

Potencial de remoção de azul de metileno utilizando bagaço de malte *in natura* por meio de Planejamento Fatorial Completo 2²

RESUMO

Renata Cândido Araújo de Lima
renatalima@alunos.utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Kevyn Zapelão
kevynzap@hotmail.com
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

Andréia Anschau
andreiaanschau@utfpr.edu.br
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, UTFPR, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil

OBJETIVO: O objetivo deste experimento foi avaliar a capacidade adsorviva do bagaço de malte *in natura* em soluções de azul de metileno em diferentes granulometrias e pHs. **MÉTODOS:** O Planejamento Fatorial Completo foi realizado com 7 ensaios, onde 3 destes eram pontos centrais, a fim de verificar a significância estatisticamente de duas variáveis, o pH (3,0; 6,0 e 9,0) e a granulometria (20, 40 e 60 mesh). Os frascos Erlenmeyers foram colocados em sistema de batelada a 25°C, 100 rpm por 20 h. As amostras foram analisadas por espectrofotômetro a 665 nm em tempos pré-determinados. **RESULTADOS:** O pH não influenciou significativamente na remoção do corante e os melhores resultados alcançaram acima de 95% de remoção de azul de metileno. **CONCLUSÕES:** O bagaço de malte *in natura* mostrou-se uma fonte alternativa para o tratamento dos resíduos industriais sem a necessidade de ajuste de pH por meio de adição de ácido ou base, tornando o processo ainda mais econômico.

PALAVRAS-CHAVE: Biomassa Vegetal. Adsorção. Resíduos têxteis.

1 INTRODUÇÃO

As indústrias têxteis são as principais responsáveis pela presença de corantes nos corpos hídricos. Que acabam sendo despejados em corpos d'água sem nenhum tipo de tratamento (KHADHRAOUI, 2009).

Uma alternativa para o tratamento destes resíduos é por meio de adsorção com carvão ativado. No entanto, devido às perdas durante o processo de recuperação do adsorvente, sua utilização torna-se onerosa (DALLAGO et. al, 2005). Neste sentido, existe um crescente interesse pela busca de materiais alternativos de baixo custo que possam ser utilizados, como as biomassas vegetais.

A utilização de biomassas além de reduzir custos, não agride o meio ambiente. O bagaço do malte é considerado um subproduto industrial com baixo valor agregado (STOJCESKA, AINSWORTH, 2008). Neste estudo, foi utilizado o bagaço de malte *in natura*, subproduto da indústria cervejeira com o objetivo de avaliar a capacidade de adsorção do corante azul de metileno.

2 MÉTODOS

2.2 ADSORVENTE

O bagaço de malte foi cedido pela micro cervejeira Schaf Bier, localizada na cidade de Francisco Beltrão, Paraná, Brasil. Para o preparo do bioadsorvente, o bagaço de malte foi submetido à lavagem com água corrente para a remoção das impurezas, seguido de secagem em estufa por uma semana à 50°C. Após, foi feita a moagem dos grãos utilizando um moinho de facas, para obtenção de diferentes granulometrias (20, 40 e 60 mesh).

2.3 PLANEJAMENTO FATORIAL COMPLETO 2²

Para estudar o efeito da granulometria (20, 40 e 60 mesh) e do pH (3,0; 6,0; 9,0), foi feito um Planejamento Fatorial Completo 2², com 3 pontos centrais, num total de 7 ensaios. Os ensaios de adsorção em sistema batelada foram realizados adicionando-se 0,3 g do adsorvente em 50 mL de solução de azul de metileno (100 mg.L⁻¹), em frascos Erlenmeyers de 125 mL, resultando em uma dosagem de adsorvente de 6 g.L⁻¹ em base seca. Todos os ensaios foram feitos em triplicata e o pH ajustado para os respectivos ensaios. Os frascos Erlenmeyers foram mantidos em Shaker a 25°C e 100 rpm durante 20 h. As amostras foram centrifugadas e quantificadas quanto à porcentagem de remoção de corante através de análises (em triplicata) em espectrofotômetro a 665 nm, a partir de uma curva de calibração.

2.4 EQUILÍBRIO DE ADSORÇÃO

A quantidade de corante adsorvida no equilíbrio foi calculada utilizando-se a Equação 1 sendo que q_{eq} é a quantidade de corante adsorvida no equilíbrio (mg.g⁻¹), C_0 é a concentração inicial de corante na fase líquida (mg.L⁻¹), C_{eq} a

concentração de corante na fase líquida no equilíbrio (mg.L^{-1}), V o volume da solução de corante (L) e m a massa de bagaço de malte *in natura* (g).

$$q_{\text{eq}} = [(C_0 - C_{\text{eq}}) \times V] / m \quad (1)$$

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados dos ensaios do Planejamento Fatorial foram analisados estatisticamente, utilizando-se o software STATISTICA 7.0 (Analytical Software, Tallahassee, FL, USA). Foi feita a verificação dos efeitos individuais e de interação das variáveis sobre cada resposta, a definição das variáveis importantes para o processo, a avaliação dos erros experimentais e a modelagem empírica dos resultados em função das variáveis selecionadas.

