

## ESTUDO DA RECUPERAÇÃO DE CORANTES UTILIZANDO CARVÃO ATIVO COM PREPARAÇÃO DIVERSIFICADA

**Bárbara Leticia Peroni** ([barbaraleticiaperoni@gmail.com](mailto:barbaraleticiaperoni@gmail.com))

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química

**Thayná Alves Coelho** ([thaynaalvesc@gmail.com](mailto:thaynaalvesc@gmail.com))

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química

**Thaynan Mandeli** ([thaynan.agostini@gmail.com](mailto:thaynan.agostini@gmail.com))

Aluno de graduação do curso de Engenharia Química

**Marcos Roberto Teixeira Halasz** ([halasz@fsjb.edu.br](mailto:halasz@fsjb.edu.br))

Professor de graduação do curso de Engenharia Química da FAACZ

### RESUMO

Atualmente a problemática ambiental do descarte de efluentes contendo corante sem tratamento cada vez mais aparece nos noticiários e sem falar que tais corantes são aplicados em vários setores da indústria como alimentícia, farmacêutica, têxtil e de papel, dando um caráter quase que universal no setor industrial. Nesse sentido uma alternativa para tais materiais é a transformação do rejeito poluidor em um novo material que possa ser aplicável no tratamento de efluentes industriais contendo corantes. É neste sentido que o presente trabalho tem como objetivo a utilização do mesocarpo de maracujá preparada por ativação térmica como adsorvente na remoção do corante azul de metileno em soluções aquosas. Os resultados obtidos mostram um grande potencial das biomassas para adsorção do corante apresentando-se como alternativas eficientes para o processo.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adsorção, mesocarpo de maracujá, azul de metileno, semente de mamão, serragem.

### 1 – INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas ambientais causadas pelas indústrias de alimentos e têxtil é o descarte de efluente com presença de corante que pode contaminar os rios e lagos. A contaminação de rios e lagos com estes corantes provoca poluição visual, restringem a passagem de radiação solar, diminuindo ou até inibindo fotossíntese, provocando alterações na biota aquática e causando toxicidade aguda e crônica no ecossistema aquático. Pois alguns corantes são persistentes e xenobióticos, e muitos deles ainda contêm metais pesados, assim se faz necessário tratar os efluentes antes dos descartes em rios e lagos (GUARATINI, ZANONI, 2000).

A propriedade fundamental dos corantes é a estabilidade de suas moléculas, sendo importante para a permanência das cores nos tecidos, alimentos e tem relação com a sua estrutura complexa e origem sintética. No entanto esses efluentes descartados são difíceis de remover esses resíduos de corantes (ALMEIDA, 2016). Como forma de atender as normas e legislações que surgiram com o intuito de proteger o meio ambiente, as empresas utilizam métodos de descoloração, que podem ser divididas em três categorias distintas, são elas os métodos: químicos, biológicos e físicos. Os métodos físicos, principalmente os adsorptivos, têm se mostrado bastante eficientes e capazes de competir economicamente com os químicos e biológicos (KUNZ, PERALTA-ZAMORA, 2001).

Segundo Castellan (1999) o processo de Adsorção é um Fenômeno conhecido desde o século XVIII, quando se observou que certa espécie de carvão retinha em seus poros grande quantidade de vapor d'água, o qual era liberado quando submetido ao aquecimento. O carvão ativado é um material que possui características ideais para a implementação em escala industrial, pois apresenta alta capacidade de adsorção, resistência de grandes variações de pH e baixa reatividade térmica (VASQUES, 2008). Na

remoção de corantes de efluentes industriais, o carvão ativado tem sido grande fonte de pesquisa, mas devido ao seu custo elevado foram utilizadas biomassas como material alternativo de baixo custo.

