

Eixo Temático - ET-09-018 - Biologia Aplicada

## PLANEJAMENTO FATORIAL PARA O ESTUDO DE REMOÇÃO DO CORANTE REMAZOL BLACK B USANDO A MACAMBIRA *Bromelia laciniosa* COMO BIORSORVENTE

Luana Beatriz Correia de Oliveira<sup>1</sup>, Anastássia Mariáh Nunes de Oliveira Lima<sup>2</sup>,  
Rayanne Gleyce Oliveira dos Santos<sup>3</sup>, Léa Elias Mendes Carneiro Zaidan<sup>3</sup>,  
Andressa Nathally Rocha Leal<sup>1</sup>, Diego Santa Clara Marques<sup>2</sup>,  
Amanda Maria da Silva<sup>2</sup>, Laís Ludmila de Albuquerque Nerys<sup>2</sup>,  
Iranildo José da Cruz Filho<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Engenharia Química.

<sup>2</sup>Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Departamento de Antibióticos, PE.

<sup>3</sup>Faculdade Frassinetti do Recife (FAFIRE), Centro de Ciências Biológicas, PE.

### RESUMO

O desenvolvimento industrial aumenta a geração de efluentes corados dispostos em corpos d'água. A existência de corantes dissolvidos aparenta ser apenas um problema visual, mas que se encerra em um efluente complexo, recalcitrante e de difícil tratamento. Nesse contexto, destaca-se a importância da busca de novos materiais adsorventes capazes de promover a separação dos compostos corantes em um efluente industrial. A preocupação com o meio ambiente exige o consumo responsável de materiais orgânicos e sintéticos, bem como a preservação de recursos para as futuras gerações. Dessa maneira, a remoção de corantes utilizando biomassa se sobrepõe entre as demais técnicas por apresentar baixo custo operacional e alta eficiência. Assim, esse trabalho teve como objetivo estudar os fatores que influenciam na adsorção do corante Remazol Black B através de um planejamento fatorial. Onde 11 ensaios de remoção foram realizados utilizando a Macambira como material biossorvente, modificando-se as variáveis: a quantidade de biomassa (1,0, 2,0, 3,0g), o pH (2, 5 e 8) do efluente e a concentração do corante (10, 30 e 50 mg/L). Cada ensaio foi utilizado 100mL da mistura mantida a 30 °C, por 24h, 150 rpm. Os melhores ensaios para a remoção do corante Remazol Black B, respectivamente, foram obtido nas seguintes condições: pH=2; 1,0g de biomassa e 10mg.L<sup>-1</sup> e 50mg.L<sup>-1</sup> de concentração inicial do corante, obtendo-se, respectivamente, percentual de remoção de 71,1 e 68,9% indicando que o uso da biomassa é uma alternativa eficaz para tratamento de efluentes contaminados.

**Palavras-chave:** Planejamento Fatorial; Biossorção; Macambira (*Bromelia laciniosa*); Corantes.

### INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da indústria têxtil tem aumentado a geração de efluentes dispostos em corpos d'água. Esse tipo de efluente são altamente coloridos e o despejo desses resíduos em corpos hídricos causam danos drásticos ao meio ambiente. De fato, eles podem afetar significativamente a atividade fotossintética além de ser tóxico para a vida aquática devido a presença de metais e cloretos. A maior parte dos efluentes gerados durante o processo de tingimento são considerados perigosos e tóxicos para

alguns organismos e podem causar destruição direta a criaturas aquáticas (REGTI et al., 2017).

Os problemas causados pelos rejeitos têxteis abrem possibilidade para estudos e projetos de métodos mais eficientes de remoção e degradação de corantes nos efluentes. Assim vários processos de tratamento vêm sendo observados como alternativa para esse fim, como processos oxidativos avançados (POA), osmose reversa, fotoquimiodegradação, bioissorção e nanofiltração (GOPINATHAN et al., 2017). Porém, Muitas das pesquisas que estão sendo elaboradas usam como adsorvente biomassa morta, por causa do baixo valor que agrega ao processo (AKSU et al., 2005; CARDOSO et al., 2011; SAMARGHANDY et al., 2011; VIEIRA et al., 2009).

