

TRATAMENTO DE EFLUENTES POR PROCESSO DE ADSORÇÃO UTILIZANDO LODO DE ETA

TAINÁ CRISTINI DA SILVA^{1,2*}, ADRIANA DERVANOSKI^{2,3}, GEAN DELISE LEAL
PASQUALI^{2,4}

1 INTRODUÇÃO

O lodo das Estações de Tratamento de Água (ETA) é um subproduto facilmente encontrado em cidades e metrópoles que utilizam águas superficiais como fonte de água potável, devido a isso, a sua disponibilidade é assegurada (BABATUNDE; ZHAO, 2010). Diversas pesquisas estão sendo realizadas para demonstrar o uso potencial de lodo de ETA como adsorvente. O processo de adsorção tem sido considerado um dos mais eficientes no que diz respeito ao tratamento de água e águas residuárias e possui um grande potencial para reduzir os níveis de compostos tóxicos de efluentes industriais ao meio ambiente (MOREIRA, 2008). Segundo Nascimento (2014), a adsorção é um processo de transferência de massa, no qual o material adsorvente concentra em sua superfície os contaminantes com potencial risco ao meio ambiente.

2 OBJETIVOS

O objetivo do presente trabalho foi investigar a possibilidade de uso do lodo proveniente da Estação de Tratamento de Águas (ETA) para o desenvolvimento de adsorvente, com fins de remoção de contaminantes que tenham a presença de *p*-nitrofenol e azul de metileno.

3 METODOLOGIA

3.1 Material

3.1.1 Lodo proveniente da Estação de Tratamento de água (ETA) - O lodo foi coletado na ETA da Companhia Riograndense de Saneamento – CORSAN, a qual está localizada no município de Erechim, RS. Este lodo é resultante do processo de decantação, onde é colocado em container para a destinação final, sendo este o local em que foi realizada a coleta com o auxílio de pás e posteriormente colocado em baldes. O material foi levado ao Laboratório de Efluentes e Resíduos – LAER, na Universidade Federal Fronteira Sul do Campus Erechim, onde ficou acondicionado em refrigeração, para que as propriedades físicas e químicas do

1 Acadêmica do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal Fronteira Sul, campus Erechim, Bolsista PROBIT/FAPERGS. Contato: taina.cristini@estudante.uffs.edu.br

2 Grupo de Pesquisa Resíduos, Geotecnia Ambiental e Poluição atmosférica - GPRGAEPA

³ Prof^a. do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim

⁴ Prof^a. do curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal da Fronteira Sul, campus Erechim, Orientadora.

lodo não fossem afetadas.

2.2 Métodos

2.2.1 Caracterização do adsorvente - Foram realizadas análises físico-químicas do lodo. Segundo metodologias aplicadas por APHA (2005), os parâmetros analisados foram o potencial hidrogeniônico (pH), umidade, matéria orgânica, sólidos totais, sólidos fixos e sólidos voláteis.

2.2.2 Efluente sintético de p-nitrofenol e azul de metileno - Foram preparados a partir dos reagentes p-nitrofenol (PA 99%) e azul de metileno, diluídos em água destilada, nas concentrações de 25, 50, 75 e 100 mg L⁻¹.

2.2.3 Determinação de 4-nitrofenol - Utilizou-se o método de análise proposto por Biomedical Centre in Uppsala (2002). Esse método utiliza espectrofotômetro em comprimento de onda de 400 nm, para a obtenção das concentrações do composto. Para a realização da leitura, a amostra passa por alcalinização (pH 11 – 12) com carbonato de sódio (Na₂CO₃ PA 99%) 0,5 M, em uma proporção de 1:1.

2.2.4 Determinação do azul de metileno – Foram realizadas pelo método espectrofotométrico direto UV-VIS, utilizando comprimento de onda de 665 nm, obtido a partir de varredura.

2.2.5 Tratamento térmico do lodo - A pirólise consiste no tratamento térmico de materiais para a produção de adsorventes, os quais são submetidos a temperaturas superiores a 300°C (CASANOVA, 2018). Com o objetivo de aumento da área superficial do material adsorvente, o lodo obtido da ETA foi exposto a diferentes temperaturas, sendo elas, 350, 450 e 550 °C, em tempos de exposição de 30, 60 e 120 min, com a utilização de uma mufla.

2.2.6 Avaliação da capacidade adsortiva do lodo calcinado - Para verificar a eficiência do processo de adsorção, foi necessário determinar as melhores condições experimentais de pH e massa de adsorvente. Para os testes de pH, foram utilizadas as nove amostras de lodo calcinado em temperaturas de 350, 450 e 550 °C, ambas avaliadas nos tempos de exposição de 30, 60 e 120 min. O pH foi avaliado na faixa de 2, 4, 6, 8, 10 e 12, pela adição de soluções de NaOH e de HCL 0,5 M. Para isso, os erlenmeyers de 125 mL, contendo 100 mL da solução sintética de p-nitrofenol e o azul de metileno monocomponente, na concentração de 100 mg L⁻¹, e 1,0 g de lodo calcinado, foram postos sob agitação de 150 rpm em shaker durante 24 horas. Além de obter o pH mais eficiente na remoção dos compostos, foram obtidos os 3

melhores lodos de cada composto para serem submetidos aos testes de massa. Para o azul de metileno, as três melhores condições foram os lodos calcinados a 350°C com tempo de exposição de 120 min, 250°C por 120 minutos e 550°C durante 120 minutos. Já para o *p*-nitrofenol, os que tiveram os melhores resultados de remoção foi o lodo calcinado na mufla a 350°C por 120 min, 450°C calcinado por 60 min e por fim o de 550°C calcinado por 30 min.

Para verificar qual a quantidade de lodo tem maior eficiência de remoção, foi realizado o teste de massa. Para tal, os erlenmeyers de 125 mL, contendo 100 mL da solução sintética de *p*-nitrofenol e o azul de metileno monocomponente, na concentração de 100 mg L⁻¹ e com pH fixado, foram utilizadas as massas de 0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 g de lodo calcinado postas sob agitação de 150 rpm em shaker durante 24 horas. Com isso foi possível realizar os testes cinéticos, fixando a melhor faixa de pH e massa para os diferentes compostos. Os testes foram realizados em duplicata. A partir dos testes de massa, foi selecionado o lodo que melhor adsorveu o *p*-nitrofenol e o lodo que obteve maior eficiência na remoção do azul de metileno.

2.2.7 *Cinéticas de adsorção* - Fixados os valores de pH e de massa para cada composto, e o lodo mais eficiente no processo, deu-se início aos testes cinéticos. Foram retirados periodicamente amostras de efluente, a fim de verificar a remoção dos contaminantes após processo adsorptivo e assim obter a eficiência do processo na adsorção do *p*-nitrofenol e do azul de metileno. As análises foram realizadas em triplicata.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do lodo *in natura*

Na Tabela 1, são apresentados os resultados da caracterização físico-química do lodo calcinado realizada de acordo com a metodologia de APHA (2005).

Tabela 1 – Caracterização físico-química do lodo de ETA tratado termicamente

Caracterização Lodo ETA	
pH	7,50
Umidade (%)	70,98
Matéria orgânica total (%)	24,02
Sólidos Totais (%)	72,02
Sólidos Fixos (g)	74,51
Sólidos Voláteis (g)	2,49

4.2 Efeito do pH e da massa de lodo

Após os testes de pH e de massa, verificou-se que a melhor capacidade de adsorção para o *p*-nitrofenol ocorreu em pH 6, utilizando-se uma massa de 2,0 g de adsorvente da amostra de lodo calcinado a 450 °C por 60 min. Já para o azul de metileno, a maior eficiência ocorreu em pH 8, utilizando-se uma massa de 1,5 g de adsorvente da amostra de lodo

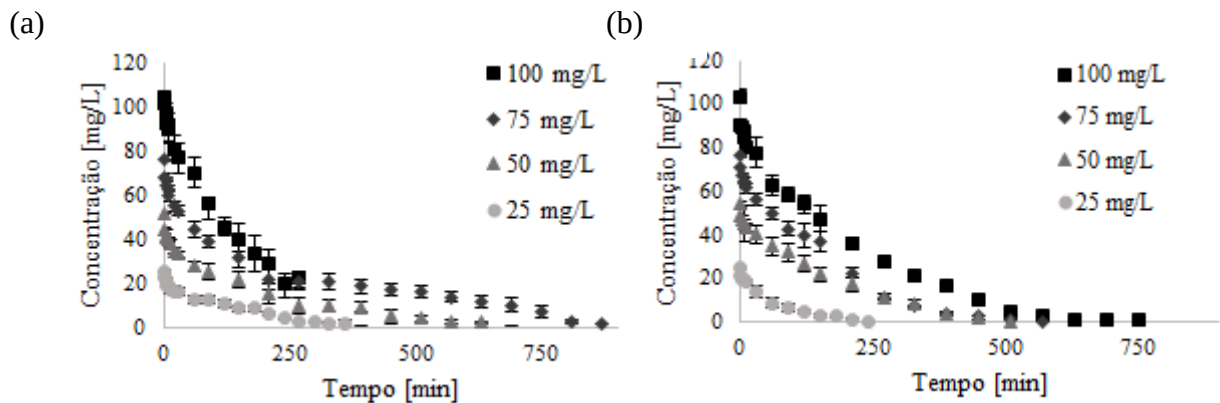
calcinado a 600 °C por 120 min.

Com isso foi possível avaliar que uma menor quantidade de adsorvente é necessária para adsorver o azul de metileno, demonstrando que este composto possui uma afinidade maior com o material adsorvente quando comparado ao *p*-nitrofenol. Porém há a necessidade de ajuste de pH, maior temperatura de calcinação e maior período de exposição.

4.2 Cinéticas de adsorção

A Figura 1 apresenta o comportamento cinético do *p*-nitrofenol e do azul de metileno. Sendo que para o *p*-nitrofenol as análises foram realizadas em pH 6 e 2 g de massa de lodo; já para o azul de metileno os ensaios utilizaram uma massa de 1,5 g em pH 8.

Figura 1. Cinética de adsorção de (a) *p*-nitrofenol e (b) azul de metileno



Através dos ensaios cinéticos, é possível observar que houve remoção completa dos dois compostos em diferentes concentrações, exceto para o *p*-nitrofenol a uma concentração de 100 mg L⁻¹. Possivelmente este fator está ligado a quantidade de lodo utilizada, a qual não foi suficiente para remover todo o contaminante. A partir deste ensaio, verificou-se que o azul de metileno apresenta uma adsorção mais rápida e eficiente que o *p*-nitrofenol, sendo que para a concentração de 25 mg L⁻¹ o tempo para a remoção completa do *p*-nitrofenol foi de 360 min enquanto para o azul de metileno o período foi de 240 min.

5 CONCLUSÃO

O novo adsorvente desenvolvido a partir do lodo de ETA, ativado em altas temperaturas, é uma biomassa de baixo custo e encontrado em abundância. O lodo demonstrou eficiência na remoção dos dois compostos em estudo, porém adsorveu, com maior eficiência e em menores tempos de ensaio, o contaminante azul de metileno. Desta forma é possível concluir que o lodo possui maior afinidade com corantes, no entanto, pode ser utilizado como polimento final, em Estações de Tratamento de Efluente, com fim de remover *p*-nitrofenol e azul de metileno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, American Public Health Association, American Water Works Association, Water. Environmental Federation. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. Publisher:** American Public Health Association. 21th Ed., 2005.

BABATUNDE, A. O.; ZHAO, Y. Q. Equilibrium and kinetic analysis of phosphorus adsorption from aqueous solution using waste alum sludge. *Journal of Hazardous Materials*. v. 184, n. 1-3, p. 746-752, dez. 2010.

Biomedical Centre in Uppsala. Alpha2. Structural Biology Laboratory, Sweden. 2002.

REIS, J. B.; GUIMARAES, E. A.C.M.; BAMPI, J.; LUZ, V. C. da; LEVANDOSKI, W.M.K.; VARGAS, G.D.L.P.; KORF, E.P. **Caracterização físico-química de resíduo de estação de tratamento de água visando a produção de material pozolânico para aplicação geotécnica.** In: Seminario de Engenharia Geotecnia do Rio Grande do Sul, Santa Maria, 2019.

Tang, Y., Zhao, Y., Lin, T., Li, Y., Zhou, R., Peng, Y., 2019. **Adsorption performance and mechanism of methylene blue by H₃PO₄- modified corn stalks.** *Journal of Environmental Chemical Engineering*. 7, 103398. <https://doi.org/10.1016/j.jece.2019.103398>

TOCHETTO, G., VARGAS, G. D. L. P., DERVANOSKI, A. **Adsorção do corante azul de metileno utilizando um novo adsorvente obtido do coco de Jerivá (*Syagrus romanzoffiana*): caracterização, estudo cinético e termodinâmico.** 2020. 41 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Ambiental e Sanitária, Universidade Federal Fronteira Sul, Erechim, 2020.

Palavras-chave: cinética; azul de metileno; p-nitrofenol.

Nº de Registro no sistema Prisma: PES - 2020-0340

Financiamento

UFFS- Campus Erechim

PROBITI – FAPERGS

