

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE MATERIAL ADSORVENTE A PARTIR DE LODO DE ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA

Danubia Santiago Martins¹

Gabriel Mamoru Marques Shinohara²

William Deodato Isique³

Rosane Freire Boina⁴

Gerenciamento de Resíduos Sólidos e Líquidos

Resumo

O lodo é um subproduto do processo de potabilização da água sendo considerado um resíduo que, além de não possuir soluções efetivas, corriqueiramente é descartado de forma irregular e sem nenhum tratamento no Brasil. Objetiva-se com esse trabalho apresentar o processo de produção e caracterização do material obtido a partir do lodo de Estação de Tratamento de Água (LETA) e verificar a possibilidade de utilizá-lo como adsorvente. O LETA foi ativado por processo físico (térmico) e químico (hidróxido de potássio – KOH e o ácido fosfórico – H₃PO₄), formando dois produtos: MA_K e MA_P. Pela análise térmica, têm-se quatro fenômenos endotérmicos que causaram a perda de massa de 20% em 650 °C. Desta forma, a temperatura de queima foi definida em 550 °C. A DRX mostrou a presença das fases caulinita e quartzo, porém, após a ativação, apenas o quartzo se manteve. Nas micrografias via MEV foi possível observar uma superfície rugosa com elevada área superficial e distribuição irregular do tamanho dos grânulos. O KOH teve melhor desempenho em preparar a superfície do material adsorvente. A EDS e a EDX confirmaram a observação via DRX e FTIR: que os materiais são compostos por SiO₂, Al₂O₃ e compostos de carbono, de forma que não apresentam risco à saúde, podendo ser empregados com total segurança. Conclui-se que as mudanças promovidas pela ativação do LETA foram importantes e interessantes visando seu uso como material precursor para produção de adsorvente.

Palavras-chave: Lodos de ETAs; Material Adsorvente; Adsorção; Reuso.

¹Aluna do mestrado em Engenharia Civil, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira – Departamento de Engenharia Civil, danubia.smartins@gmail.com

²Dr. Gabriel Mamoru Marques Shinohara, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente – Departamento de Química e Bioquímica, gmmshinohara@gmail.com

³Dr. Willian Deodato Isique, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, Campus de Ilha Solteira – Departamento de Engenharia Civil, wisique@bol.com.br

⁴Profª. Dra. Rosane Freire Boina, Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Campus de Presidente Prudente – Departamento de Química e Bioquímica, rosane.freire@unesp.br

INTRODUÇÃO

O lodo de Estações de Tratamento de Água (ETA) é classificado como um resíduo no estado sólido ou semissólido (ABNT, 2004), tornando inviável o seu lançamento em rede pública de esgoto ou corpos d'água, devido ao volume gerado e a sua composição química (TSUTIYA, HIRATA, 2001). Porém, Achon e Cordeiro (2015) comprovaram que 86% das ETAs do Estado de São Paulo ainda fazem a destinação incorreta do lodo produzido, descartando-o em corpos d'água sem nenhum tratamento.

Alternativas foram pensadas visando à reutilização do lodo de ETA (LETA): disposição em sistemas de tratamento de esgotos sanitários; produção de materiais cerâmicos; em matrizes de concreto e cimento; auxiliar de floculação e recuperação de coagulantes (TSUTIYA, HIRATA, 2001). ABO-EL-ENEIN et al. (2017) obtiveram resultados excelentes empregando o LETA como precursor de material adsorvente. A ativação promoveu o aumento da área superficial e porosidade, possibilitando a adsorção dos íons metálicos, ampliando uma série de investigações. Com o exposto, objetiva-se com esse trabalho apresentar o processo de produção e caracterização do material adsorvente (MA) física e quimicamente, produzido a partir do LETA.

METODOLOGIA

O LETA foi fornecido pela concessionária de Presidente Prudente-SP. Sendo adensado, seco em estufa até ausência de umidade, destorroado, triturado (moinho de facas) e peneirado ($<355 \mu\text{m}$). A ativação física ocorreu em mufla, em temperatura definida pela análise térmica (TG/DTG), por 1 hora, homogeneizando-o a cada meia hora. O material resultante (MA_A) foi lavado com água deionizada, (1 g para cada 100 mL de água), filtrado em filtro qualitativo e seco em estufa. Para ativação química, foi avaliado o desempenho do KOH e do H_3PO_4 como ativantes químicos, formando dois produtos: MA_K e MA_P . A ativação ocorreu em equipamento *Jar Test* durante 30 minutos com agitação de 240 rpm, em proporção de 1:1 (m/m), em volume de 2 litros (LIU et al., 2010; MORAES, 2014). Para a caracterização, foram realizadas análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV), espectroscopia de energia dispersiva (EDS); espectrometria de fluorescência de raios X (EDX); difração de raios X (DRX); e, espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise térmica do LETA (Figura 1) mostrou quatro fenômenos endotérmicos:

entre 44 e 142 °C, resultante da evaporação de água (3,5%); entre 142 e 211 °C, devido às perdas de água de hidratação (1,5%); entre 224 e 417 °C, referente à desidratação de hidróxidos e volatilização da matéria orgânica (9,5%); e, entre 417 e 654 °C, por mudanças na estrutura molecular e formação de novas fases cristalinas (6,2%) (FUNGARO, SILVA, 2014). A partir de 654 °C, há estabilização e não há picos na curva DTG. A temperatura de queima foi em 550 °C (80% da massa inicial).

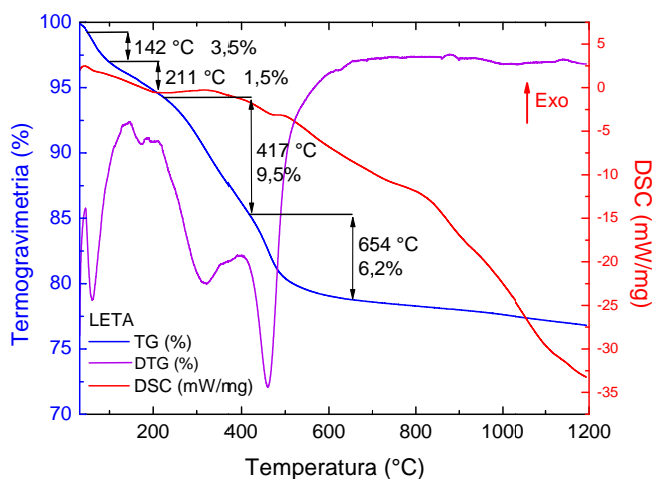


Figura 1 - Análise térmica (TG/DTG) do LETA.

Por MEV observam-se grânulos de matéria orgânica do LETA (Figura 2a) com morfologia laminar, lisa e sem a presença de poros. Após processo térmico (Figura 2b), nota-se irregularidade das partículas, com superfície rugosa, o que pode facilitar a adsorção das substâncias. Em ativação com H_3PO_4 (Figura 2c), percebe-se mudanças no formato e dimensão dos grãos, formando porções aglomeradas e sobrepostas, com elevada rugosidade e área superficial. Ativado com KOH (Figura 2d), tem-se aglomerados de partículas maiores, com maior rugosidade e área superficial do que as outras micrografias. Logo, o KOH teve melhor desempenho em preparar a superfície do LETA.

Nos difratogramas (Figura 3a), observou-se a presença das fases caulinita (JCPDS – 14-0164) e quartzo (JCPDS – 46-1045) na amostra de LETA. Porém, após o tratamento térmico e químico ocorre apenas o quartzo. Os espectros de FTIR (Figura 3b) permitiram constatar que não houve deslocamento de bandas, porém notou-se que a intensidade das bandas do LETA em relação à matéria inorgânica é menor em relação aos MAs, devido ao processo térmico empregado.

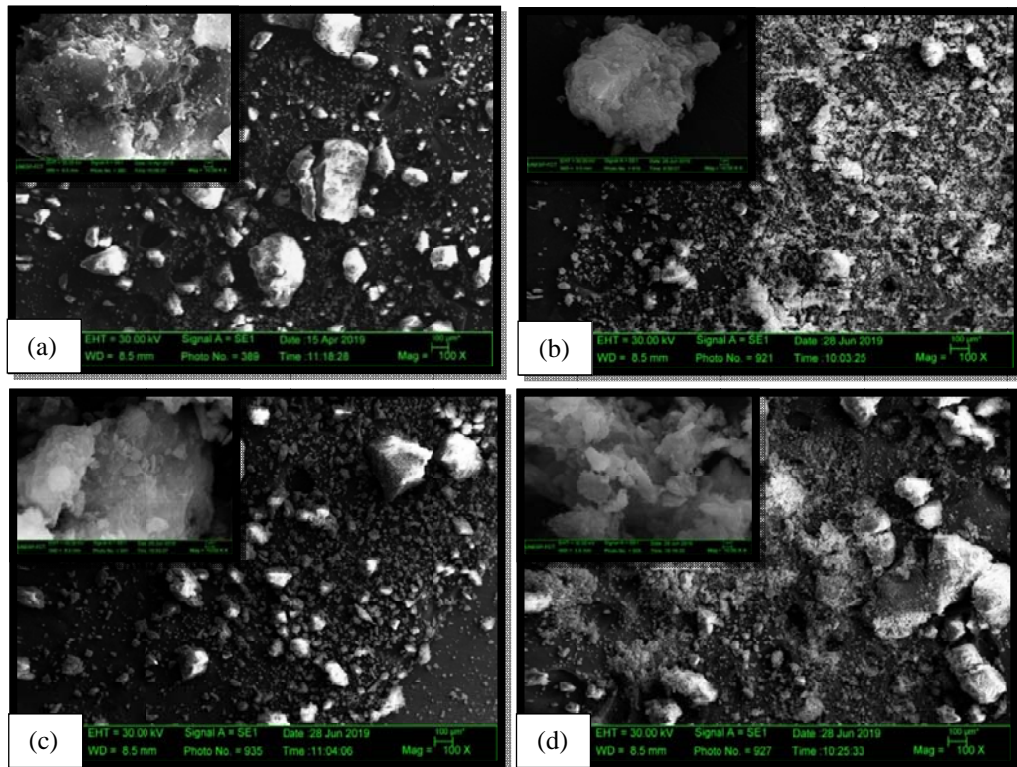


Figura 2 - Micrografias obtidas por MEV: (a) LETA; (b) LETA após queima (550 °C); (c) MA_P; (d) MA_K.

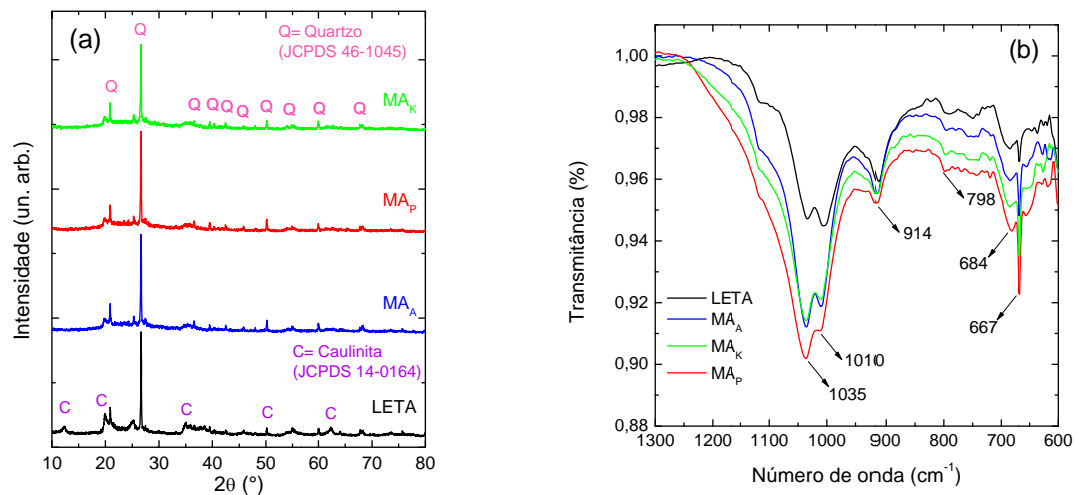


Figura 3 - (a) Difratogramas de raios X e (b) Espectros de FTIR do LETA; MA_A; MA_P e MA_K.

As bandas localizadas entre 1.170 e 1.000 cm^{-1} são atribuídas ao modo vibracional do grupamento OH do composto mineral, mas hidrocarbonetos e silicatos também absorvem nesta região. Entre 1.001 e 1.024 cm^{-1} há um estiramento assimétrico Si-O-Si e Si-O-Al. A banda em 914 cm^{-1} pode ser atribuída ao alongamento das ligações Al-OH e das estruturas Si-O-C ou Si-O-Si. Entre 600 e 800 cm^{-1} , há vibração das ligações Al-O-Si

(FEIFEL; LISDAT, 2011).

A análise de EDS mostrou composição dos CAs em: 62% de oxigênio; 15% de carbono (matéria orgânica); 11% de silício (SiO_2) proveniente do leito dos rios; 8% de alumínio (coagulante); 2% de ferro (solo); e, 2% de outros elementos (Mg, P, K, Ca). Por EDX verificou-se a ausência de elementos químicos nocivos (Pb e Hg), indicando que o material não apresenta risco à saúde, podendo ser empregado com total segurança.

CONCLUSÕES OU CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças promovidas pela ativação física e química do LETA, produzindo o MA_K e MA_P , foram importantes e interessantes, visto a alteração em superfície, morfologia e a constatação de ausência de elementos químicos tóxicos. Assim, assegura-se seu uso e efetividade como precursor para material adsorvente.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela bolsa de estudos e ao CNPq (426753/2018-6) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

- ABO-EL-ENEIN, S. A.; AHMED, S.; ABO EL-DAHAB, S. A. Drinking water treatment sludge as an efficient adsorbent for heavy metals removal. **Applied Clay Science**, v. 146, p. 343-349, 2017.
- ACHON, C. L.; CORDEIRO, J. S. Destinação e disposição final de lodo gerado em ETA – Lei 12.305/2010. In: ASSEMBLEIA NACIONAL DA ASSEMAE, 45., **Anais eletrônicos...** Poços de Caldas: ASSEMAE, 2015. Disponível em: <<http://www.trabalhosassemiae.com.br/sistema/repositorio/2015/1/trabalhos/103/151/t151t1e1a2015.pdf>>. Acesso em: 01 ago. 2019.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 10004: Resíduos sólidos: classificação**. Rio de Janeiro, p. 01. 2004.
- FEIFEL, S. C.; LISDAT, F. Silica nanoparticles for the layer-by-layer assembly of fully electro-active cytochrome c multilayers. **Journal of Nanobiotechnology**, v. 9, n. 59, p. 1-12, 2011.
- FUNGARO, D. A.; SILVA, M. V. Utilization of water treatment plant sludge and coal fly ash in brick manufacturing. **American Journal of Environmental Protection**, v. 2, p. 83-88, 2014.
- LIU; Q. S.; ZHENG, T.; WANG, P.; GUO, L. Preparation and characterization of activated carbon from bamboo by microwave-induced phosphoric acid activation. **Industrial Crops and Products**, v. 31, p. 233-238, 2010.
- MORAIS, E. D. **Produção de carvão ativado, a partir do mesocarpo do coco-da-baía (*cocos nuciferalinn*) utilizando H_3PO_4 , CH_3COONa e KOH como ativantes**. 2014. 68 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2014.
- TSUTIYA, M. T.; HIRATA, A.Y. Aproveitamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água do estado de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 21. **Anais eletrônicos...** João Pessoa: ABES, 2001. Disponível em: <<http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/caliagua/brasil/i-025.pdf>> Acesso em: 20 jul. 2019.