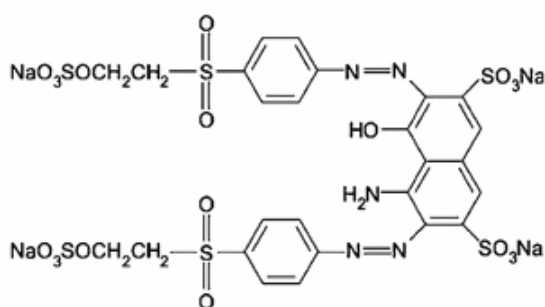
Pesquisas recentes vêm sendo desenvolvidos com diversos tipos de biomassa para fins de adsorção de corantes incluindo carvão ativado oriundo de osso de boi, serragem e outros biomateriais (GOMES, 2015; LUNARDI, 2014; SANTOS, 2017). Uma biomassa encontrada na caatinga da Bahia ao Piauí é a Macambira *Bromelia laciniosa*, alguns estudos se propõem desde caracterizar a fibra da macambira até analisar a atividade microbiana desta com o propósito de encontrar uma finalidade para essa Bromeliáceas (CRUZ, 2017; PIMENTEL, 2012).

Diante do exposto, o trabalho tem como objetivo realizar o planejamento fatorial para a remoção do corante Remazol Black B utilizando a Macambira (*Bromelia laciniosa*) como bioissorvente. Para isso, foram analisados três fatores: concentração da solução do corante Remazol Black B (10, 30 e 50 mg/L), pH (1,0, 2,0, 3,0g) da solução e massa de bioissorvente (1,0, 2,0, 3,0g).

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Corante

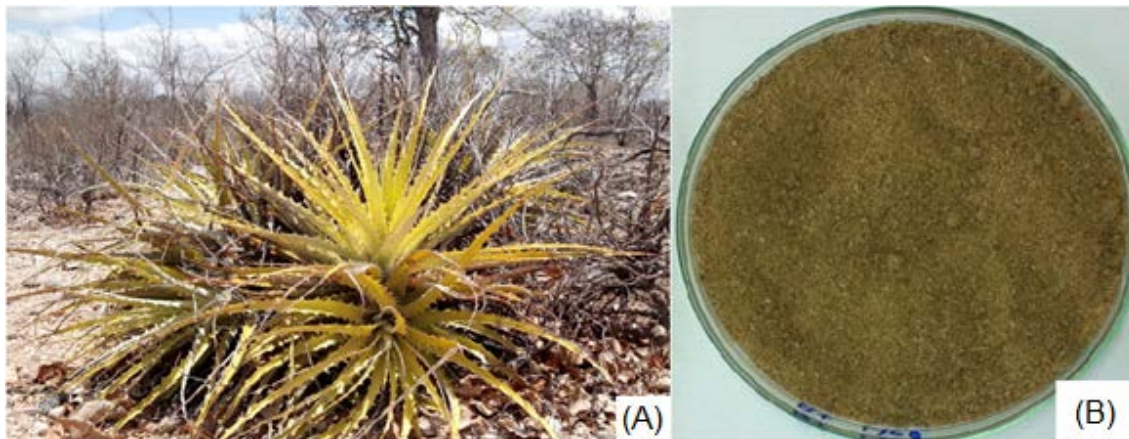
O corante utilizado foi o Remazol Black B (RBB) (Figura 1), cuja massa e a forma molecular são  $991,816117 \text{ g}\cdot\text{mol}^{-1}$  e  $\text{C}_{26}\text{H}_{21}\text{N}_5\text{Na}_4\text{O}_{19}\text{S}_6$ , respectivamente. Apresenta comprimento de onda máximo de absorção na faixa de 597 nm (Al-Degs, 2000).



**Figura 1.** Estrutura molecular do corante Remazol Black B.

### Bioissorvente: Macambira *Bromelia laciniosa*

A macambira (Figura 2) utilizada neste trabalho foi coletada em Serra Talhada, Pernambuco. Parte da macambira coletada foi destinada a produção da exsicata, identificação botânica e depósito em herbário sob numeração 8812. A outra parte foi cortada em pedaços, lavada e posta para secar a  $75^\circ\text{C}$ . Em seguida triturada em moinho de faca, tamisada em peneiras de Tyler (1,43 mm), armazenada em saco plástico vedado e mantida na temperatura ambiente.



**Figura 2.** (A) Macambira *in natura* Fonte: <https://m.noticias.ne10.uol.com.br/interior/sertao/noticia/2014/12/16/mulher-de-104-anos-revela-segredo-da-longevidade-no-sertao-nordestino-524549.php>. (B) Macambira moída. Fonte: Própria autora.

