

ADSORÇÃO DE CORANTE CATIÔNICO UTILIZANDO RESÍDUO DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA

B.D. ZORZI¹, E.R. ECHEVARRIA¹, E.G. OLIVEIRA² e G.S. ROSA¹

¹ Universidade Federal do Pampa, Engenharia Química

² Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos

E-mail para contato: babizorzi20@gmail.com

RESUMO – Este trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de utilização do bagaço de malte como adsorvente na remoção do corante azul de metileno em soluções aquosas. Para isso, foram realizados ensaios de adsorção com o bagaço do malte em duas condições: *in natura* e seco. A amostra seca foi obtida através de secagem em estufa a 40 °C por 24 h. As amostras foram previamente moídas em moinho de hélices por 15 s. Para a obtenção das isotermas de adsorção foram preparadas as soluções do corante azul de metileno em 6 diferentes concentrações. Os resultados demonstraram que o bagaço de malte *in natura* e seco capacidade máxima de adsorção de 35,08 mg. g⁻¹ e 12,80 mg. g⁻¹ respectivamente,

1. INTRODUÇÃO

A busca por energias renováveis e limpas tem sido exigida atualmente devido a demanda energética e aos problemas ambientais causados pelo aumento da população e suas buscas tecnológicas.

O Brasil vem se destacando no que diz respeito a produção de etanol de cana-de açúcar e no aproveitamento de resíduos e efluentes de processos (BARBOSA, 2010). A utilização de biomassas se enquadra no conceito de desenvolvimento sustentável, além de reduzir custos e não agredir o meio ambiente (CORDEIRO, 2011). Resíduos sólidos da agroindústria, como o bagaço da cana de açúcar, mesocarpo de coco e serragens de madeira, estão disponíveis em grande quantidade e podem ser considerados adsorventes em potencial devido ao seu baixo custo por não receber nenhum tratamento prévio e por suas características físico-químicas (MATOS *et al.*, 2013).

A definição de malte cervejeiro, segundo Brasil (1977), é o produto resultante da germinação forçada e controlada, sob condições especiais de umidade e temperatura, da cevada *Hordeum* sp. O bagaço do malte é um dos resíduos resultantes da produção cervejeira que de acordo com Ferrari (2008) provem da filtração do mosto após a caldeira de mistura e antes da fervura, é constituído basicamente de resto de cascas e polpa do malte além, dos grãos do adjunto (arroz, milho ou trigo).

A adsorção é uma operação unitária comumente utilizada para separar sólido-líquido, podendo se mostrar eficiente e de baixo custo, através do emprego de diferentes adsorventes (OLIVEIRA *et al.*, 2014). Piffer *et al.* (2015) estudaram a dessorção de corante têxtil adsorvido em bagaço de malte a fim de avaliar a eficiência do processo e Zanette *et al.* (2015) relataram

a adsorção do corante azul 5G utilizando o bagaço de malte, verificando a influência da velocidade de agitação no processo

O presente trabalho teve como objetivo avaliar a capacidade de utilização do bagaço de malte como adsorvente na remoção do corante azul de metileno em soluções aquosas.

2. MATERIAIS E METODOS

Para a realização deste trabalho foi utilizado bagaço de malte, cedido por uma micro cervejaria da cidade de Porto Alegre - RS. O material foi armazenado em embalagens plásticas e mantido sob congelamento à -18 °C até a realização dos experimentos. O descongelamento foi realizado sob refrigeração (4 °C) por 24 h antes do início das análises. As análises foram executadas no Laboratório de Engenharia Química da Universidade Federal do Pampa.

Foram realizados ensaios de adsorção com o bagaço do malte em duas condições: *in natura* e seco. A amostra seca foi obtida através de secagem em estufa a 40 °C por 24 h. As amostras foram previamente moídas em moinho de hélices por 15s. Utilizou-se uma curva de calibração do corante azul de metileno para a determinação da concentração do corante remanescente após o processo de adsorção.

Para a obtenção das isotermas de equilíbrio foram preparadas as soluções do corante azul de metileno nas concentrações 25 mg. L⁻¹, 50 mg. L⁻¹, 75 mg. L⁻¹, 100 mg. L⁻¹, 125 mg. L⁻¹ e 150 mg. L⁻¹. Adicionou-se 1 g de malte em cada *erlenmeyer* seguido de 50 mL da solução do corante, então levou-se para a mesa agitadora onde permaneceu em agitação a 160 rpm durante 1 h (Figura 1). Ao final do processo as amostras foram centrifugadas a 3000 rpm por 10 min e então foram realizadas as leituras de absorbância em espectrofotômetro com comprimento de onda $\lambda = 664$ nm.

Figura 1 – Processo de adsorção do corante azul de metileno



As amostras foram quantificadas quanto as concentrações de corante ainda presentes na fase líquida (equilíbrio) utilizando a Equação 1.

$$q_{eq} = \frac{v(C_0 - C_{eq})}{m} \quad (1)$$

em que C_0 é a concentração inicial da solução, C_{eq} é a concentração final da solução, V é o volume da solução e m é a massa seca do adsorvente.

