

Estudo da Adsorção de Corantes Básicos Sobre a Borra de Café Tratada com Hidróxido de Sódio

Carolina Vidal Almeida¹; Suzana Modesto de Oliveira Brito²; Larissa da Silveira Ferreira³ e Dejenaldo de Jesus Mendonça⁴

1. Bolsista PEVIC/UEFS, Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: carolinavidala@outlook.com
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: smobrito@uefs.br
3. Participante do projeto Purificação de Efluentes por Processos Adsorptivos e Catalíticos, Departamento de Tecnologia, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: lsferreira03@gmail.com
4. Participante do projeto Purificação de Efluentes por Processos Adsorptivos e Catalíticos, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: dejenaldo@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Adsorção; remoção de corante; borra de café.

INTRODUÇÃO

Um dos grandes problemas que afetam o meio ambiente hoje em dia é a contaminação dos recursos hídricos, sendo que grande parcela é decorrente de despejos residenciais e industriais, como os corantes artificiais, metais pesados e compostos orgânicos que no geral são considerados substâncias nocivas a natureza e ao homem (SOUZA, 2013). O despejo de corantes em especial, compostos amplamente utilizados nas indústrias alimentícias, têxteis e papelaria, tem sido um problema em estudo, pois esses materiais apresentam resistência ao tratamento químico e biológico, podendo, na sua decomposição química, produzir substâncias mais tóxicas que o corante em si (CRINI, 2005). Segundo Perini *et al.* (2012) a adsorção é um tratamento que se mostra eficaz na remoção de corantes em efluentes.

Atualmente o interesse pela busca de materiais de baixo custo que possam ser utilizados como adsorventes para eliminação de contaminantes em efluentes tem aumentado significativamente (SILVA *et al.*, 2016). O Brasil se encontra como o maior produtor e exportador de café do mundo e o segundo maior consumidor da bebida, atrás apenas dos Estados Unidos (ABIC, 2018). Segundo dados do Levantamento Sistemático da Produção Agrícola do IBGE, a estimativa da safra de café em 2018 é de 3,4 milhões de toneladas (57,3 milhões de sacas de 60 kg). Em consequência da produção elevada e do grande consumo de café no Brasil, há um aumento significativo na quantidade de resíduos. Estima-se que anualmente são geradas 225 milhões de toneladas de resíduos líquidos e 9,9 milhões de toneladas de resíduos sólidos em nível mundial (DIAS *et al.*, 2014 *apud* HERMOSA, 2014). Logo no grupo de adsorventes de baixo custo, encontra-se o pó de café coado ou como é chamado mais comumente borra de café, o subproduto do preparo da bebida, e que tem sido estudada a sua utilização como adsorvente para substâncias tóxicas, além de resgatar e reaproveitar o material com o intuito de minimizar a poluição ambiental.

Este trabalho pretende estudar a adsorção de corante, utilizando como adsorvente a borra de café modificada com hidróxido de sódio para obtenção dos parâmetros cinéticos e termodinâmicos do processo adsorptivo e para uma possível aplicação no tratamento de efluentes.

MATERIAL E MÉTODOS

1. Preparo/Pré-tratamento do adsorvente.

A borra de café utilizada neste trabalho foi obtida em residências particulares. Após aquisição, o material coletado foi exposto ao sol para retirar o excesso de água presente. Após exposição ao sol, o resíduo foi colocado em estufa Nova Ética 330D à 80°C até total dessecação, a fim de retirar a umidade presente. Por fim, o material

dessecado foi triturado em um moinho de facas tipo Willye e lavado em água deionizada com auxílio de um misturador automático Quimis®, sendo novamente secada em estufa. O material foi peneirado para separação e ajuste de granulometria. Esse material foi então tratado com hidróxido de sódio visando uma melhoria na sua capacidade de adsorção, cerca de 0,1 mol/L a quente (80°C), por uma hora sob agitação. Após o resfriamento e decantação do material, ele foi lavado com água destilada a temperatura ambiente sob agitação por 10 minutos. O material foi novamente decantado, desprezando-se o líquido sobrenadante e colocado em estufa por 24 horas para secagem.

2. Estudos Cinéticos e de Equilíbrio.

Os estudos de equilíbrio foram realizados colocando-se aproximadamente 0,1g das amostras em frascos individuais de 100mL devidamente identificados, aos quais também foram adicionados 10 mL de cada uma das soluções preparadas nas diferentes concentrações. As misturas, nos frascos, foram colocadas sob agitação em banho metabólico durante 01, 02, 04, 06, 08 e 24 horas à temperatura ambiente, e depois nas temperaturas de 55° C e 65 °C. Após 24 horas de agitação, as amostras foram filtradas e a concentração da solução de corante foi determinada usando um espectrofotômetro Femto 700 Plus UV/VIS a 465nm para o alaranjado de metila.

