

ADSORÇÃO DE FOSFATO EM ADSORVENTE PRODUZIDO A PARTIR DO LODO DE ESGOTO

Ingrid Macelli Silva de Jesus¹; Tereza Simonne Mascarenhas Santos²;

1. Bolsista PIBIC/CNPq, Graduando em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: indiidy@hotmail.com
2. Orientador, Departamento de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Feira de Santana, e-mail: tereza.simonne@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE: Lodo de esgoto; Carvão ativado; Fosfato.

INTRODUÇÃO

O fósforo é um nutriente essencial em processos biológicos, mas em excesso contribui significativamente para o fenômeno de eutrofização dos recursos hídricos e consequente deterioração da qualidade dos mananciais. Em ambientes aquáticos, o fósforo está sob a forma de íons fosfato e o aumento de sua concentração têm motivado a busca de métodos alternativos para sua remoção (ESTEVES, 1998). A adsorção é um método viável e eficaz para remoção de poluentes em solução. O objetivo deste trabalho foi estudar a remoção do fosfato sobre adsorvente obtido por pirólise do lodo de esgoto da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) Subaé em Feira de Santana/BA.

METODOLOGIA

Produção do Carvão Ativado

O lodo de esgoto sanitário foi coletado na Estação de Tratamento de Esgoto Subaé, ETE-Subaé, localizada as margens da Rua Oinei Alberto São Paulo, bairro Aviário, Feira de Santana-BA. A sua denominação LES significa lodo de esgoto da ETE-Subaé. A mostra foi pirolisada em forno tubular a 10°C/min sob atmosfera inerte até 450°C, por 60 min. Após esse tratamento, a amostra foi denominada CES (Carvão Esgoto Subaé).

Caracterização do carvão ativado

A análise química foi realizada por CHN (carbono, hidrogênio e nitrogênio) em um aparelho Perkin Elmer modelo 2400. Para determinar a presença de metais foi utilizado espectrômetro de fluorescência de raios X por dispersão de energia Shimadu EDX720.

Estudo do efeito do pH na solução

O efeito do pH na adsorção do fosfato sobre o adsorvente foi estudado variando-se os valores de pH entre 2 e 10. As suspensões foram preparadas adicionando-se 0,3 g de CES, em 30 ml da solução 25 mg L⁻¹ em fósforo. As soluções ficaram sob agitação em temperatura ambiente por 6 horas. O pH foi ajustado pela adição de HCl 0,1M ou NaOH 0,1M. A determinação da concentração do fosfato foi realizada através do método do ácido ascórbico utilizando um espectrofotômetro UV-VIS de feixe duplo com especificação TU-1880, comprimento de onda (λ) de 880 nm.

Ensaio de Adsorção

Os ensaios de adsorção foram realizados em banho finito, com soluções de fósforo em concentrações variando de 05 a 50 mg L⁻¹ em fósforo. Os experimentos

foram realizados adicionando-se 0,30 g de massa do adsorvente a 30,0 mL de solução. As soluções ficarão sob agitação a temperatura ambiente por 6 horas. A concentração das soluções foi determinada por espectrofotômetro ultravioleta (UV-VIS). A adsorção foi avaliada quantitativamente pelos Modelos de Freundlich e de Langmuir.

RESULTADOS E/OU DISCUSSÃO

Na Tabela 1 estão apresentados os valores médios da análise química elementar CHN. Os valores encontrados para os constituintes C, H e N na amostra CES estão muito abaixo dos encontrados pela literatura, como mostrados por Mocelin, (2007). Considerando o teor de carbono orgânico total, o resultado sugere baixo enriquecimento do carbono na amostra do adsorvente após a pirólise do lodo de esgoto.

AMOSTRA	%C	%H	%N
CES	7,27 ± 0,18	0,30 ± 0,01	0,66 ± 0,05

Tabela 1 - Resultados da análise elementar do adsorvente LES.

Os valores estão apresentados como média ± desvio padrão das duplicatas.