Neste trabalho utiliza-se um método para o processo de adsorção do corante azul de metileno por mesocarpo de maracujá. A adsorção se dá através de agitação em mesa agitadora (shaker) e centrifugação, empregando-se uma biomassa preparada por ativação térmica, conforme atingiu a melhor eficiência de remoção do corante.

## **2 – REFERENCIAL TEÓRICO**

### **2.1- CORANTES**

O processo de tingimento é um mercado que existe há milhares de anos e possui uma grande disponibilidade comercial de corantes. Tal processo é constituído por várias etapas que são escolhidas de acordo com algumas propriedades como características estruturais, considerações econômicas, disponibilidade do corante, natureza da fibra têxtil, entre outras (GUARATINI, ZANONI, 2000). A fixação dos corantes à fibra é feita em solução aquosa onde normalmente envolve 4 tipos de interações: ligações de Van der Waals, iônicas, covalentes e de hidrogênio.

Tais corantes são facilmente detectáveis a olho nu, mesmo em baixas concentrações. Uma pequena quantidade lançada em rios pode ocasionar demasiada mudança de coloração. Além disso, conforme Kunz e Peralta-Zamora (2001), estes compostos podem causar também alterações em ciclos biológicos prejudicando principalmente processos de fotossíntese.

### **2.2- TRATAMENTOS DE EFLUENTE COM CORANTE**

Corantes são solúveis em água, portanto, são pouco absorvidos, sendo eliminados do processo em fase aquosa. Portanto, há necessidade de tratar esse efluente, através de processos físico-químicos, biológicos ou oxidativos avançados. Atualmente, os principais métodos utilizados para o tratamento de efluentes contendo corantes são os processos físico-químicos, com coagulação, floculação e decantação, adsorção em carvão ativado e os processos biológicos, dentre qual os lodos ativados são os mais aplicados (KUNZ e PERALTA-ZAMORA, 2001).

#### **2.2.1- CARVÃO ATIVADO**

O carvão ativado é o carvão tratado para atingir propriedade adsorptiva por meio de um ambiente de baixo teor de oxigênio. É formado por uma malha interna de poros que estão interligados e que possui diferentes tamanhos. A porosidade é o parâmetro mais importante na qualificação do carvão ativado e o seu diâmetro está diretamente ligado à sua capacidade de adsorção (ROSA, 2008).

O processo de fabricação do carvão ativado possui duas etapas principais: a carbonização e a ativação. A carbonização é realização de um tratamento térmico, também conhecido como pirólise. Consiste na preparação do material com o intuito de remover componentes voláteis do precursor e obter um material com alto teor de carbono. Após a pirólise é realizado o processo de ativação, no qual o material carbonizado é submetido a reações secundárias visando o aumento da área superficial. A ativação possui dois tipos de processos que podem ser utilizados, a ativação química e a ativação física (SOARES, 2001).

A ativação química é feita através da atuação desidratante de substâncias, realizada antes do material ser carbonizado e posteriormente é feita a carbonização para remover os reagentes químicos para que a estrutura porosa do carvão ativado seja exposta. Já a ativação física consiste na gaseificação do carvão que contém oxigênio combinado, por exemplo o dióxido de carbono ou o vapor d'água (SOARES, 2011).

### 2.2.2- ADSORÇÃO

Adsorção é o processo pela qual alguns componentes de um líquido ou gás são absorvidos pela superfície de um sólido. Alguns fatores podem influenciar na adsorção sendo eles: concentração inicial do adsorvato, tamanho das partículas sólidas, temperatura, pH, entre outros (SCHILMMEL, 2008). É um processo que possui um ou mais adsorvatos e um adsorvente. A interação entre o adsorvato e adsorvente vai depender diretamente da área de interface livre exposta pelo adsorvente. Sendo assim, os sólidos adsorventes que apresentam longas superfícies específicas serão favorecidos, como os materiais porosos (ALMEIDA, 2016).