### Curva analítica

Para verificar o comportamento da absorvância em função da concentração do RBB, foram preparadas amostras do corante nas concentrações de 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45 e 50 mg·L<sup>-1</sup> a partir da diluição de uma solução de 100 mg L<sup>-1</sup>. Uma alíquota de cada uma destas foi lida no espectrofotômetro no comprimento de onda de 597 nm para que a absorvância encontrada fosse relacionada com a concentração da amostra. A curva analítica tem como base a equação 1, que é Lei de Lambert-Beer (ATKINS et al, 2008).

$$A = \epsilon bC \text{ (equação 1)}$$

Onde:

A= absorvância;  $\epsilon$ = absorvidade molar (mL·(mg·cm)<sup>-1</sup>); b= caminho ótico (cm); C= concentração da solução

### Planejamento fatorial

A análise do efeito da concentração, pH e quantidade de biomassa (Macambira) na biossorção do corante foi feita usando o método de Planejamento Fatorial 2<sup>3</sup>, totalizando 11 experimentos com três pontos centrais.

A porcentagem de remoção do corante foi a resposta da análise dos efeitos das variáveis mencionadas anteriormente. As amostras do biossorvente usado para os ensaios foram pesadas na balança analítica. Os ensaios foram realizados em mesa agitadora num período de tempo de 24 h. As soluções foram ajustadas com NaOH e/ou HCl 3,0 M até obter-se o pH desejado. Depois, alíquotas foram retiradas, colocados em uma centrífuga com rotação de 10000 rpm durante 7 minutos e, posteriormente filtradas numa membrana de 0,45  $\mu$ m de porosidade.

Para quantificar a concentração do corante, foi usado o espectrofotômetro Hewlett-Packard, modelo 8453, pertencente ao Departamento de Antibióticos da UFPE com detector UV/Vis a 597 nm para o Remazol Black B. O volume da amostra lida será de 4 mL e será usada um cubeta de quartzo para evitar a perda da radiação emitida pelo instrumento. Com o valor da absorvância da amostra, usa-se a curva analítica elaborada para encontrar a concentração após o processo biossortivo.

Todos os ensaios realizados seguiram a matriz fatorial mostradas pelas Tabelas 1 e 2.

**Tabela 1.** Matriz fatorial  $2^3$  decodificada

Níveis decodificados	pH	Concentração de Bioissorvente (g)	Concentração do Corante ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )
-1	2,0	1,0	10
0	5,0	2,0	30
+1	8,0	3,0	50

**Tabela 2.** Matriz fatorial  $2^3$  codificada

Ensaio	pH	Concentração de Bioissorvente	Concentração de Corante
1	+	+	+
2	+	-	+
3	+	+	-
4	0	0	0
5	0	0	0
6	0	0	0
7	+	-	-
8	-	+	+
9	-	-	+
10	-	+	-
11	-	-	-

A eficiência de bioissorção foi calculada usando-se a Equação 2:

$$E = \frac{(C_i - C_f)}{C_i} \cdot 100 \quad (\text{Equação 2})$$

E é a eficiência de bioissorção (%),

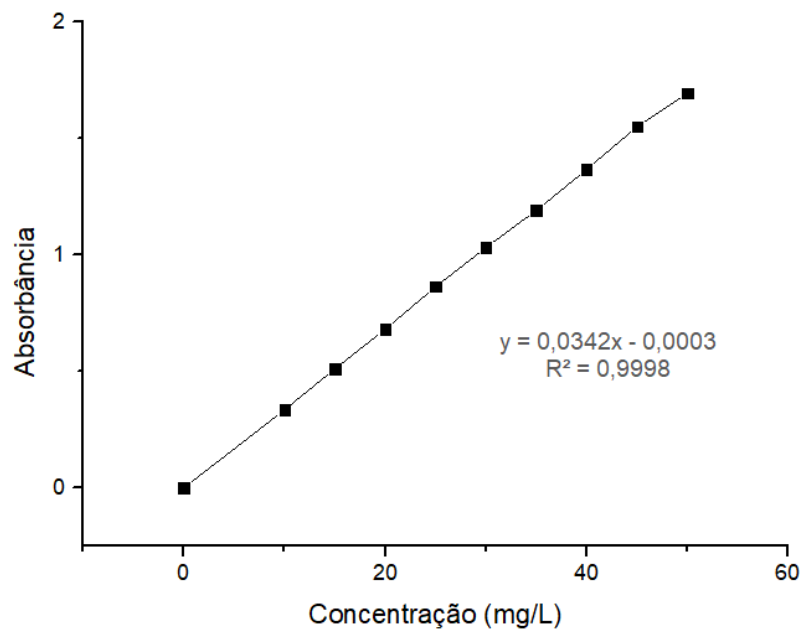
$C_i$  é a concentração inicial do remazol black ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )

$C_f$  é a concentração final do remazol black no tempo t ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Curva analítica do corante RBB

A curva analítica é essencial para avaliar os resultados obtidos nas isotermas e o percentual de remoção do RBB, uma vez que se pode descobrir dados experimentais essenciais, como: absorvidade molar. As medidas espectrofotométricas do Remazol Black B obtidas no comprimento de onda de 597 nm estão representadas na Figura 3. Como se observa a curva de calibração apresentou boa linearidade, obtendo-se  $R^2 = 0,9998$ . Dessa maneira, pode-se utilizar a equação da reta,  $y = 0,0342x - 0,0003$ , onde y é a absorbância e x é a concentração da solução, para quantificar as concentrações do corante Remazol Black B nos experimentos de adsorção.



**Figura 1.** Curva analítica para o corante remazol black

### Planejamento Fatorial

Os resultados obtidos no processo de remoção do corante Remazol Black B estão apresentados na Tabela 3 e foram analisados estatisticamente mediante o planejamento experimental, por meio do software Statistica. No planejamento em questão, adotou-se um nível de significância de 95%, ou seja, foram considerados significativos os parâmetros com valores de  $p < 0,05$ . Para descobrir a quantidade de corante presente na solução após o tempo estipulado e percentual de remoção do corante, foram utilizadas, respectivamente, os dados da curva analítica elaborada e a equação 2.

**Tabela 3.** Matriz do planejamento experimental fatorial com os resultados do percentual de remoção obtidos durante o processo.

Ensaio	pH	Biossorvente (g)	Concentração ( $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ )	Remoção do remazol black (%)
1	2	1	10	71,1
2	2	3	10	33,2
3	8	1	10	25,2
4	8	3	10	9,0
5	2	1	50	68,9
6	2	3	50	48,0
7	8	1	50	5,7
8	8	3	50	14,3
9	5	2	30	4,8
10	5	2	30	4,5
11	5	2	30	4,7

Analisando a Tabela 3, observa-se que os maiores valores para o percentual de remoção do Remazol Black foram de 71,1 e de 68,9% que se deram no experimento 1 e 5. No entanto, obteve-se os menores valores de remoção nos experimentos 9, 10 e 11, que são os pontos centrais do planejamento experimental. Nota-se também que os pontos centrais apresentaram uma pequena variação da porcentagem, o que indica uma boa reprodutibilidade do processo (BARROS NETO *et al.*,1996). A partir da tabela 3, nota-se que as melhores condições para o processo biossortivo são quando o pH é igual a 2 e a massa do biossorvente é 1 g, pois foi nessas condições que se obteve os maiores percentuais de remoção.

Em Cardoso *et al.* (2011) notou-se que a diminuição do pH acarretou a um aumento da remoção do Remazol Black usando a casca do pinheiro como adsorvente, levando o percentual de remoção do corante a 97%. O mesmo ocorreu em Samarghandy *et al.* (2011), Aksu *et al.* (2005) e Vieira *et al.* (2009), que utilizaram, respectivamente, casca de batata, alga verde e extrato de babaçu como biossorvente. Com isso, observa-se que o pH é um fator de relevante importância na área de adsorção de corante.

Os pHs mais ácidos favorecem o processo biossortivo de corantes, porque este é influenciado pela ionização da molécula do corante e pela carga superficial do biossorvente usado. A variação do pH faz com que a superfície do biossorvente fique positivamente carregada, assim favorecendo a interação com as moléculas de corante com carga negativa e, conseqüentemente, favorecerá a biossorção (MALARVIZHI, 2010).

A molécula de Remazol Black possui alguns grupos funcionais que são passíveis de protonação, e isso ocorre por causa da diminuição do pH. Entretanto, o grupo sulfônico presente em sua estrutura permanece na forma aniônica por causa do seu baixo pKa. O fato da carga superficial da molécula do biossorvente ser positiva e a molécula do corante possuir grupamentos negativamente carregados sugere que a biossorção ocorra por essa via, por essa interação (MALARVIZHI, 2010).