A Tabela 2 apresenta a composição dos óxidos metálicos presentes na amostra do adsorvente CES.

CONSTITUINTE	AMOSTRA (%)	CONSTITUINTE	AMOSTRA (%)
SiO ₂	56,43 ± 0,40	TiO ₂	1,55 ± 0,01
Al ₂ O ₃	25,24 ± 0,41	CaO	1,51 ± 0,01
Fe ₂ O ₃	5,80 ± 0,01	K ₂ O	0,35 ± 0,00
SO ₃	5,47 ± 0,08	ZrO ₂	0,13 ± 0,00
P ₂ O ₅	3,18 ± 0,13	ZnO	0,11 ± 0,00

Tabela 2: Composição química da amostra do carvão ativado CES

Valores com ± desvio padrão apresentado pelo equipamento

O adsorvente CES é constituído na sua maioria por óxido de silício, 56,43%; e óxido de alumínio, 25,24%. Esse elevado percentual está associado à presença de argilominerais no lodo de esgoto. O adsorvente também apresenta uma variedade de óxidos metálicos decorrente da heterogeneidade do lodo. Alguns estudos revelaram que adsorventes compostos por elementos associado à alumínio, ferro, cálcio e magnésio influenciam positivamente na capacidade de adsorção do fósforo (CHENG *et al.*, 2009). A Figura 1 apresenta a concentração final do fósforo em forma de íons fosfato em solução aquosa após os ensaios de adsorção realizados em diferentes valores de pH. Em pH 2, a concentração final da solução é maior do que 25 mg L⁻¹ em fósforo sugerindo um processo de ressolubilização do fosfato presente no adsorvente. As concentrações finais são menores em pH 3 e 9 indicando maior adsorção do fosfato.

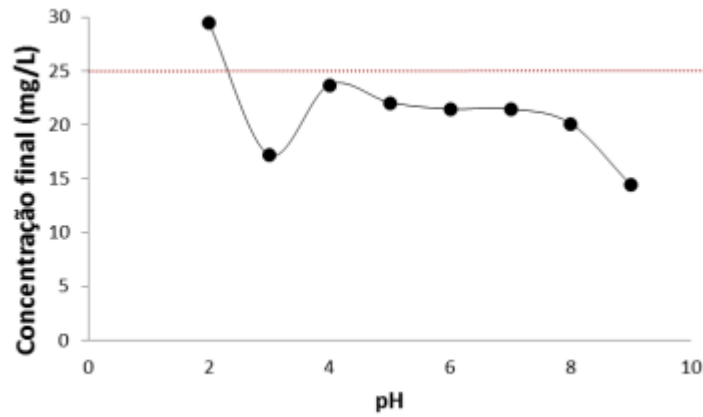


Figura 1: pH versus Concentração Final (mg L^{-1})

Em pH 3, a espécie iônica dominante é o $[(\text{HO})_2\text{PO}_2]^-$. O pKa desta espécie é 2,12, como o pH é maior que o pKa, a dissociação ácida é favorecida. Segundo Esteves (1998), em pH ácido em torno de 4, 99% do fosfato esta sob a forma de $[(\text{HO})_2\text{PO}_2]^-$. Além disso, a superfície está altamente positiva graças aos prótons H^+ vindos da dissociação ácida do $\text{HCl}(\text{aq})$, logo há uma atração muito forte entre a superfície do adsorvato e o adsorvente facilitando a adsorção. O aumento na concentração de ânions de fosfato trivalentes com o aumento do pH, pode explicar o pico no percentual de remoção em pH 9. O íon PO_4^{3-} é menor, logo de mais fácil adsorção, assim consegue competir com os ânions OH^- com mais eficiência do que os ânions mono e divalentes.