3 RESULTADOS

Na Tabela 1 são apresentados os níveis codificados e reais das variáveis estudadas com os resultados de porcentagem de remoção do corante após 20 h.

Tabela 1 – Matriz dos ensaios do Planejamento Fatorial 2^2 e porcentagem de remoção do corante após 20 h

Ensaio	Granulometria (mesh)	pH	Remoção (%)
1	-1 (60)	-1 (3)	92,5 ± 0,21 ^a
2	+1 (20)	-1 (3)	95,2 ± 0,23 ^b
3	-1 (60)	+1 (9)	91,3 ± 0,26 ^c
4	+1 (20)	+1 (9)	96,7 ± 0,31 ^d
5	0 (40)	0 (6)	95,7 ± 0,44 ^b
6	0 (40)	0 (6)	95,3 ± 0,53 ^b
7	0 (40)	0 (6)	95,5 ± 0,26 ^b

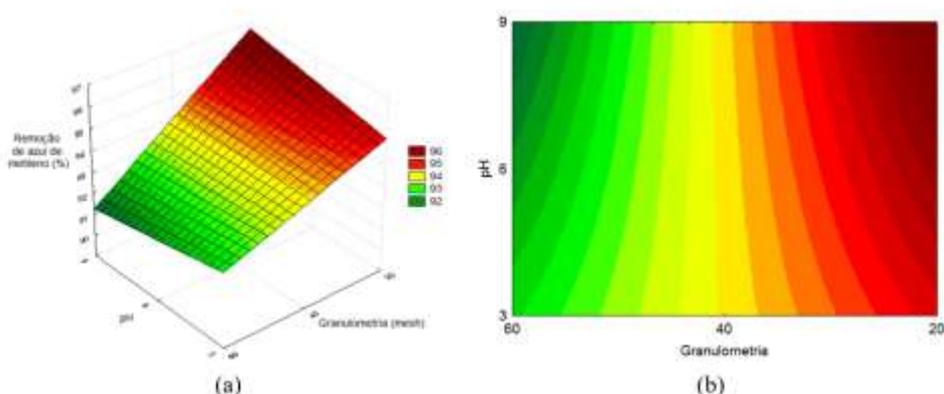
Fonte: Autoria própria (2017).

A quantidade de corante adsorvida no equilíbrio variou de 15,2 a 16,1 mg.g^{-1} para todas as condições estudadas. Os resultados obtidos foram avaliados estatisticamente pelo Teste de Tukey a 95% de confiabilidade, de forma a identificar diferenças com significância estatística na porcentagem de remoção do corante azul de metileno e na quantidade de corante absorvida pelo bagaço de malte.

Os resultados indicaram que os ensaios 1, 3 e 4 diferiram entre si e entre os demais ensaios na remoção do corante. Esta diferença foi considerada estatisticamente significativa segundo o Teste de Tukey, já os ensaios 2, 5, 6, e 7 não apresentaram diferença significativa visto que os ensaios 5, 6 e 7 representam os pontos centrais. Além disso, os ensaios 2 e 4, feitos com a mesma granulometria mostraram uma remoção de azul entre 95% e 96% respectivamente, mostrando que o pH não influenciou significativamente na remoção do corante.

A partir dos resultados da análise estatística checando a curvatura, constatou-se que somente o pH não foi estatisticamente significativo ao nível de confiança de 95%. O valor de $F_{\text{calculado}}$ para a regressão foi significativo e 7,3 vezes maior que o F_{tabelado} . Através do modelo de primeira ordem gerado com as variáveis, obteve-se uma porcentagem de variação (R^2) muito boa (99,81%), ajustando-se bem aos dados experimentais, podendo-se assim, construir a superfície de resposta e definir as regiões de interesse. Pela superfície de resposta gerada pelo modelo (Figura 1), pode-se obter o pH e a granulometria que resultam na melhor remoção do azul de metileno.

Figura 1 – (a) Superfície de resposta e (b) curva de contorno em função da granulometria e pH para a remoção de azul de metileno pelo bagaço de malte *in natura*



Fonte: Autoria própria (2017).

Ao analisar a figura é possível verificar que a maior remoção de azul de metileno ocorreu utilizando a granulometria de 20 mesh e o pH acima da neutralidade. Pela figura, pode-se observar também que a granulometria apresentou maior influência na remoção de corante do que pH.

4 DISCUSSÃO

Santos (2013) observou que a melhor descoloração das amostras com azul de metileno a partir da casca de café ocorreu com pH 3, à 230 rpm, 45°C, obtendo 60,4% de remoção de corante, e o equilíbrio só foi atingido depois de 30 h de adsorção. No trabalho de Stroher et al., (2012) apesar do bagaço de laranja apresentar uma grande capacidade de adsorver o efluente, o pH teve de ser ajustado em 3 para obter maior remoção e o equilíbrio foi atingido após 50 h.