Para a obtenção da capacidade máxima de adsorção foi utilizada a equação de Langmuir na sua forma linearizada representada na Equação 2.

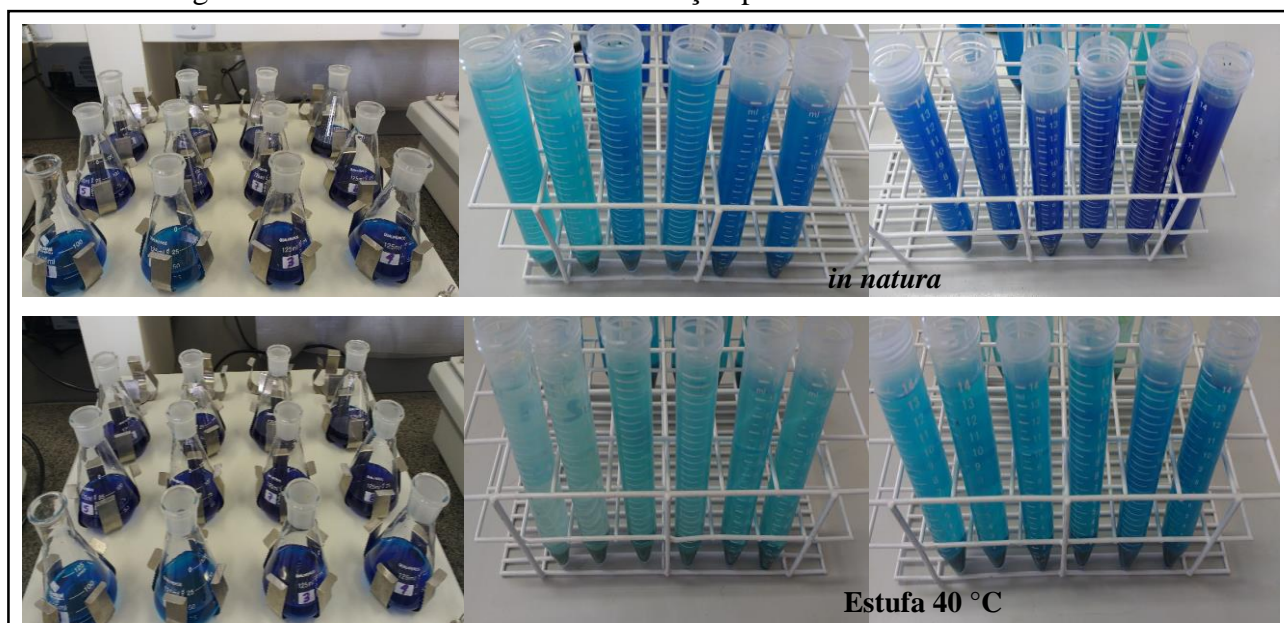
$$q_{eq} = \frac{q_m \cdot k \cdot C_{eq}}{1 + k \cdot C_{eq}} \quad (2)$$

em que q_m é a capacidade máxima de adsorção do corante por unidade de massa, k é constante de adsorção e C_{eq} é a concentração de corante na fase líquida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

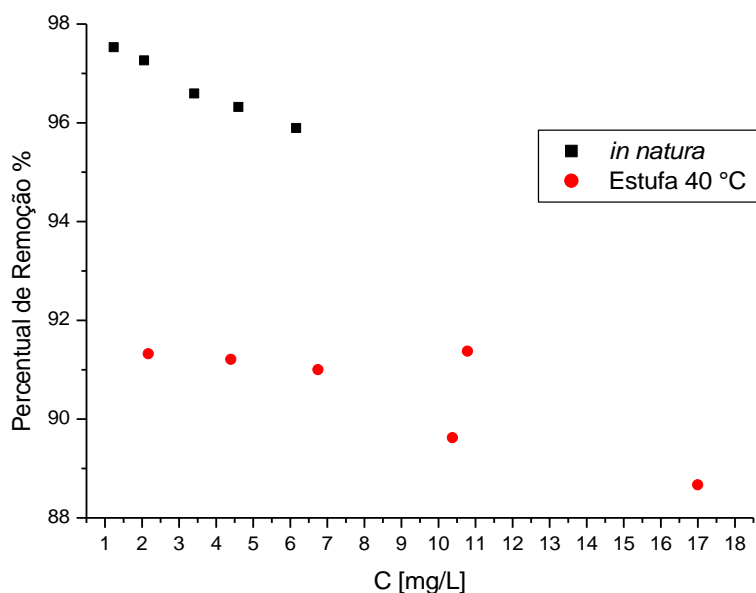
Na Figura 2 pode-se observar o resultado visual dos ensaios, em que é possível observar que ocorreu a adsorção do corante, sendo essa mais pronunciada para as amostras secas em estufa a 40 °C.