As moléculas podem aderir a superfície de um adsorvente por meio de duas maneiras diferentes que são a química e a física. A adsorção física, ou fisissorção, é um processo que possui uma fraca interação entre a superfície do sólido e as moléculas adsorvidas. É uma adsorção que acontece em baixas temperaturas e é um processo reversível, pois possui baixa energia de interação com a superfície e não apresenta energia de ativação. A fisissorção é lenta em materiais com poros muito pequenos, sendo assim, é limitado pela difusão do gás nos poros (SCHMAL, 2010). Já a adsorção química, ou quimissorção, possui alto grau de interação entre a superfície do sólido e as moléculas do gás. A quimissorção é irreversível e realiza-se em temperaturas maiores que às de condensação dos gases. É uma adsorção que necessita de um longo intervalo de tempo para que o equilíbrio seja atingido, podendo ser de dois tipos: a ativada, onde a taxa de adsorção varia com a temperatura, com uma energia de ativação própria, e a não ativada, que ocorre rapidamente indicando uma energia de ativação praticamente nula (SCHMAL, 2010).

### 2.3- BIOMASSA COMO ADSORVENTE

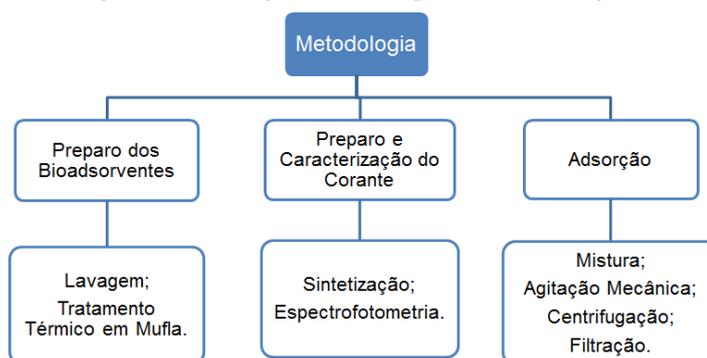
A biomassa residual é um produto natural, renovável, biodegradável e possui capacidade adsorvente por poluente, sejam compostos orgânicos ou metais (YMAMURA e YMAMURA., 2005). As biomassas quando usadas como materiais adsorventes em processos de adsorção podem ser chamadas de bioadsorventes e o processo de bioadsorção (FREITAG, 2013).

Segundo Vaghetti (2009) a utilização dos bioadsorventes possuem vantagens como baixo custo pois são oriundos de sobras de processos produtivos ou estão disponíveis em grandes quantidades na natureza, além de serem recursos renováveis e não necessitarem de grandes tratamentos durante a preparação. Os bioadsorventes são preparados através de tratamentos físicos de baixo custo que se constitui de lavagem, secagem, trituração e peneiração, que podem ser utilizados todos ou alguns desses tratamentos e após é produzido o material para ser empregado como adsorvente (VAGHETTI, 2009).

## 3 – METODOLOGIA DO TRABALHO

A metodologia adotada para alcançar os objetivos propostos foi dividida em etapas, conforme apresentado na Figura 01.

**Figura 01:** Fluxograma das etapas da metodologia adotada.



Fonte: Autor Próprio, 2019.

### 3.1- PREPARO DOS BIOADSORVENTES

As biomassas vegetais utilizadas foram o mesocarpo do maracujá, semente de mamão e pó de serra. As frutas foram obtidas no mercado local e o pó de serra foi obtido em uma serralheria local. Então o mesocarpo do maracujá foi removido, dividido e lavado com água destilada, o mesmo foi feito com as sementes de mamão. Em seguida, as biomassas passaram por um tratamento térmico em mufla (GP Científica) a 400°C durante 20 minutos de acordo com Nunes *et. al.* (2014).