Mazetto et al., (2016) obteve remoção de azul de metileno acima de 94% utilizando biomassa de uva-do-Japão *in natura*, estudando as mesmas faixas de granulometrias e pH. Gonçalves et al., (2010) mostrou que o carvão ativado produzido a partir do bagaço de malte apresentou 99,97% de remoção da solução de azul de metileno a 200 mg/L em apenas 6 h.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do exposto, verifica-se que o bagaço de malte é apropriado para os processos de remoção de corante mostrando-se eficiente com maior

granulometria e pH em torno da neutralidade. Isso o bagaço de malte um promissor bioadsorvente, tendo em vista que a produção e ativação do carvão podem amplificar suas características, e o pH neutro torna o processo ainda mais viável pois não depende do ajuste de soluções por meio de reagentes.

Potential of methylene blue removal using in natura malt bagasse by Full Factorial Design 2²

ABSTRACT

OBJECTIVE: The objective of this study was to evaluate the adsorptive capacity of in natura malt bagasse in methylene blue solutions in different grain sizes and pHs. **METHODS:** Complete Factorial Planning was performed with 7 trials, where 3 of these were central points, in order to verify the statistical significance of two variables, pH (3.0, 6.0 and 9.0) and granulometry (20, 40 and 60 mesh). The Erlenmeyer flasks were placed in a batch system at 25°C, 100 rpm for 20 h. Samples were analyzed by spectrophotometer at 665 nm at predetermined times. **RESULTS:** The pH did not influence significantly the dye removal and the best results achieved above 95% of methylene blue removal. **CONCLUSIONS:** In natura malt bagasse proved to be an alternative source for the treatment of industrial waste without the need of pH adjustment through addition of acid or base, making the process even more economical.

KEYWORDS: Vegetal biomass. Adsorption. Textile wastes.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR Câmpus Dois Vizinhos por todo o suporte necessário para a realização deste trabalho; à professora Dra. Andréia Anschau pela orientação; à Schaf Bier pela doação da matéria prima.

REFERÊNCIAS

DALLAGO, R. M.; SMANIOTTO, A.; OLIVEIRA, L. C. A. 2005. Resíduos sólidos de curtumes como adsorventes para a remoção de corantes em meio aquoso. **Química Nova**, 28(3), 433-437. 2005.

GONÇALVES, G. C.; NAKAMURA, P. K.; VEIT, M. T.; FIAMETTI, K.G.; SILVA, G. M. C. Produção e caracterização de carvão ativado granulado e bio-óleo a partir dos resíduos da indústria cervejeira. **XX COBEQ**, p. 1–9, 2010.

KHADHRAOUI, M.; TRABELSI, H.; KSIBI, M.; BOUGUERRA, S.; ELLEUCH, B. Discoloration and detoxification of a Congo red dye solution by means of ozone treatment for a possible water reuse. **Journal of Hazardous Materials**. V.161, p. 974– 981, 2009.

MAZETTO, I. A.; ANSCHAU, A.; BICUDO, M. O. P. Avaliação da capacidade adsorvente do pseudofruto *in natura* de uva-do-japão (*Hovenia dulcis* Thunberg). **Revista de Ciências Farmacêuticas Básica e Aplicada**, v. 37, n. 9652, p. 100–101, 2016.

SANTOS, D. F. DOS. **Tratamento de efluente têxtil utilizando a técnica de adsorção em casca de café**. 2013. 43 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Apucarana, 2013.

STOJCESKA, V.; AINSWORTH, P. The effect of different enzyme son the quality of high-fibre enriched brewer's spentgrain breads. **Food Chemistry**, v.110, p.865-872, 2008.

STROHER, A. P.; MENEZES, M. L.; FIORENTIN, L. D.; PEREIRA, N. C. Utilização do bagaço de laranja no tratamento de efluente proveniente da lavagem de jeans. **EXacta**, v. 5, n. 1984, p. 27–37, 2012.

Recebido: 31 ago. 2017.

Aprovado: 02 out. 2017.

Como citar:

LIMA, R. C. A. de et al. Potencial de remoção de azul de metileno utilizando bagaço de malte *in natura* por meio de Planejamento Fatorial Completo 2². In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DA UTFPR, 22., 2017, Londrina. **Anais eletrônicos...** Londrina: UTFPR, 2017. Disponível em: <<https://eventos.utfpr.edu.br/sicite/sicite2017/index>>. Acesso em: XXX.

Correspondência:

Renata Cândido Araújo de Lima

Rua Presidente Washington Luis, número 906, Bairro São Francisco de Assis, Dois Vizinhos, Paraná, Brasil.

Direito autoral:

Este resumo expandido está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição-Não Comercial 4.0 Internacional.

