrullus Lanatus*), *in natura*, como bioadsorventes, foram ajustados ao modelo de isoterma de Langmuir. Este modelo pressupõe a formação de monocamadas de adsorvato sobre uma superfície homogênea de adsorvente, com energia de adsorção uniforme em todos os sítios ativos.

A equação linearizada de Langmuir utilizada foi:

$$Rl = \frac{1}{1 + K_l \cdot Q_m} \text{ (Equação 2) Parametro de equilibrio}$$

A partir da equação, foram determinados os parâmetros de capacidade máxima de adsorção ( $Q_m$ ) e constante de Langmuir ( $KL$ ). Os resultados experimentais obtidos estão resumidos na tabela a seguir:

**Tabela 6: Corante Azul Índigo de Carmim.**

| Amostra  | $Q_m$ (mg.g <sup>-1</sup> ) | $KL$ (L.mg <sup>-1</sup> ) | $C_e$ (mg.L <sup>-1</sup> ) | RL (Resultado de Langmuir) |
|----------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Melão    | 28,45                       | 0,0635                     | 0,239                       | 0,165                      |
| Melancia | 27,7                        | 0,0862                     | 0,188                       | 0,127                      |

**Tabela 7: Corante Vermelho Ponceau 4R**

| Amostra  | $Q_m$ (mg.g <sup>-1</sup> ) | $KL$ (L.mg <sup>-1</sup> ) | $C_e$ (mg.L <sup>-1</sup> ) | RL (Resultado de Langmuir) |
|----------|-----------------------------|----------------------------|-----------------------------|----------------------------|
| Melão    | 37,5                        | 0,0252                     | 0,442                       | 0,332                      |
| Melancia | 31,9                        | 0,0715                     | 0,219                       | 0,148                      |

Esses valores foram comparados com dados da literatura, conforme Li et al. (2022), que reportaram  $Q_m = 174,5$  mg.g<sup>-1</sup> e  $KL = 0,244$  L.mg<sup>-1</sup>, com  $R = 0,977$ . Em planilha com dados modelados, foi obtido  $Q_m = 176,52$  mg/g<sup>-1</sup> e  $KL = 0,2267$  L.mg<sup>-1</sup>, com  $R = 0,9796$ .

Os valores obtidos experimentalmente com *in natura*, são promissores, o  $Q_m$  variou entre 27,7 e 37,5 mg/g<sup>-1</sup>, indicando boa capacidade de adsorção mesmo sem modificação química. As constantes  $KL$  obtidas indicam afinidade moderada entre os corantes e os adsorventes vegetais.

Destaque vai para a melancia com o corante azul, índigo de carmim ( $KL = 0,0862$ ) e melancia com o corante vermelho ponceau 4R. ( $KL = 0,0715$ ), sugerindo que esses bioadsorventes possuem sítios ativos com maior propensão para interações com o corante, possivelmente devido à presença de grupos funcionais como hidroxilas, carbonilas e grupos carboxílicos. Tais grupos foram confirmados pela análise de espectroscopia no infravermelho.

Esses resultados são comparáveis àqueles descritos por Silva et al. (2021), que reportaram  $Q_m$  de  $32 \text{ mg/g}^{-1}$ , para sementes de abóbora in natura. Segundo Demiral et al. (2018), materiais lignocelulósicos não ativados apresentam capacidades variando de 15 a  $45 \text{ mg/g}^{-1}$ . Bello et al. (2019) reforçam que o modelo de Langmuir é adequado para adsorção em monocamadas sobre superfícies lignocelulósicas, enquanto Mittal et al. (2015) apontam que a eficácia de adsorventes não ativados depende diretamente da natureza e distribuição dos grupos funcionais na superfície.

A síntese dos dados aponta para o potencial de utilização das sementes de melão e melancia in natura como bi adsorventes de baixo custo, com boa eficiência, sobretudo em concentrações iniciais mais baixas de corante. A pesquisa sugere que a ativação química desses materiais pode melhorar sua capacidade e adsorção ( $Q_m$  e  $KL$ ) e ampliando assim sua aplicação no tratamento de águas contaminadas.

## Conclusão

Diante dos resultados obtidos, é possível concluir que as sementes de melão (*Cucumis melo*, L.), e melancia (*Citrullus Lanatus*), in natura, se mostraram bioadsorventes promissores para a remoção de corantes sintéticos em soluções aquosas, especialmente os corantes índigo de carmim e vermelho de Ponceau 4R. A caracterização dos materiais por espectroscopia na região do infravermelho (FT-IR) evidenciou a presença de lignina e celulose, compostos típicos de materiais de origem vegetal, que são conhecidos por apresentar uma variedade de grupos funcionais capazes de interagir com moléculas poluentes por meio de ligações de hidrogênio, forças de Van der Waals e interações eletrostáticas.