### 3.2- PREPARO E CARACTERIZAÇÃO DO CORANTE

A solução aquosa do corante azul de metileno foi sintetizada no laboratório, nas concentrações de 3, 6 e 12 mg/L, utilizadas durante o processo de adsorção. A caracterização da solução foi feita através da técnica de espectrofotometria de absorção na região do UV-Vis, para a determinação da concentração de corante na solução, na forma de absorbância, no comprimento de onda do corante azul de metileno, equivalente a 660 nm (MORITA, ASSUMPÇÃO, 2007).

### 3.3- ADSORÇÃO

O método de adsorção utilizado, consistiu na mistura da biomassa/solução nas razões 0,01 e 0,02 sob agitação mecânica em shaker, a 150 rpm, durante 15 e 30 minutos para cada concentração de Azul de Metileno. Em seguida, centrifugou-se a solução a 3400 rpm, durante 15 minutos como apresentado na tabela 1. A eficiência de remoção será determinada, com a leitura de diferença de absorbância obtidas na espectrofotometria (SILVA, ALMEIDA, RODRIGUES, 2016).

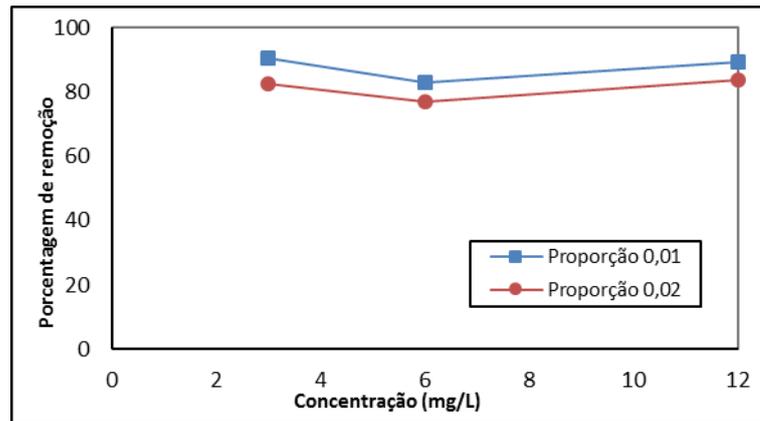
**Tabela 1:** Parâmetros do processo de adsorção.

CONCENTRAÇÃO DO AZUL DE METILENO (mg/L)	PROPORÇÃO (biomassa/solução)	TEMPO DE AGITAÇÃO MECÂNICA (min)	TEMPO DE CENTRIFUGAÇÃO (min)
3	0,01	15	15
3	0,02	15	15
3	0,01	30	15
3	0,02	30	15
6	0,01	15	15
6	0,02	15	15
6	0,01	30	15
6	0,02	30	15
12	0,01	15	15
12	0,02	15	15
12	0,01	30	15
12	0,02	30	15

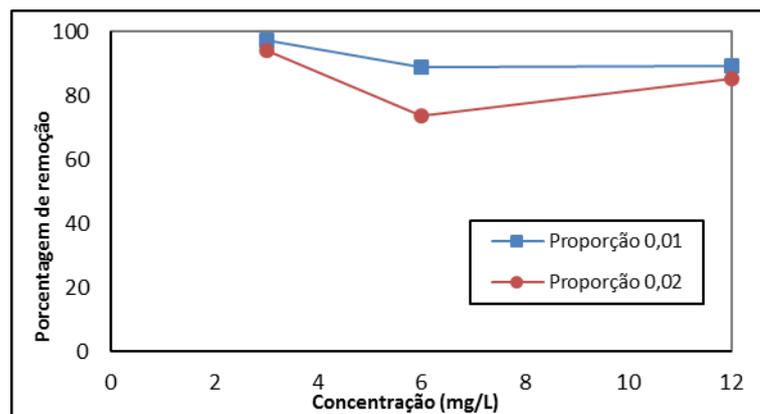
Fonte: Autor Próprio, 2019.

## 4 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

O carvão de mesocarpo de maracujá foi obtido após passar pelo tratamento térmico em mufla a 400°C durante 20 minutos e triturado. Após a filtração, a solução apresentou uma cor amarelada própria da biomassa do maracujá. O procedimento foi realizado em triplicata e está apresentado os percentuais de remoção nos gráficos 01 e 02.



