

PRODUÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE ADSORVENTE A PARTIR DO PÓ DE ACIARIA ELÉTRICA

Cristiele Costa de Souza¹

Bruna Cristina Pinto²

Magno André de Oliveira³

Augusto Cesar da Silva Bezerra⁴

Alan Rodrigues Teixeira Machado⁵

Reaproveitamento, Reutilização e Tratamento de Resíduos (sólidos e líquidos)

Resumo

Neste trabalho, o pó de despoejamento de aciaria elétrica (PAE) foi utilizado como fonte precursora na produção de um adsorvente para adsorção de compostos orgânicos. A produção do adsorvente, denominado de APAE, ocorreu pelo tratamento com ácido fosfórico (H_3PO_4) seguido de aquecimento a 300 °C, em forno tipo mufla. As morfologias dos materiais foram caracterizadas por microscopia eletrônica de varredura (MEV). A capacidade adsortiva de APAE foi investigada por meio de ensaios de adsorção em diferentes concentrações de soluções aquosas de azul de metileno a 25°C. Para verificação da interação do adsorvente e adsorvato, utilizaram-se os modelos de isothermas de Langmuir e Freundlich. As micrografias dos materiais exibiram superfícies irregulares e porosas. A isoterma de Freundlich adequou-se melhor aos dados experimentais. A capacidade máxima de adsorção do APAE foi de 99,009 mg g⁻¹. Diante disso, verificou-se o potencial do resíduo da siderurgia como adsorvente na remoção do corante. Novos estudos estão sendo realizados para melhor avaliação dos mecanismos envolvidos no processo de adsorção.

Palavras-chave: Resíduo; Adsorção; Corante; Siderurgia.

¹Aluna do curso de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, cristiele.ciamb@yahoo.com.

²Aluna do curso de mestrado em Ciências Ambientais, Universidade do Estado de Minas Gerais, Unidade Frutal, bruna.cristina.pinto@gmail.com.

³Prof. Dr. Centro Universitário de Belo Horizonte, Unidade Estoril, Belo Horizonte, Minas Gerais, eng.magnoandre@gmail.com

⁴ Prof. Dr. Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, Departamento de Engenharia de Transportes, Belo Horizonte, Minas Gerais, augustobezerra@cefetmg.com.

⁵Prof. Dr. Universidade do Estado de Minas Gerais - Departamento de Ciências Exatas, Unidade João Monlevade, Minas Gerais, alan.machado@uemg.br..

INTRODUÇÃO

O pó de despoeiramento de aciaria elétrica (PAE) é um subproduto originário da fabricação do aço, alocado no sistema de filtração com granulometria variando entre 1,0 - 200 μm (GRILLO; TENÓRIO; OLIVEIRA, 2013). Basicamente, a formação do PAE ocorre pela volatilização, oxidação e solidificação de metais que estão presentes na queima da sucata no forno elétrico a arco. Dependendo das condições operacionais e da matéria-prima utilizada a composição química sofrerá alteração, mas, geralmente o PAE é composto de Zn, Ni, Fe, entre outros. (KHATTAB; SELEMAN; ZAWRAH, 2017).

Estima-se que cerca de 1,5 a 2% de PAE é formado durante a produção de 1 t de aço (CASTRO *et al.*, 2016). Analisando o percentual e a quantidade de aço produzido no país em 2019 ($32,5 \cdot 10^3$ t) (IABR, 2020), verifica-se a necessidade de busca por alternativas para a destinação do PAE.

Neste sentido, objetiva-se produzir e caracterizar um material adsorvente utilizando como matéria-prima o pó de despoeiramento de aciaria. Além disso, avaliar a capacidade adsorvente do material para remoção de composto orgânico, utilizando como modelo o corante azul de metileno.