O aumento do pH pode acarretar na diminuição dos sítios protonados presentes na superfície do biossorvente, fazendo com que haja a diminuição da capacidade adsorptiva do material por causa da repulsão de cargas, o que se observou no experimento quando o pH era 5 ou 8.

## CONCLUSÃO

Concluiu-se através desse trabalho que o pH interferiu no processo biossortivo, sendo que a melhor condição para se ter o maior percentual de remoção do corante Remazol Black B deram-se no experimento 1 e 5 com 71,1 e de 68,9%, respectivamente. Portanto, o pH mais ácidos faz com que a superfície do biossorvente fique positivamente carregada, favorecendo, dessa maneira, a interação com as cargas negativas do corante.

## REFERÊNCIAS

AKSU, Z.; TEZER, S. Biosorption of reactive dyes on the green alga *Chlorella vulgaris*. **Process Biochem.** v. 40, p.1347–1361, 2005.

BARROS NETO, B.; SCARMINIO, I. S.; BRUNS, R. E. **Como fazer experimentos: pesquisa e desenvolvimento na ciência e na indústria.** 4. ed. Campinas: UNICAMP, 2007. (Coleção Livros-Textos, v. 1).

CARDOSO, N. F.; PINTO, R. B.; LIMA, E. C.; CALVETE, T.; AMAVISCA, C. V.; ROYER, B.; CUNHA, M. L.; FERNANDES, T. H. M.; PINTO, I. S. Removal of remazol black B textile dye from aqueous solution by adsorption. **Desalination**, v. 269, p. 92-103, 2011.

CHIMENDES, D. P. S. **Biossorção de Remazol Black por Biomassa Mista de Casca de Laranja e *Aspergillus niger***: Estudo Cinético e de Equilíbrio. Recife: Universidade Federal de Pernambuco, 2017. (Relatório de estágio).

CRUZ, M. P. **Estudo fitoquímico e avaliação da atividade antimicrobiana de *Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult. f. (BROMELIACEAE)**. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Recursos Naturais do Semiárido, Universidade Federal do Vale do São Francisco, Petrolina, 2017.

GOMES, J. N. **Estudo da adsorção de corantes por meio do carvão ativado de osso de boi**. Trabalho de conclusão de curso, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás, Anápolis, 2015.

GOPINATHAN, R.; BHOWAL, A.; GARLAPATI, C. Thermodynamic study of some basic dyes adsorption from aqueous solutions on activated carbon and new correlations. **J. Chem. Thermodynamics**, v. 107, n. 2, p. 182-188, 2017.

LUNARDI, L. M. **Remoção de corantes têxteis por adsorção com pó de serragem de *Pinus sp.*** Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2014.

MALARVIZHI, R.; HO, Y. S. The influence of pH and the structure of the dye molecules on adsorption isotherm modeling using activated carbon. **Desalination**, v. 264, p. 97-101, 2010.

PIMENTEL, J. R. M. **Caracterização e análise das propriedades da fibra da macambira (*Bromelia laciniosa*)**. Dissertação de mestrado, Curso de pós-graduação em Engenharia mecânica, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2012.

REGTI, A. et al. Use of response factorial design for process optimization of basic dye adsorption onto activated carbon derived from *Persea* species. **Microchemical Journal**, v. 130, p. 129-136, 2017.

SAMARGHANDY, M. R.; HOSEINZADE, E.; TAGHAVI, M.; HOSEINZADEH, S. Biosorption of reactive black 5 from aqueous solution using acid-treated biomass from potato peel waste. **Bioresources**, v. 6, p. 4840-4855, 2011.

SANTOS, V. S. **Emprego do alginato na adsorção de corantes industriais**. Trabalho de Conclusão de curso, Universidade Federal de São João del-Rei, São João del-Rei, 2017.

VIEIRA, A. P.; SANTANA, S.A.A.; BEZERRA, C.W.B.; SILVA, H.A.S.; CHAVES, J.A.P.; MELO, J.C.P.; SILVA FILHO, E.C.; AIROLDI, C. Kinetics and thermodynamics of textile dye adsorption from aqueous solutions using babassu coconut mesocarp. **Journal of Hazardous Materials**, v. 166, p.1272–1278, 2009.