3. Efeito do pH da solução na adsorção.

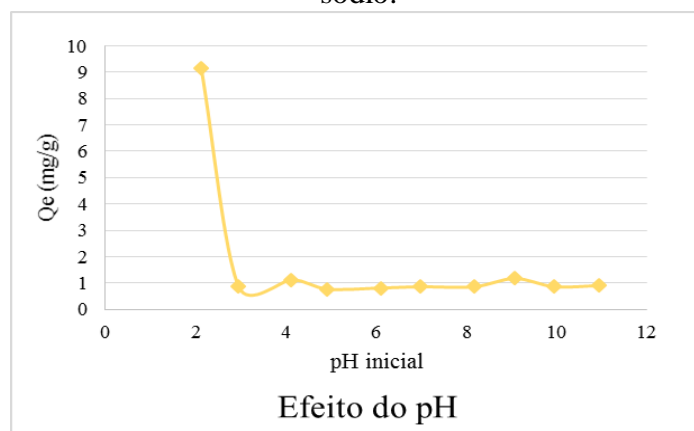
Para estudar o efeito do pH sobre a adsorção do corante, foi variado o pH das soluções de 2 até 11. O ajuste do pH foi realizado através da adição de soluções de NaOH 1,0 M ou HCl 1,0 M. O procedimento em cada lote de pH foi seguido usando uma concentração de 100 mg/L das soluções de alaranjado de metila. Durante o ajuste, o pH das soluções foi monitorado usando um potenciômetro MARTE MB-10 com eletrodo de vidro. Em seguida, foi adicionado aos recipientes contendo as soluções aproximadamente 0,5 g de adsorvente, colocando as amostras em agitação durante 24 horas à temperatura ambiente. Após agitação, foi realizada a leitura da absorbância das soluções através de um espectrofotômetro Femto Plus UV/VIS a 465 nm.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Estudo do pH de adsorção

O resultado do efeito do pH é mostrado na figura 1.

Figura 1 – Efeito do pH na adsorção da borra de café modificada com hidróxido de sódio.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Confirmando os resultados de pH de carga zero (determinado como sendo 7,0) a adsorção do alaranjado de metila é maior em pH ácido. Sendo a superfície da borra de café tratada com hidróxido de sódio carregada positivamente e o alaranjado de metila um corante aniônico, há uma maior atração eletrostática no pH entre 2,0 e 7,0. No

entanto, os experimentos foram realizados no pH normal da solução, em torno de 6,0. Essa opção de metodologia foi feita para aproximar o experimento das condições reais, onde o efluente não sofre nenhum ajuste antes de ser colocado em contato com o adsorvente.

Termodinâmica da adsorção

Os valores dos parâmetros termodinâmicos da adsorção do alaranjado de metila, são apresentados na tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros termodinâmicos da adsorção para a borra de café modificada com hidróxido de sódio.

T (K)	Kc	ΔG^0_{ads} (KJ/mol)	ΔH^0_{ads} (KJ/mol)	ΔS^0_{ads} (J/K mol)
298,15	0,9052	0,2469	3893,9	13,126
328,15	0,329	3,033		
338,15	0,1781	4,8508		

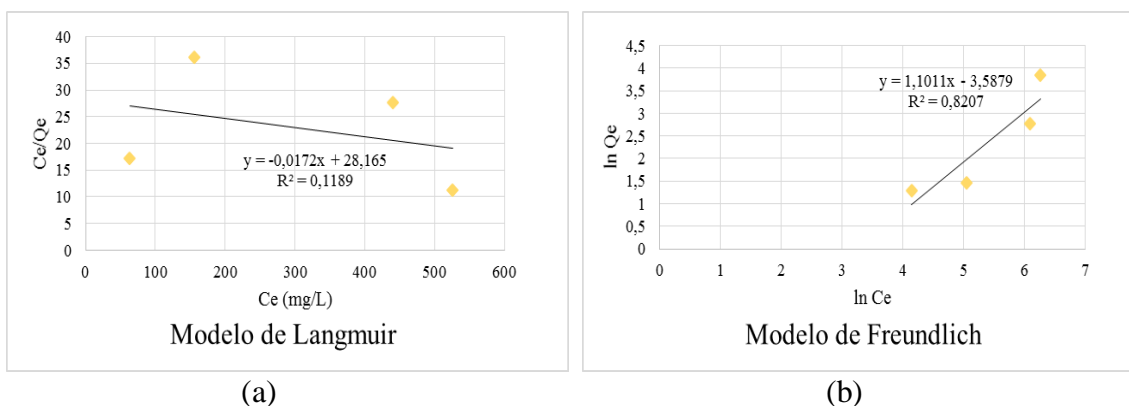
Fonte: Elaborado pelo autor.

