



## AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DE ADSORÇÃO DA CASCA E SABUGO DO MILHO PARA REMOÇÃO DO CORANTE AMARELO CREPÚSCULO EM EFLUENTES CONTAMINADOS

Alef Ribeiro Souza e Antonelli  
Evelyn Gonzales Novais  
Geovanna Lima de Oliveira  
Julia Dias Batista  
Matheus Camargo Ribeiro  
Mirella Moreira Mendes da Silva  
Orientador: Dr. Fábio Rizzo Aguiar

### RESUMO

O corante amarelo crepúsculo é altamente utilizado em indústrias alimentícias para intensificar a cor dos alimentos. Após a utilização desse corante, ele é despejado em efluentes, assim ocorrendo uma contaminação, onde se forma uma camada na superfície das águas impedindo a passagem de luz solar, afetando a vida aquática. O objetivo do trabalho é avaliar a eficácia da casca e do sabugo do milho como material adsorvente para a remoção do corante amarelo crepúsculo em efluentes contaminados. Foi realizado um estudo para avaliar a capacidade dos materiais do milho em adsorver o corante amarelo crepúsculo. Onde iniciamos a fase de testes com o material adsorvente e em seguida fazendo uma análise espectrofotométrica em luz visível para determinar a capacidade desse material como adsorvente. Os principais resultados obtidos no trabalho indicaram o sabugo de milho cozido e a casca apresentaram baixa eficácia como materiais adsorventes para a remoção do corante amarelo crepúsculo em efluentes contaminados. Foi observado que esses materiais liberaram partículas na solução, interferindo nas análises espectrofotométricas. Assim, não foi possível alcançar resultados significativos de adsorção do corante.

**Palavras-chave:** Casca de milho. Sabugo de milho. Efluentes contaminados. Corante amarelo crepúsculo. Adsorvente. Remoção de corantes.

### ABSTRACT

*Sunset yellow dye is widely used in the food industry to enhance the color of food products. After its use, the dye is released into effluents, resulting in contamination, where a layer forms on the water surface, blocking sunlight and affecting aquatic life. The objective of this study is to evaluate the effectiveness of corn husk and cob as adsorbent materials for the removal of sunset yellow dye in contaminated effluents. A study was conducted to assess the corn materials' capacity to adsorb sunset yellow dye. The testing phase began with the adsorbent material, followed by a visible light spectrophotometric analysis to determine the material's adsorptive capacity. The main results obtained in the work indicated that cooked corn cobs and husks showed low effectiveness as adsorbent materials for the removal of twilight yellow dye in contaminated effluents. It was observed that these materials released particles into the solution, interfering with spectrophotometric analyses. Therefore, it was not possible to achieve significant dye adsorption results.*

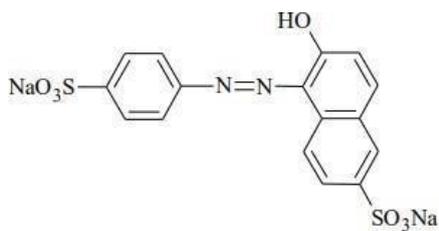
**Keywords:** Corn husk. Corn cob. Contaminated effluents. Sunset yellow dye. Adsorbent. Dye removal.

<sup>1</sup> Curso Técnico em Química – ETEC Irmã Agostina  
Av. Feliciano Correa s/n – Jardim Satélite - CEP 04815-240 - São Paulo – Brasil  
\* juliadias49975@gmail.com

## 1. INTRODUÇÃO

Os corantes alimentícios são utilizados para conferir, restaurar e intensificar a cor dos alimentos. Sendo assim, bastante utilizado em diversos produtos que consumimos no nosso cotidiano. O amarelo crepúsculo é um corante azóico pois apresenta ligação N=N na sua estrutura, como apresentado na Figura 1. Ele está presente em refrigerantes, salgadinho e em comprimidos efervescentes de vitamina C ou até mesmo cosméticos. É utilizado na indústria de cosméticos, alimentícia e farmacêutica, e acabam sendo descartados incorretamente, assim, causando a poluição em corpos d'água (Castro, 2019).

Figura 1: Representação estrutural do Corante Amarelo Crepúsculo



Conforme a literatura, os resíduos dos corantes gerados nos processos industriais resultam em impactos ambientais. Eles afetam a vida aquática, reduzindo a capacidade de reoxigenação da água e dificultam a passagem da luz solar, que consequentemente reduz a atividade fotossintética (Ferreira, 2013).