Figura 2: Resultado dos ensaios de adsorção para amostras *in natura* e seca.



A Figura 3 apresenta os percentuais de remoção do corante nas duas condições estudadas.

Figura 3: Percentual de remoção do corante azul de metileno.



De acordo com a Figura 3 o maior percentual de remoção foi de 96,60 % para a amostra de bagaço de malte *in natura*, já para as amostras secas o maior percentual de remoção foi de 91,37 %, sendo esses resultados considerados próximos.

Para melhor avaliar a capacidade de utilização do bagaço de malte como adsorvente obteve-se os parâmetros da equação de Langmuir, apresentados na tabela 1.

Tabela 1 – Parâmetros das Isotermas de adsorção.

	q_m [mg.g ⁻¹]	K	R ²
Estufa 40 °C	35,0	0,015	0,99
<i>in natura</i>	12,80	0,078	0,997

Pode-se observar que a capacidade máxima de adsorção foi de 35,08 mg. g⁻¹ e 12,80 mg. g⁻¹ para as amostras secas em estufa e *in natura*, respectivamente, o que indica que a secagem potencializa a utilização do bagaço como adsorvente. Os valores foram inferiores aos encontrados por Gonçalves *et al.* (2016) que foram de 103,01 mg. g⁻¹ para amostras secas em secador de túnel com escoamento paralelo de ar com velocidade de 2 m/s e temperatura de 40 °C. Zanette *et al.* (2009 b) citam que para a amostra seca na temperatura de 40 °C a adsorção do corante azul 5G com bagaço de malte apresentou q_m 40,20 mg. g⁻¹

4. CONCLUSÕES

Com a realização deste trabalho pode-se perceber que o bagaço do malte é uma alternativa para adsorção do corante azul de metileno. Através das isotermas de adsorção foi possível identificar que a condição em que a amostra foi seca em estufa a 40 °C apresentou maior capacidade máxima de adsorção (q_m) obtendo-se um valor de 35,08 mg.g⁻¹, enquanto que a amostra *in natura* apresentou 12,80 mg.g⁻¹.

5. NOMENCLATURA

C_{eq}	Concentração de corante na fase líquida	[mg.L ⁻¹]
C_f	Concentração inicial de corante na solução	[mg.L ⁻¹]
C_o	Concentração inicial de corante na solução	[mg.L ⁻¹]
K	Constante de adsorção	[-]
M	Massa da biomassa seca	[g]
q_e	Capacidade de adsorção de equilíbrio	[mg.g ⁻¹]
q_m	Capacidade máxima de adsorção	[mg.g ⁻¹]
R	Coefficiente de correlação	[kg]
V	Volume da solução	[ml]
λ	Comprimento de onda	[nm]

6. REFERÊNCIAS

BARBOSA, R. M. *Contribuição do Mercado de Carbono para a Viabilidade de Projetos de Eficiência Energética Térmica e de Troca de Combustíveis em Cervejarias*. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, 2010.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 166 de 12 de abril de 1977. *Padronização, classificação e comercialização do Malte cervejeiro ou Cevada malteada para fins cervejeiros*.

CORDEIRO, L. G. *Caracterização e Viabilidade Econômica do Bagaço de Malte Oriundo de Cervejarias para Fins Energéticos*. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, 2011.

FERRARI, V. *O Mercado de Cervejas no Brasil*. Dissertação de Mestrado. Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2008.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. *Princípios das Operações Unitárias*. Rio de Janeiro, Guanabara Dois, 1982. 670 p

GEANKOPLIS, C. J. Procesos de transporte y operaciones unitarias. 3º Edição, México: CECSA, 1998 .

GONÇALVES, C. ; ECHEVARRIA, E. R. ; ROSA, G.S. ;OLIVEIRA, E.G.; Biossorção de corante catiônico utilizando o bagaço de malte. *Anais do XXI Congresso Brasileiro de Engenharia Química*, Fortaleza, 2016

LOPES, C.R.; QUEIROZ, A. M.; SILVA, K. C.; MENDES, E. C. S.; SILVÉRIO, B.C.; FERREIRA, M. M. P.; Estudo Cinético de Desidratação e Caracterização do Bagaço de Malte Resíduo da Indústria, p. 2697-2702. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*. São Paulo: Blucher, 2015.

PIFFER, H. H.; JUCHEN, P. T.; VEIT, M. T.; FAGUNDES-KLEN, M. R.; PALÁCIO, S. M.; GONÇALVES, G. C. Estudo da Dessorção do Corante Têxtil Reativo Azul 5g Adsorvido em Bagaço de Malte. In: *Anais do XI Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica*. São Paulo: Blucher, 2015.

ZANETTE, J. C.; PIFFER, H. H.; VEIT, M. T. Biossorção do Corante Têxtil Azul 5G Utilizando o Bagaço de Malte. In: *Anais do I Encontro Anual de Iniciação Científica, Tecnológica e Inovação*. Santa Catarina, 2015.