Como pode ser analisado na tabela, todos os valores calculados da Energia de Gibbs foram maiores do que zero, portanto, o processo de adsorção é dito não espontâneo. O valor de entalpia positivo indica um processo endotérmico coerente com a adsorção química da parte negativa da molécula de corante sobre sítios positivos na superfície, mesmo a superfície sendo pouco básica, pode estar ocorrendo um processo de troca iônica. A entropia positiva representa um maior grau de desordem molecular com a adsorção.

Estudo do equilíbrio de adsorção

O processo de adsorção foi estudado pelos modelos de Langmuir e Freundlich (Figura 2(a) e 2(b)).

Figura 2 - Modelo de Langmuir e Freundlich para adsorção com borra de café modificada com hidróxido de sódio.



Fonte: Elaborado pelo autor

Os valores dos coeficientes de correlação encontrados na linearização tanto de Langmuir quanto a de Freundlich, não são aceitáveis, pois ambos deram muito baixo, no entanto a adsorção de alaranjado de metila sobre a borra de café modificada não pode ser descrita por estes modelos, seria necessário estudos mais aprofundados para determinar um modelo correto.

Estudo da cinética de adsorção

Os dados obtidos foram ajustados pelo modelo de pseudo-segundo ordem, e a tabela a seguir mostra os parâmetros obtidos.

Tabela 2 - Parâmetros do modelo de pseudo- segunda ordem para a borra de café modificada com hidróxido de sódio.

Qe (calculado)	Qe (experimental)	K (g/mg.min)	R ²
46,2963	46,8306	3,70x 10 ⁻⁴	0,9523

Fonte: Elaborado pelo autor.

O modelo de pseudo-primeira ordem, não foi possível ajustar os dados obtidos, portanto, este modelo não consegue descrever matematicamente o processo de adsorção. Já o modelo de pseudo-segunda ordem ajustou bem os dados obtidos, conforme mostra o valor de R², sendo este superior a 0,9. Na tabela também mostra que a quantidade adsorvida calculada de alaranjado de metila é próxima a quantidade adsorvida experimental, o que pressupõe que o modelo cinético que descreve o processo de adsorção é de pseudo segunda ordem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A adsorção de alaranjado de metila sobre a borra de café tratada não pode ser descrita pelos modelos de Langmuir e Freundlich, o adsorvente apresenta uma limitação na quantidade adsorvida para concentrações altas. Os estudos de pH indicam que a adsorção de alaranjado de metila é maior em pH ácido, no entanto, esse estudo utilizou pH normal da solução igual a 6,0 para os experimentos. A termodinâmica do processo mostra que o mesmo não é espontâneo, ocorre com aumento de entropia e é endotérmico, o que pode indicar a existência de um mecanismo de troca iônica. A cinética obedece ao modelo de pseudo-segunda ordem, o que já era esperado em sistemas de adsorção em fase líquida.

REFERÊNCIAS

- ABIC. **Associação Brasileira da Indústria de Café**. 2018. Disponível em: <<http://abic.com.br/o-cafe/historia/o-cafe-brasileiro-na-Atualidade/>> Acesso em: 20 de jul. 2018.
- CRINI, G. Recent developments in polysaccharide-based materials used as adsorbents in wastewater treatment. **Progress in Polymer Science**, v. 30, p. 38-70, jan. 2005.
- HERMOSA, Verónica Alejandra Bonilla. **Aproveitamento dos resíduos do processamento semi-seco do café para a produção de compostos de valor agregado**. 2014.
- IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2018. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/21709-em-junho-ibge-preve-safra-5-3-menor-que-a-de-2017>> Acesso em: 10 de ago. 2018.
- PERINI, B.L.B. *et al.* **Adsorção de corantes de efluente têxtil por resíduos da bananicultura**. Goiânia, 2012.
- SILVA, L. L. *et al.* Utilização dos resíduos da extração do óleo bruto do café na produção de material adsorvente. **Acta Ambiental Catarinense**, Unochapecó, v. 13, n.1, 2016.
- SOUZA, N. K. **Adsorção de corantes catiônicos e aniônicos em solução aquosa usando novos materiais bi-funcionalizados a partir do bagaço de cana-de-açúcar**. 2013.