Outra problemática é o tratamento de menor quantidade de corante no efluente em baixas concentrações. Segundo Wanga e Chen (2006) em tal caso acaba que os métodos convencionais, não são economicamente vantajosos. Assim, o processo de adsorção surge como alternativa para a remoção de corantes de efluentes (Dotto, G. *et al*, 2011).

Nesse processo, existe dois tipos de mecanismos, a quimissorção e a fisissorção. Na fisissorção, a ligação entre o adsorvato à superfície do adsorvente é atribuída a forças intermoleculares em destaque a de Van der Waals, onde acontece por uma diferença de forças de atração e/ou energia. Essas interações incluem a atração entre dipolos e apesar das suas interações longas elas são muito fracas. Esse exemplo de adsorção é reversível e exotérmico (Atkins, 2006).

Já na quimissorção, ocorre a partilha de elétrons ou a troca entre as moléculas do adsorvato e a superfície do adsorvente, onde ocorre a formação de ligações químicas. Essas ligações são quebradas e são constituídas ligações que formam uma monocamada de adsorvato no adsorvente. Essa formação de uma nova camada torna o processo irreversível (Coulson & Richardson, 2002).

O processo de adsorção é um dos processos mais eficientes de tratamento de águas, sendo empregado nas indústrias a fim de reduzir dos seus efluentes os níveis de compostos tóxicos ao meio ambiente. (Moreira, 2008)

O processo de adsorção consiste em uma transferência de massa, onde é realizado estudos da

capacidade de alguns sólidos para concentrar em determinadas substâncias de fluidos líquidos ou gasosos em sua superfície, possibilitando a separação de componentes desses fluidos. Normalmente, esses adsorventes são sólidos com partículas porosas, isso facilita que os componentes adsorvidos se concentrem com mais facilidade em sua superfície externa. Quanto maior a superfície externa, o processo de adsorção será mais favorável (Ruthven, 1984)

O mecanismo de adsorção mais expressivo é baseado nas interações eletrostáticas e ligações de hidrogênio caracterizando a fisissorção dos corantes na superfície da partícula.

O milho é um alimento popular em todas as partes do mundo. O uso de sementes de milho para alimentação animal representa cerca de 70% do consumo mundial de grãos, a variação no Brasil é de 60 a 80%. O milho é o grão mais utilizado no setor de rações, pois atua como fonte de energia juntamente com proteínas (Silva, 2016).

A casca de milho é um dos principais resíduos agrícolas, além disso, é um material de fácil obtenção. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, a produção do milho deve alcançar 116,1 milhões de toneladas no ano de 2024. Em vista disso, a utilização da palha de milho para outros fins é uma vantagem tanto do ponto de vista ambiental quanto econômico (Romão, 2015).

O sabugo do milho é um adsorvente que já foi estudado anteriormente e apresentou eficiência em remover corantes de efluentes d'água, além de ser um adsorvente natural. Tendo em vista, todos os problemas gerados pelo corante, utilizar os resíduos do milho como adsorvente tende a ser uma possível alternativa que pode ser implementada nas indústrias, a fim de dar um destino adequado para os resíduos do milho.

Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a eficiência da remoção do corante amarelo crepúsculo, utilizando o sabugo e a casca do milho como material adsorvente para o tratamento do efluente contaminado.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. MATERIAIS

Os materiais utilizados para a realização do tratamento dos compostos do milho e para a adsorção do corante amarelo crepúsculo, estão descritos conforme tabela 1.

Tabela 1: reagentes e materiais e suas respectivas fórmulas químicas.

Materiais	Fórmula molecular
Casca do milho	-
Corante amarelo crepúsculo	C16H10N2Na2O7S2
Sabugo do milho	-

Para a realização das análises, foram utilizados os seguintes equipamentos: Balança analítica modelo AG200, marca Gehaka® (São Paulo, Brasil); Espectrofotômetro modelo 1600UV, marca Nova Instruments® (São Paulo, Brasil); Estufa de secagem marca Novatecnica® (São Paulo, Brasil);

Para a realização das análises foram utilizados os seguintes materiais: balão volumétrico de 5 mL, balão volumétrico de 50 mL e balão volumétrico de 500 mL, cubeta de vidro, béquer de 50 mL, béquer de 250 mL, papel filtro, funil de vidro, pipeta Pasteur, pipeta automática, suporte universal, garras metálicas e erlenmeyers de 125 mL.