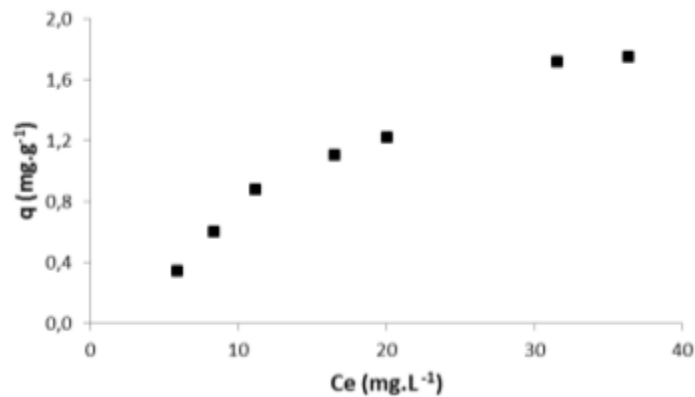


Figura 2: Isoterma para a adsorção de fósforo em forma de íon fosfato no CES (pH=8 e $T=298\text{K}$)

Para construir a isoterma de adsorção (Figura 2), o valor de pH escolhido foi 8. Apesar dos resultados indicarem melhor adsorção em pH 9, manteve-se o pH 8 por se tratar de condições menos severas.

Materiais	Langmuir			Freundlich		
	R ²	q _e (mg. g ⁻¹)	b (L.mg ⁻¹)	R ²	n	K _F
Lodo de esgoto (CES)	0,625	5,376	0,417	0,995	1,185	0,095
Óxido de nióbio	0,99	0,22	21,30	0,97	5,55	0,22
Serragem de pinheiro	0,225	116,25	0,021	0,986	1,27	0,889

Tabela 3: Parâmetros de Langmuir e Freundlich da amostra CES, do óxido de nióbio (Rodrigues, 2009) e serragem de pinheiro (Benyoucef, 2011).

Os dados de equilíbrio de adsorção de fosfato sobre o CES se ajustaram melhor a Isoterma de Freundlich, pela análise do coeficiente de correlação (R²). O modelo proposto por Freundlich descreve melhor sistemas não ideais e em superfícies não homogêneas, compatível ao adsorvente CES. Pela Tabela 3, observa-se que o CES apresenta capacidade adsortiva é de 5,376 mg g⁻¹ em fósforo comparável a outros materiais, no entanto a sua capacidade de adsorção pode ser melhorada.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O adsorvente preparado a partir do lodo de esgoto da ETE-Subaé é ativo na remoção do fosfato em solução aquosa, mesmo sem nenhum tipo de tratamento químico. Ao analisar o efeito do pH no processo de adsorção, foi observado que o desempenho do CES é fortemente afetado pelo pH inicial da solução, sendo os melhores resultados observados em pH 3 e pH 9. A quantidade removida de fósforo sob a forma de íon fosfato nesses valores de pH chegou a 0,957 mg/g e 1,325 mg/g, em ordem. A análise do processo de adsorção na amostra CES indicou que o melhor ajuste ocorreu ao modelo de Freundlich (R²=0,995).

REFERÊNCIAS

- BENYOUCEF, S.; AMRANI, M. Adsorption of phosphate ions onto low cost Aleppo pine adsorbent. *Desalination*, v. 275, p231-236, 2011.
- CHENG, X. *et al.* Phosphate adsorption from sewage sludge filtrate using zinc-aluminum layered double hydroxides. *Journal Of Hazardous Materials*. n. 169, p.958-964, 2009.
- ESTEVES, F.A. *Fundamentos de Limnologia*. 2^aed. Rio de Janeiro: Interciência, 1998. 602 p.
- MOCELIN, C. Pirólise do lodo de esgoto sanitário: produção de adsorventes e óleo combustíveis. Dissertação (Mestrado) - Curso de Pós Graduação em Engenharia Mecânica e de Materiais, Universidade Federal Tecnológica do Paraná, Curitiba, 2007.
- RODRIGUES, L. A.; SILVA, M. L. C. P. Adsorção de íons fosfato em óxido de nióbio hidratado. *Química Nova*, v. 32, n. 5, p.1206-1211, 2009.