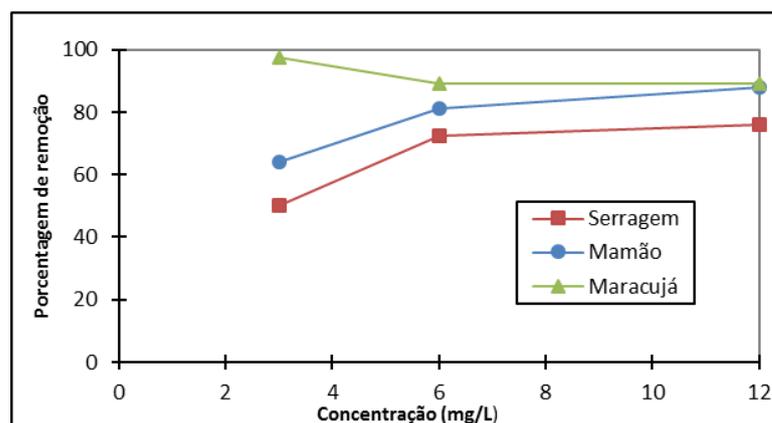
**Gráfico 01:** Percentual de remoção do azul de metileno com 15 minutos de agitação (Fonte: Autor Próprio).



**Gráfico 02:** Percentual de remoção do azul de metileno com 30 minutos de agitação (Fonte: Autor Próprio).

Pode-se observar que para o carvão obtido a partir da biomassa de maracujá mostra ser um bom adsorvente e os melhores parâmetros foi de 30 minutos de agitação com proporção (biomassa e solução) de 0,01 para todas as concentrações. Segundo Vijayaraghavan e Yun (2008), o aumento da quantidade de adsorvente, geralmente resulta em uma maior quantidade de soluto adsorvido, pelo fato de disponibilizar um maior número de sítios ativos na superfície adsorvente. Porém, percebe-se que o tempo de agitação influencia mais do que a quantidade de sítios ativos, visto que com o aumento da quantidade de adsorvente aumentou a liberação da cor amarela.

Com os parâmetros que se obteve a melhor remoção do corante de 3 mg/L, 6 mg/L e 12 mg/L com o mesocarpo do maracujá, foi realizado o mesmo processo com a semente de mamão e a serragem, onde os resultados obtidos estão disposta no gráfico 03 é possível comparar o comportamento de remoção do corante frente ao carvão obtido da biomassa de serragem, semente de mamão e mesocarpo de maracujá.



**Gráfico 03:** Percentual de remoção do azul de metileno com os melhores parâmetros (Fonte: Autor Próprio).

A partir dos valores de porcentagem de remoção nota-se que a serragem e a semente de mamão também são bons materiais adsorvente, mas os mesmos também apresentaram uma coloração que é própria da biomassa utilizada. E ambos tiveram a porcentagem de remoção inferior ao do maracujá, porém com o aumento da concentração do corante há uma diminuição da adsorção do carvão obtido a partir do maracujá. Já para as outras duas biomassas tem-se um comportamento diferente, em que a concentração é diretamente proporcional a porcentagem de remoção.

## 5 – CONCLUSÃO

No presente trabalho, avaliou-se o potencial do mesocarpo do maracujá na remoção de corante azul de metileno em solução aquosa por meio da adsorção, em termos de análise de concentração. A biomassa pirolisada é uma alternativa para o processo de adsorção, mostrando-se eficiente como material adsorvente de baixo custo na remoção do corante, apresentando uma remoção de 97,323%, 84,331% e 89,179% do corante de 3 mg/L, 6 mg/L e 12 mg/L, respectivamente, quando usado uma proporção de 0,01 e 30 minutos de agitação.