## 2.2. MÉTODOS

### 2.2.1. PREPARO DO ADSORVENTE COM CASCA E SABUGO DO MILHO

Inicialmente lavou-se o sabugo e a casca do milho com água destilada, após a lavagem de ambos, o sabugo foi cortado em pedaços pequenos e encaminhado para o congelador por 24 horas. Em seguida, utilizou-se o liquidificador para triturar cada parte do adsorvente. Após esse processo, o sabugo e a casca foram encaminhados para a estufa a 60 °C por 24 horas.

### 2.2.2. PREPARO DA AMOSTRA

Para a amostra, foi pesado 0,2 g de corante e para o preparo da solução estoque de 4 g L<sup>-1</sup>. A partir da solução estoque, foi feita uma diluição de 50 mL de uma solução de 0,1 g L<sup>-1</sup> para a criação do espectro de absorção.

As concentrações dos padrões para espectro de absorção e curva analítica foram 1 mg L<sup>-1</sup>, 2 mg L<sup>-1</sup>, 3 mg L<sup>-1</sup>, 4 mg L<sup>-1</sup>, 5 mg L<sup>-1</sup> analisada no comprimento de onda de 480 nm. De acordo com a Figura 2.

### 2.2.3. TESTES

Adicionou-se 100 mL da solução de corante amarelo crepúsculo, em um béquer de 250 mL, previamente diluída para 0,4 g L<sup>-1</sup> por sua cor ser muito forte. Em seguida foram adicionados 1 g de sabugo e 1 g da casca. Logo após, levado para a agitação por 3 horas. Em seguida, realizou-se uma filtração simples, aguardou-se a separação. Os testes foram realizados em triplicata, nas mesmas condições de concentração, tempo e quantidade.

Utiliza-se o espectrofotômetro no intuito de testar a adsorção da casca e sabugo do milho in natura depois de devidamente tratado, a fim de avaliar sua eficácia como um adsorvente biodegradável. Para essa análise foi utilizada luz com comprimento de onda de 480 nm.

Foi desenvolvido um espectro de absorção para a solução de corante. Para uma comparação espectrofotométrica com as amostras triplicatas recém filtradas, com o objetivo de obter o valor de adsorção real do adsorvente.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. ANÁLISE EM ESPECTROFOTÔMETRO

Com as soluções padrões, foi realizado o espectro de absorção. A partir da absorbância obtida, foi construída a curva analítica, que será usada para comparação com os dados do adsorvente. O espectro de absorção do corante está apresentado na Figura 2 enquanto a curva analítica na Figura 3.

Figura 2. Espectro de absorção do corante amarelo crepúsculo

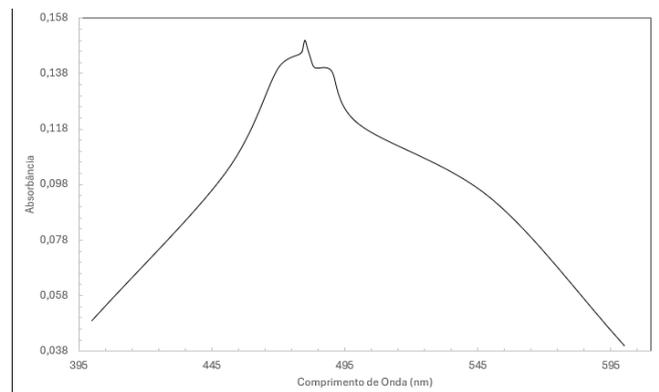
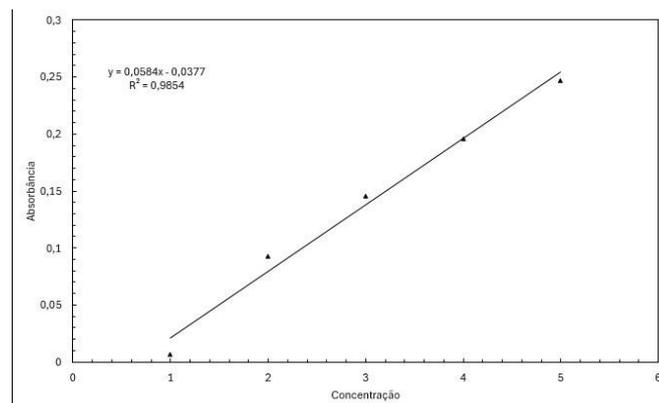


Figura 3. Curva analítica do corante amarelo crepúsculo



No entanto, devido à alteração de coloração durante o processo experimental, a análise direta não foi possível, interferindo na obtenção de uma curva comparativa sob as mesmas condições.