METODOLOGIA

Produção do Adsorvente

10 g de PAE foram moídas no moinho de esferas planetário e combinadas com 10 mL de H_3PO_4 na proporção de 1:1 (m/v). A mistura foi submetida à agitação manual por 3 min e lavada com água destilada para retirada do excesso de H_3PO_4 . Em seguida, o material obtido foi mantido em forno mufla por 3 h a 300 °C, resfriado e lavado com solução de bicarbonato de sódio 1% m/v. O material obtido foi denominado de APAE. Para determinar o rendimento usou-se a Eq.1:

$$\text{Rendimento em massa (\%)} = \frac{M_i}{M_f} \cdot 100 \quad (1)$$

Em que: M_i é a massa inicial antes da pirólise (g) e M_f a massa do adsorvente produzido (g).

Microscopia Eletrônica de Varredura – MEV

As morfologias do PAE e APAE foram avaliadas por meio de um microscópio eletrônico de varredura (MEV) de baixo vácuo da marca Hitashi, modelo TM3000 com detectores de elétrons retroespalhados (BSE) e aceleração variável (5kV e 15kV).

Ensaio de adsorção

100 mg de APAE foram transferidos para erlenmeyers. Em seguida, adicionados 25 mL da solução aquosa de azul de metileno (AM) (1000 mg L⁻¹). Esse procedimento foi repetido com soluções nas concentrações de 50, 100, 200, 400, 600, 800 e 1000 mg L⁻¹. Os ensaios foram realizados à temperatura de 25 °C com pH 7 e os erlenmeyers mantidos sob agitação na mesa agitadora a 150 rpm por 24 h. Após esse período, ocorreu a filtração e as concentrações remanescentes monitoradas por espectroscopia de Uv-Vís, no comprimento de onda de 665 nm. A quantidade de AM adsorvida por unidade de massa do adsorvente (mg g⁻¹) foi calculada usando a Eq. 2:

$$q_e = \frac{(C_0 - C_e)V}{m} \quad (2)$$

Em que: q_e é a capacidade de adsorção (mg g⁻¹), C_0 a concentração inicial do adsorvato (mg L⁻¹), C_e a concentração do adsorvato no equilíbrio (mg L⁻¹), V o volume da solução (L) e m a massa do adsorvente (g).

Os dados das isotermas de equilíbrio foram ajustados segundo os modelos de Langmuir (Eq. 3) e Freundlich (Eq.4), respectivamente.

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{K_L q_{máx}} + \frac{1}{q_{máx}} C_e \quad (3)$$

$$\ln q_e = \ln K_F + \frac{1}{n} C_e \quad (4)$$

Em que: $q_{máx}$ é a capacidade máxima de adsorção (mg g⁻¹), k_L a constante de Langmuir (L mg⁻¹), $1/n$ é a constante relacionada à heterogeneidade da superfície e K_F a constante de Freundlich (mg^{1-(1/n)} (g⁻¹)L^{1/n}).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento encontrado para o APAE foi de 77,4%. A Figura 1a apresenta a micrografia PAE, que mostra uma forma sólida e esférica com coloração escura. Na Figura 1b, observou-se a modificação da superfície e o aparecimento de poros. Tais características ocorreram devido à ação do ácido fosfórico. (LIM; SRINIVASAKANNAN; BALASUBRAMANIAN, 2010). Para Nascimento *et al.* (2014) a porosidade é fundamental para o processo adsorptivo.

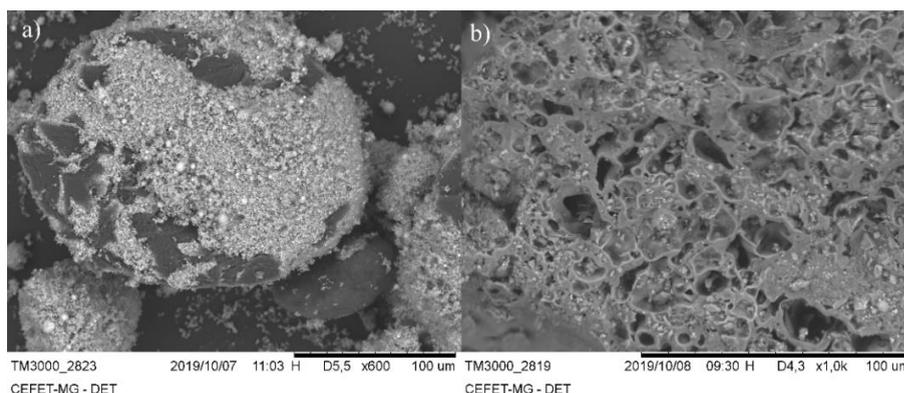


Figura 1 – Micrografias do pó de aciaria elétrica com ampliação de (a) 600x e do adsorvente com ampliação de (b) 1000x.