Pôde-se observar que o carvão proveniente da biomassa de maracujá apresentou uma melhor adsorção do que a serragem e a semente de mamão utilizando os mesmos métodos de preparação e análise. Porém o carvão ativado do mesocarpo de maracujá é bastante eficaz na remoção do corante em baixas concentrações, mas a eficiência diminui quando há o aumento da concentração. O oposto ocorre com o carvão ativado da serragem e da semente de mamão, onde a eficiência da remoção aumenta com o aumento da concentração.

## 6 – REFERÊNCIAS

1. ALMEIDA, T. S. Remoção de azul de metileno utilizando um compósito magnético. 2016. 80 f. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Materiais) – Instituto Militar de Engenharia, Curso de Mestrado em Ciência dos Materiais, Rio de Janeiro, 2016.
2. CASTELAN, G. Fundamentos de Físico-Química. Editora LTC. Rio de Janeiro, 1999.
3. FREITAG, J. Adsorção do corante azul de metileno na rama de mandioca (manihot esculenta crantz). 2013. 41 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Monografia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Toledo.
4. GUARATINI, C. C. I. ZANONI, M. V. B. Corantes têxteis. Química nova. Araraquara – SP. 2000. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/qn/v23n1/2146.pdf>>. Acesso em: 17 de jun. 2019.
5. KUNZ, A. PERALTA-ZAMORA, P. Novas tendências no tratamento de efluentes têxteis. Química nova. Curitiba – PR. 2001. Disponível em: <[http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol25No1\\_78\\_13.pdf](http://quimicanova.sbq.org.br/imagebank/pdf/Vol25No1_78_13.pdf)>. Acesso em: 17 de jun. 2019.
6. MORITA, T.; ASSUMPÇÃO, R. M. V. Manual de soluções, reagentes e solventes: padronização, preparação, purificação com indicadores de segurança e de descarte de produtos químicos. São Paulo: Editora Blucher, 2007.
7. NUNES, D. D. A., REZENDE, J. C. T., REIS, E. N. dos, JESUS, E. de, SILVA, A. S., PAGANO, R. L. Uso de mesocarpo de maracujá como biossorvente de Cr(VI). Florianópolis, 2014. XX Congresso Brasileiro de Engenharia Química, 2014.

8. ROSA, I. D. A. Remoção de herbicidas diuron e hexazinona de água superficial no tratamento em ciclo completo com adsorção em carvão ativado granular. 2008. 109f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Ambiental) – Universidade de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto.
9. SCHILMMEL, D. Adsorção dos corantes reativos azul 5G e azul turquesa QG em carvão ativado comercial. 2008. 99f. Dissertação (Mestre em Engenharia Química). Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE), Toledo – PR, 2008.
10. SCHMAL, M. Cinética e Reatores: aplicação na engenharia química. Engenho de Dentro: Synergia, 2010. 572 p.
11. SOARES, A. G. Adsorção de gases em carvão ativado de celulignina. 2001. 136p. Tese (doutorado) - Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Física Gleb Wataghin, Campinas, SP.
12. VAGHETTI, J. C. P.; Utilização de biossorventes para remediação de efluentes aquosos contaminados com íons metálicos. 2009, 99f. Tese (Doutorado em Química). Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Rio grande do Sul, Porto Alegre, 2009.
13. VASQUES, A. R. Caracterização e Aplicação de Adsorvente para Remoção de Corantes de Efluentes Têxteis em Batelada e Colunas de Leito Fixo. Universidade Federal de Santa Catarina, Dissertação de Mestrado: Florianópolis: 2008.
14. VIJAYARAGHAVAN, K.; YUN, Y. *Biotechnol. Adv.*, v. 26, p. 266–291, 2008.
15. YMAMURA, A. G. P.; YMAMURA, M. Estudo da cinética e das isotermas de adsorção de u pelo bagaço de cana-de-açúcar. International Nuclear Atlantic Conference. São Paulo, 2005.