## 3.2. TESTES DE ADSORÇÃO

Nessa etapa, foram analisadas a adsorção da casca e do sabugo do milho. No entanto, após 3 horas de agitação ainda era notório a forte tonalidade do corante. Ainda após a filtração, o corante ainda era visivelmente perceptível na água. Como pode ser visto na Figura 4.

Figura 4. Sistema de filtração simples



### 3.3. ALTERAÇÃO NA COLORAÇÃO DA SOLUÇÃO COM A ADIÇÃO DO ADSORVENTE

Tornou-se evidente a diferença de coloração da solução de corante, ao se comparar a solução de

corante antes e depois de misturar com o adsorvente, como pode-se perceber nas Figuras 5 e 6:

Figura 5. Solução antes da adição do adsorvente



Figura 6. Solução após a passagem do adsorvente



### 3.4. ANÁLISE DO ADSORVENTE EM ÁGUA

De acordo com a visível alteração de cor do corante em relação ao adsorvente, surge a hipótese de que o adsorvente está liberando partículas na solução, assim, afetando os resultados. Com o intuito de identificar a possível interferência da casca e do sabugo, foi efetuado testes com cada parte do adsorvente. Os testes foram feitos em triplicata e nas mesmas condições de tempo, velocidade de agitação e quantidade. Em cada béquer, adicionou-se 100 mL de água e 1 g de cada parte do adsorvente. Sendo que, o béquer 3 continha 1 g de ambas as partes do adsorvente, como notado nas Figuras 7, 8 e 9:

Figura 7. Água e sabugo

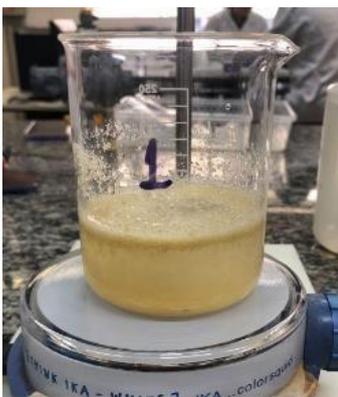


Figura 8. Água e casca

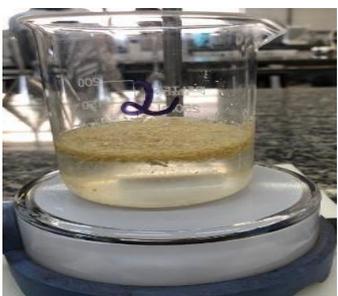
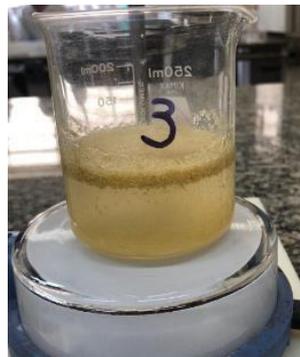


Figura 9. Água com sabugo e casca



Depois de três horas de agitação, foi feita uma filtração simples. Porém, era perceptível a coloração presente em todos os testes. Desta forma, resultando que ambas as partes do adsorvente estavam soltando partículas na solução e afetando os resultados.

Apesar da filtração simples, era explícita a existência de partículas nas soluções, provenientes dos adsorventes testados. Essas partículas impossibilitam a leitura e análise da absorbância no espectrofotômetro. Com isso, foi constatada a insuficiência do sabugo cozido e da cascas do milho como adsorvente no tratamento de efluentes contaminados com o corante amarelo crepúsculo. Como ainda visível nas Figuras 10, 11 e 12:

Figura 10. Água e sabugo



Figura 11. Água e casca



Figura 12. Água com sabugo e casca



### 3.5. CARVÃO ATIVADO

Com a confirmação a respeito da casca e do sabugo, foi proposta a utilização do carvão ativado, por se tratar de um adsorvente bastante utilizado no tratamento de efluentes contaminados. Assim comprovar que o corante amarelo crepúsculo era capaz de ser adsorvido da água. O carvão ativado é capaz de retirar cor, eliminar odor e mau gosto. Uma solução de 40 mL de corante de 10 mg L<sup>-1</sup> foi transferida para um filtro feito a partir de uma garrafa PET, contendo papel de filtro e 2 g carvão ativado, como mostrado na Figura 13:

Figura 13. Filtro de garrafa PET com carvão ativado



O carvão ativado obteve êxito em sua adsorção, resultando em uma água sem cor e sem odor. Como pode ser observado na Figura 14:

Figura 14. Água após passar pelo filtro



## 4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a casca e o sabugo cozido de milho ao entrar em contato com os efluentes contaminados com o corante amarelo crepúsculo, não houve uma mudança significativa no aspecto de adsorção. Além disso, os espectros de absorção no visível das amostras indicaram índice pouco significativo de absorção. Os espectros observados sugerem que a casca e sabugo do milho quando em contato com o corante amarelo crepúsculo soltam partículas e alterando sua coloração. Em geral, embora a casca e sabugo do milho tenham propriedades adsorptivas, os resultados obtidos indicam que não possui eficácia na remoção deles em efluentes contaminados.

### AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus pela força e pela sabedoria concedida ao longo dessa jornada. Aos nossos pais, por todo amor, apoio incondicional e por nos ensinarem o valor da dedicação. À nossa família, pela paciência e compreensão. Aos nossos orientadores, Fábio Rizzo Aguiar, Thaís Taciano e Aline Alves Ramos pela orientação precisa, incentivo e generosidade com o seu tempo. Aos professores que nos inspiraram e enriqueceram nossa trajetória acadêmica, deixamos nosso profundo reconhecimento. Aos nossos colegas agradecemos o comprometimento e companheirismo durante todo o processo de desenvolvimento deste trabalho. Cada um de vocês foi essencial para que enfrentássemos juntos os desafios, celebrássemos as conquistas e crescêssemos não apenas como acadêmicos, mas como pessoas, deixamos nossa mais sincera gratidão a infraestrutura e apoio fornecido pela Etec Irmã Agostina e seus funcionários.

### REFERÊNCIAS

- ATKINS, P. W. (2006). Physical chemistry. Oxford [etc]: Oxford University Press
- CASTRO, V. S. Remoção de corante amarelo crepúsculo utilizando casca de arroz tratada como adsorvente. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Campo Mourão, 2019.
- COULSON, J. M., & RICHARDSON, J. F. (2002). Chemical Engineering – Particle Technology and Separation Process, vol. 2.
- DOTTO, GL; PINTOR, AMA; RODRIGUES, LH Aproveitamento de resíduos agrícolas para remoção de corantes de soluções aquosas. Revista de Engenharia Química, v. 2, pág. 463-477, 2011.
- FÁVERO, D. M. ; RIBEIRO, C. S. G.; AQUINO, A. D. Sulfitos: importância na indústria alimentícia e seus possíveis malefícios a população. Segurança Alimentar e Nutricional, v. 18, n. 1, p. 20 de 11 de 2011.
- FERREIRA, JA Impactos ambientais causados pelo descarte inadequado de corantes industriais. Revista de Gestão Ambiental, v. 45, n. 3, pág. 233-240, 2013.

MOREIRA, S. de A. Adsorção de íons metálicos de efluente aquoso Usando bagaço do pedúnculo de caju: estudo de batelada e coluna De leito fixo. 2008. 133 f. Dissertação (Mestrado em Saneamento Ambiental) – Pós- graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2008.

ROMÃO, D.R., POTENCIAL DE FIBRAS DE RESÍDUO AGRÍCOLA: PALHA DE MILHO (ZEAMAYS L.) PARA A PRODUÇÃO DE CELULOSE, 2015.

RUTHVEN, D. M. Principles of Adsorption and Adsorption Process. New York: John Wiley & Sons, 1984.

SILVA, V.L., Inclusão de milho desintegrado com palha e sabugo em selagem de milho forrageiro, 2016.

WANGA, Y.; CHEN, M. Remoção de corantes de águas residuais por adsorção em casca de arroz modificada: estudos isotérmicos e cinéticos. Revista de Materiais Perigosos, v. 135, n. 1-3, pág.79-85, 2006. Revista de Materiais Perigosos, v. 135, n. 1-3, pág. 79-85, 2006.