Os experimentos de adsorção demonstraram que a eficiência na remoção de corantes aumenta proporcionalmente à massa de bioadsorvente utilizada, indicando que a disponibilidade de sítios ativos é um fator determinante no processo. A aplicação de 150 mg dos adsorventes, resultou em remoções superiores a 90% em concentrações iniciais mais baixas, indicando que essas biomassas representam uma solução ambientalmente viável para o tratamento de efluentes contendo corantes.

Além disso, os dados experimentais ajustados ao modelo de Langmuir confirmaram que, a adsorção se deu em monocamadas sobre superfícies homogêneas, em conformidade com os pressupostos teóricos desse modelo. Isso reforça a hipótese de que as interações entre os corantes e os materiais adsorventes ocorreram de maneira específica, com saturação dos sítios ativos em condições de equilíbrio.

A relevância desta pesquisa reside não apenas nos resultados satisfatórios de adsorção, mas também na valorização de resíduos agroindustriais frequentemente descartados, promovendo uma abordagem alinhada aos princípios da economia circular e da sustentabilidade ambiental. O reaproveitamento de sementes, que são resíduos abundantes e de fácil obtenção,

como matéria-prima para processos de descontaminação hídrica, representa uma alternativa acessível, de baixo custo e de baixo impacto ecológico para comunidades e indústrias que enfrentam desafios com a poluição de corpos d'água.

Portanto, este estudo contribuiu para o avanço de tecnologias limpas e acessíveis, além de abrir caminho para futuras investigações envolvendo a modificação físico-química desses materiais visando à melhoria de sua capacidade adsorvente, bem como sua aplicação em diferentes tipos de contaminantes e em condições variadas de temperatura e tempo de contato.

A ampliação dessas pesquisas poderá fortalecer ainda mais a viabilidade técnica e econômica do uso de resíduos orgânicos como adsorventes naturais no tratamento de águas residuais.

## Referências

ARAÚJO JUNIOR, E. F. de et al. Desenvolvimento e caracterização de bioadsorvente a partir do endocarpo da *Spondias mombin* L. para remoção de azul de metileno. *Revista Fórum Ambiental da Alta Paulista*, v. 20, n. 3, p. 50–63, 2024.

BATISTA, E. S. Adsorção do corante azul de metileno utilizando bioadsorventes produzidos a partir do resíduo do buriti (*Mauritia flexuosa* L. f.). 2024. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Federal do Amazonas, Manaus, 2024.

BELLO, O. S. et al. Dye adsorption using activated and non-activated agricultural wastes: Equilibrium, kinetics and mechanism. *Journal of Environmental Chemical Engineering*, v. 7, n. 3, 2019.

X Yang · 2022 · Citado por 32 — The Box–Behnken response surface method was applied to optimize the adsorption time, dosage, pH, temperature, and initial concentration of Sb(III).

Thalita B. Zanoni \* (IC), Antonio A. P. Ferreira (PD), Maria Valnice Boldrin (PQ) e Arnaldo

A. Cardoso (PQ) 1 Depto. De Química Analítica/Instituto de Química, Unesp, Araraquara-SP.  
Março de 2023.

SAMMON, C. YARWOOD, J. EYERALL, N. (março de 2000). «A FTIR–ATR study of liquid diffusion processes in PET films: comparison of water with simple alcohols». *Polymer* em inglês Consultado em 23 de outubro de 2022.

HP Linhares · 2023 — Nas últimas décadas a adição de corantes sintéticos aumentou significativamente em têxteis, alimentos, fármacos e cosméticos (JANUÁRIO et al., 2021).

DEMIRAL, H.; GUNAY, A. Adsorption of basic dye onto activated carbon prepared from almond shell: kinetics and equilibrium studies. *Desalination*, v. 249, n. 1, p. 137-141, 2018.

FLORIANO NETO, O. M. Produção de biocarvão a partir de cascas de laranja para a adsorção de corantes têxteis. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Química) – Universidade Estadual Paulista, Araraquara, 2024.

LI, Y. et al. Application of modified agricultural wastes for dye adsorption: Langmuir modeling and mechanistic insights. *Environmental Research*, v. 213, p. 113574, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113574>

MITTAL, A. et al. Biosorption of hazardous dyes from aqueous solution onto treated sawdust: a review. *Environmental Engineering and Management Journal*, v. 14, n. 1, p. 1-22, 2015.

QUEIROZ, R. F. et al. Tratamento de efluentes por adsorção em materiais lignocelulósicos. *Revista Foco*, v. 16, n. 2, p. 12–27, 2023.

SILVA, D. L. et al. Adsorção do azul de metileno em sementes de abóbora in natura. *Revista Brasileira de Engenharia Química*, v. 37, n. 2, p. 255-263, 2021.

TOMASSONI, M. I. et al. Uso de biocarvão de folhas de *Persea americana* na remoção de corantes em efluente têxtil. *Revista AIDIS de Ingeniería y Ciencias Ambientales*, v. 16, n. 1, p. 56–67, 2023.

SCIENCE DIRECT: [Inorganic Chemistry Communications](#) , 2023

Ministério da Educação  
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica Instituto Federal de  
Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação