

ESTUDO DA CARACTERIZAÇÃO DO LODO DE ESGOTO INDUSTRIAL TRATADO DE BENEFICIADORA DE ARROZ OBTIDO COMO BIOMASSA PARA PROCESSO DE PIRÓLISE

EMERSON DE MORAES BÖHM¹; ROBERTO TOMEDI SACCO¹; DIEGO GIL DE LOS SANTOS²; PEDRO JOSÉ SANCHES FILHO²; GIANI MARIZA BARWALD BÖHM²

¹ Instituto Federal Sul-rio-grandense - MECA – ebohm2@gmail.com; rtsacco@gmail.com

² Instituto Federal Sul-rio-grandense - PPGECA – pjsans@ibest.com.br; diegogil@pelotas.ifsul.edu.br; gianibohm@ifsul.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O lodo de esgoto é um resíduo inevitável em qualquer processo industrial (SEGGIANE et al., 2012), uma vez que o esgoto obrigatoriamente deve ser tratado para obedecer as normas ambientais. O volume de geração de lodo de esgoto, somados os esgotos doméstico e industrial, chega na ordem dos 20 milhões de toneladas/ano número este que nos próximos anos tende a aumentar em função da crescente urbanização e industrialização mundial (MELERO et al., 2015). Desta forma, a geração crescente de lodo de esgoto, vem tornando-se uma importante questão, em função dos riscos ambientais decorrentes da disposição final deste resíduo (DAI et al., 2013).

Normalmente, o lodo de esgoto industrial tratado é disposto basicamente de três maneiras: uso agrícola como insumo (42%), incinerado com intuito apenas de redução de volume (27%) e disposto em aterro sanitário (14%) (SAMOLADA; ZABANIOTOU, 2014). Porém, essas destinações são restringidas com o aumento do uso terra e suas limitações de territórios utilizáveis para este fim, as questões ambientais e o aumento de rigor na regulamentação para destino final de passivos (CAO et al., 2013). Levando-se em consideração o exposto, há uma demanda por novas e eficientes tecnologias, que venham dar opções ambientalmente corretas para destinação do lodo de esgoto (FYTÍLÍ; ZABANIOTOU, 2008).

Na área ambiental, a pirólise vem se destacando como um processo alternativo de tratamento final de passivos, focando primeiramente na redução de disposição final atrelada a geração de novos produtos com valor agregado, estando em sintonia com a legislação ambiental vigente.

O lodo de esgoto industrial tratado apresenta em sua composição uma considerável quantidade de componentes de origem orgânica e com expressiva densidade de energia (ELLED et al., 2006). Estes componentes orgânicos são geralmente compostos de carboidratos (celulose), proteínas, lipídios e ácidos nucleicos (MANARA; ZABANIOTOU, 2012). Assim sendo, o lodo de esgoto pode vir a ser considerado como uma biomassa de recurso potencial para as conversões termoquímicas como a pirólise (RULKENS, 2008).

Dentro desse contexto, este trabalho teve como objetivo a caracterização preliminar do lodo tratado proveniente da indústria beneficiadora de arroz (LEITBA) situada na cidade de Pelotas-RS, afim de avaliar o potencial de geração de novos produtos, através da pirólise.

2. METODOLOGIA

As análises foram realizadas a partir de amostra obtida em indústria beneficiadora de arroz, situada na cidade de Pelotas-RS. Este lodo foi gerado após

processo de beneficiamento do grão e do tratamento do efluente industrial gerado, sendo recolhido e prensado para posterior destinação final. Para determinação de umidade 10g de amostra foram levados à estufa a 105°C por 24 horas. No final do processo, as amostras foram resfriadas e pesadas (APHA, 2005).

Para a determinação da matéria orgânica, as amostras secas foram calcinadas em mufla a 550°C por 4 horas, promovendo a perda de voláteis (APHA, 2005). Na determinação da umidade, as amostras foram aquecidas em placas de petry na estufa a 105°C por 30 minutos.

Na composição elementar, foram quantificados carbono, nitrogênio, fósforo, cálcio, magnésio e potássio usando a seguinte metodologia: Carbono orgânico por combustão úmida, método de Walkey Black; Nitrogênio total por digestão sulfúrica, método de kjeldahl; Fósforo total por digestão sulfúrica, método de espectrometria de absorção molecular (AM); Potássio total por digestão sulfúrica, método de espectrometria de absorção atômica (AA); Cálcio total por digestão sulfúrica, método de espectrometria de absorção atômica (AA) e Magnésio total por digestão sulfúrica, método de espectrometria de absorção atômica (AA).

Para o pH, foi utilizada a potenciometria com relação de 1:5 entre a amostra e água.

A amostra de lodo foi analisada termogravimetricamente a fim de determinar as faixas de temperatura onde ocorrem perdas de massa, direcionando, assim, os experimentos de pirólise. A análise termogravimétrica da casca de arroz foi realizada em um equipamento (TA Instruments) modelo SDT Q600 V20.9 Build 20 operando com taxa de aquecimento de 20°C.min⁻¹, da temperatura de 50°C até aproximadamente 1000°C, em um porta amostra de alumina, sob fluxo de nitrogênio gasoso de 100 mL.min⁻¹.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para umidade e matéria orgânica total do lodo bem como seus desvios padrão relativos expressos em porcentagem foram respectivamente de 74,8% ±0,3% e de 27,3% ± 2,7%. Estes valores estão em acordo com os valores obtidos com INGELMO (2012). A matéria orgânica em particular encontra-se em níveis mais baixos que os encontrados pelos autores (37%) refletindo uma maior estabilização do lodo deste estudo, pois o conteúdo de matéria orgânica decresce significativamente durante o processo de estabilização do lodo através da respiração microbiológica convertendo-a em CO₂ e ainda através da mineralização (INGELMO, 2012).

Tabela 1: Valores totais em g.kg⁻¹

pH	C/N	C	N	P	K	Ca	Mg
8,8	7:1	96,0	13,7	67,6	2,6	2,1	16,2

O pH de 8,8 indicou um lodo alcalino provavelmente pela presença dos metais alcalinos e alcalinos terrosos. Os níveis de carbono e nitrogênio de 96,0 g.kg⁻¹ e 13,7 g.kg⁻¹ são mais baixas que os obtidos por outros autores para lodos de estação de tratamento de esgoto doméstico (NGUYEN et al., 2013, GONG et al., 2014, WU et al., 2017). Estes resultados estão em acordo com os níveis de matéria orgânica detectadas no lodo, também em níveis mais baixos que os detectados em lodos de estação de tratamento de esgoto doméstico na faixa de 50% (GONG et al., 2014, WU et al., 2017).

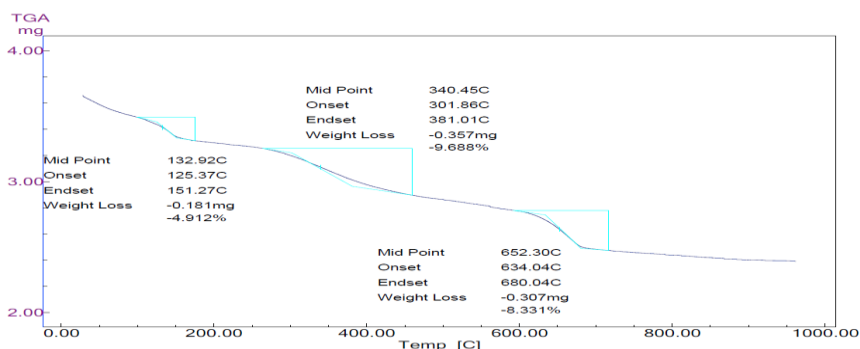


Gráfico 1- Análise termogravimétrica de LEITBA

Em relação à análise termogravimétrica, observa-se que o LEITBA é completamente pirolísado a uma temperatura entorno de 680°C (Gráfico 1). Verifica-se três fases de perda de massa. A primeira fase, entre 132°C e 151°C, refere-se a perda de água, bem como compostos orgânicos livres de menor peso molecular considerados extraíveis do lodo (ALVARES, 2015, WU et al., 2017). A segunda fase indicada pela curva do TGA com perda de aproximadamente 10% da massa analisada, entre 301 e 381°C, pode estar associada à pirólise de carboidratos e lipídeos, segundo ZHANG et al. (2014). Estes resultados vem de encontro com XAVIER (2014) que afirma que após uma pequena mudança de peso desde o início da elevação de temperatura para 300°C, a conversão principal de celulose ocorre entre 300 e 390°C, tendo como maior taxa de decomposição geralmente a faixa compreendida entre 330 e 370°C (LV et al., 2013).

A terceira fase, entre 390 a 680°C, onde há uma perda 8,3%, principalmente no intervalo 634 e 680°C, está relacionada com a pirólise de proteínas e lignina. Os resultados de TGA para LEITBA estão em acordo com WU et al. (2017).

4. CONCLUSÕES

O LEITBA apresenta alto teor de umidade, alto teor de cinzas e baixo teor de matéria orgânica. Na análise termogravimétrica, sugere a presença de lignina e celulose. Tais características sugerem que este material no processo de pirólise apresentará maior rendimento na fase sólida (carvão). Este carvão formado, pode ser utilizado na geração de adsorventes, tornando-se um produto de valor agregado que pode ser comercializado ou usado na própria cadeia produtiva. Com isso, além do retorno financeiro, a questão ambiental do passivo gerado passa a ser contornada, representando uma alternativa ao descarte inadequado destes resíduos, contornando danos ambientais uma vez que a disposição no solo agrário do LEITBA tem de ser criteriosa.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVAREZ, J.; AMUTIO, M.; LOPEZ, G.; BARBARIAS, I.; BILBAO, J.; OLAZAR, M. Sewage sludge valorization by flash pyrolysis in a coical spouted bed reactor. **Chem. Eng. J.** v. 273, p. 173–183, 2015.
- APHA. Standard Methods for the Examination of Wather and Wastewater. 21 ed. Outside: APHA, 2005.
- CAO, J.P.; LI, L.Y.; MORISHITA, K.; XIAO, X.B.; ZHAO, X.Y.; WEI, X.Y.; TAKARADA, T. Nitrogen transformations during fast pyrolysis of sewage sludge. **Fuel**, v. 104, p. 1 -6, 2013.

DAI, Q.J.; JIANG, X.G.; WANG, F.; CHI, Y.; YAN, J.H. PCDD/Fs in wet sewage sludge pyrolysis using conventional and microwave heating. **J. Anal. Appl. Pyrolysis**, v. 104, p. 280–286, 2013.

ELLED, A.L.; ÅMANDA, L.E.; LECKNER, B.; ANDERSSON, B.A. Influence of phosphorus on sulphur capture during co-firing of sewage sludge with wood or bark in a fluidized bed. **Fuel**, v. 85, p.1671–1678, 2006.

FYTÍLÍ, D.; ZABANIOTOU, A. Utilization of sewage sludge in EU application of old and new methods - a review. **Renew. Sust. Energ. Rev.**, v.12, p. 116–140 2008.

INGELMO F., MOLINA M.J., SORIANO M.D., GALLARDO A., LAPEÑA, L.. Influence of organic matter transformations on the bioavailability of heavy metals IUPAC. International Union of Pure and Applied Chemistry. **Oxford: Scientific Publications**, 1997.

GONG, M.; ZHU, W.; XU, Z.R.; ZHANG, H.W.; YANG, H.P. Influence of sludge properties on the direct gasification of dewatered sewage sludge in supercritical water, *Renew. Energy*, v. 66, p. 605–611, 2014.

LV, G.; WU, S. Analytical pyrolysis studies of corn stalk and its remaining components by TG-MS and Py-GC/MS. **J. Anal. Appl. Pyrolysis**, v. 97, p. 11–8, 2012.

MANARA, P.; ZABANIOTOU, A. Towards sewage sludge based biofuels via thermochemical conversion – review. *Renew. Sust. Energ. Rev.*, v.16, p. 2566–2582, 2012.

MELERO, J.A.; SÁNCHEZ-VÁZQUEZ, R.; VASILIAIDU, I.A.; CASTILLEJO F. M.; BAUTISTA, L.F.; IGLESIAS J. Municipal sewage sludge to biodiesel by simultaneous extraction and conversion of lipids. **Energy Convers. Manag.** v.103, p.111–118, 2015.

RULKENS, W. Sewage sludge as a biomass resource for the production of energy: overview and assessment of the various options. **Energy Fuel**, v. 22, p. 9–15, 2008.

SAMOLADA, M.C.; ZABANIOTOU, A. Comparative assessment of municipal sewage sludge incineration, gasification and pyrolysis for a sustainable sludge to-energy management in Greece. **Waste Manag.** v. 34, p. 411–420, 2014.

SEGGIANI, M. ; VITOLO, S.; PUCCINI, M.; BELLINI, A. Cogasification of sewage sludge in an updraft gasifier. **Fuel**, v. 93, p 486–491, 2012.

WU, S-Y; LIU, F-Q.; HUANG, S.; WUA, Y-Q; GAO, J-S. Direct n-hexane extraction of wet sewage sludge at thermal and pressurized conditions: A preliminary investigation on its process and product characteristics. **Fuel Processing Technology**, v. 156, p. 90–97, 2017.

XAVIER, C.F.; BLIN, J. A review on pyrolysis of biomass constituents: Mechanisms and composition of the products obtained from the conversion of cellulose, hemicelluloses and lignin. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v.38, p.594–608, 2014.

ZHANG, J.; TIAN, Y.; ZHU, J.; ZUO, W.; YIN, L. Characterization of nitrogen transformation during microwave-induced pyrolysis of sewage sludge. **J. Anal. Appl. Pyrolysis**, v. 105, p. 335–341, 2014.