Os parâmetros dos resultados experimentais de adsorção do AM para os modelos de isotermas de Langmuir e Freundlich estão descritos na Tabela 1. Nota-se que o modelo de Freundlich apresentou melhor ajuste dos dados experimentais para o APAE, uma vez que o coeficiente de determinação (R^2), obtido pela linearização da equação foi superior ao encontrado no modelo de isoterma de Langmuir.

Tabela 1 – Parâmetros de Langmuir e Freundlich para a adsorção de AM em APAE

Modelo de Langmuir			Modelo de Freundlich		
K_L (L mg ⁻¹)	$q_{m\acute{a}x}$ (mg g ⁻¹)	R^2	K_F (mg ^{1-(1/n)} (g ¹)L ^{1/n})	n	R^2
0,011	99,009	0,716	10,139	2,957	0,758

O melhor ajuste ao modelo de Freundlich sugere um mecanismo de adsorção por multicamadas em superfícies heterogêneas com diferentes tipos de sítios de adsorção com

energias distintas (NASCIMENTO *et al.*, 2014). O APAE apresentou capacidade máxima de adsorção de 99 mg g⁻¹, esse valor é consistente com outros adsorventes, tais como carvão ativado de dendê (53,89 mg g⁻¹) (FERREIRA *et al.*, 2018), carvão ativado betuminoso (67,11 mg g⁻¹) e vegetal (78,11 mg g⁻¹) (MACHADO *et al.*, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados mostraram o potencial do pó de aciaria elétrica como matéria-prima para a produção de um adsorvente. O estudo de adsorção do corante azul de metileno revelou que o equilíbrio de adsorção é melhor descrito pela isoterma de Freundlich. Novos estudos estão sendo conduzidos para melhor avaliação dos mecanismos envolvidos no processo de adsorção.

REFERÊNCIAS

CASTRO, M. A. M. *et al.* Avaliação das propriedades físicas e mecânicas de blocos de solo-cimento formulados com coprodutos siderúrgicos. **Matéria**, v.21, n.3, p. 666-676, 2016.

FERREIRA, R. C. *et al.* Utilização de carvão ativado de dendê in natura e funcionalizado em meio ácido na adsorção de paracetamol. **Matéria** (Rio J.), Rio de Janeiro, v. 23, n. 1, e-11968,2018.

GRILLO, F. F.; TENÓRIO, J. A. S.; OLIVEIRA, J. R. Caracterização e adição de poeira de aciaria elétrica em ferro-gusa. **Rem: Revista Escola de Minas**, v. 66, n. 3, p. 301-307, 2013.

IABR. Instituto Aço Brasil. Anuário Aço Brasil 2020. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <https://institutoacobrasil.net.br/site/wp-content/uploads/2020/06/Anuario_Completo_2020.pdf>. Acessado em: 04 jul 2020.

KHATTAB, R. M.; SELEMAN, M. M. E-S.; ZAWRAH, M. F. Assessment of electric arc furnace dust: Powder characterization and its sinterability as ceramic product. **Ceramics International**, v. 43, n.15, p. 12939-12947, 2017.

LIM, W. C.; SRINIVASAKANNAN, C.; BALASUBRAMANIAN, N. Activation of palm shells by phosphoric acid impregnation for high yielding activated carbon. **Journal of Analytical and Applied Pyrolysis**, v. 88, n. 2, p. 181-186, 2010.

MACHADO, C. R. A. *et al.* Avaliação da adsorção de Fenol e Bisfenol A em carvões ativados comerciais de diferentes matrizes carbonáceas. **Rev. Ambient. Água**, Taubaté, v. 10, n. 4, p. 915-927, dez. 2015.

NASCIMENTO, R. F. *et al.* Adsorção: aspectos teóricos e aplicações ambientais. Fortaleza: **Imprensa Universitária** 2014, 256p.