

III-069 - ANÁLISE DA REUTILIZAÇÃO DE LODO DE REATOR UASB PARA PRODUÇÃO DE BIOCOMBUSTÍVEL SÓLIDO

Carlos André Silvestre Medeiros de Almeida⁽¹⁾

Engenheiro Civil pelo Centro Universitário Cesmac. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento pela Universidade Federal de Alagoas (UFAL).

Karina Ribeiro Salomon⁽²⁾

Engenheira Agrônoma pela Universidade Federal de Lavras. Mestre em Engenharia de Energia pela Universidade Federal de Itajubá. Doutora em Engenharia Mecânica pela Universidade Federal de Itajubá.

Ivo da Silva⁽³⁾

Químico pela Universidade Estadual de Alagoas. Mestre em Energia da Biomassa pela Universidade Federal de Itajubá. Doutorando em Materiais pela Universidade Federal de Alagoas.

Endereço⁽¹⁾: Rua Dr. José Sampaio Luz, 611 – Ponta Verde - Maceió - AL - CEP: 57035-260 - Brasil - Tel: (82) 99126-6179 - e-mail: candre.civil@gmail.com

RESUMO

A reutilização de resíduos para fins energéticos é uma alternativa promissora do ponto de vista sustentável, visto que sua deposição em aterros sanitários colabora com sua superlotação e a problemas ambientais. O objetivo deste trabalho é uma avaliação da viabilidade energética da reutilização do lodo de ETE junto com o óleo de cozinha residual e o capim elefante para produção de biocombustíveis sólidos densificados denominados de pellets. Foram feitas análises dos pellets em relação com padrões da norma internacional ISO 17225. Os resultados sugeriram que pellets com maiores proporções de lodo aumentaram sua densidade energética. Em relação a norma, todas as amostras tiveram parâmetros aceitos.

PALAVRAS-CHAVE: Sustentabilidade, Saneamento, Energia Renovável.

INTRODUÇÃO

A grande quantidade de resíduos gerados nos centros urbanos é uma problemática Brasileira, existem adversidades desde a coleta à disposição adequada destes (CETRULO et al., 2018). Com esse déficit de correta reciclagem alternativas ao reuso dos resíduos são de grande valia, visto que poderia mitigar danos ao meio ambiente com uma melhor gestão e destinação (PEREIRA; FERNANDINO, 2019).

O lodo de Estações de Tratamento de Esgoto (ETE), é um desses resíduos abundantes que ainda não possuem uma reutilização adequada, comumente é levado à aterros sanitários. Diversas pesquisas determinaram fins sustentáveis para a reutilização do lodo, como conversão térmica, produção de materiais de construção civil, produção de biogás, além da produção energética de pellets (LUTZ et al., 2000; POKHARA et al., 2019; FELCA et al., 2018; JIANG et al., 2016).

Os pellets são biocombustíveis sólidos no qual busca aumentar a densidade energética do material, assim como otimizar processos de transporte e manuseio. Para produção de pellets não-lenhosos, se utiliza muito biomassas como ligantes, com intuito de melhorar a adesão do biocombustível (MUAZU; STEGEMANN, 2017). Uma biomassa renovável abundante é o capim elefante, pesquisas o utilizaram para produção de pellets (MAGALHÃES et al., 2016; SILVA et al., 2019).

O principal propósito desta pesquisa é apresentar uma alternativa sustentável a reutilização do lodo de ETE para produção de pellets, misturado com o capim elefante a fim de melhorar a fixação do combustível e o potencial energético, também contendo em algumas amostras a presença do óleo de cozinha residual, um abundante resíduo sendo produzido cerca de 4,9 bilhões de litros por ano no Brasil (PETROBRAS, 2014).

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras de lodo foram coletadas de um Upflow Anaerobic Sludge Blanket (para o português manta anaeróbica de lodo de fluxo ascendente) mais conhecido como reator UASB, na Estação de Tratamento de

Esgoto Isaura Toledo, localizada no município de Cajueiro/AL (9° 23' 48" S 36° 09' 13" O). O capim elefante no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas (UFAL), localizado no Município de Rio Largo/AL. Já o óleo de cozinha residual foi coletado no Restaurante Universitário da UFAL, na cidade de Maceió/AL.

Para pelletização foram divididas quatro amostras distintas, cujas as proporções em massa estão descritas na Tabela 1. Tais proporções foram determinadas após ensaios prévios e proporções utilizadas na literatura para produção de pellets (SILVA et al., 2019). A porcentagem de óleo foi determinada após experimentos, não conseguindo se produzir pellets com mais de 5% de óleo da mistura em massa do lodo com o capim.

Tabela 1: Amostras para produção dos pellets.

AMOSTRAS	COMPOSIÇÃO EM MASSA
1	Lodo 50% + Capim 50%
2	Lodo 50% + Capim 50% + 5% de óleo*
3	Lodo 25% + Capim 75%
4	Lodo 25% + Capim 75% + 5% de óleo*
*% da soma da massa lodo + capim	

Para caracterizar os pellets foram feitas análises de poder calorífico e densidade a granel para determinar a densidade energética dos pellets, estes foram analisados de acordo com a norma ISO 17225-6 (2014) na qual expressa especificações técnicas de parâmetros de qualidade de pellets não-lenhosos. As análises foram realizadas de acordo com os procedimentos determinados na Tabela 2.

Tabela 2: Parâmetros normativos para análises.

ANÁLISE	PROCEDIMENTO	PARÂMETRO ISO 17225-6
Poder Calorífico (PC)	ISO 18125 (2015)	≥ 14,1 MJ/kg
Densidade à granel (DG)	ISO 17828 (2015)	≥ 600,00 Kg/m ³
Densidade energética (DE)	DE = PC x DG	-

RESULTADOS OBTIDOS

A Figura 1 ilustra os pellets produzidos de acordo com a metodologia proposta no presente trabalho, nos quais tiveram diâmetros iguais de 6mm.



Figura 1: Pellets de lodo com capim.

A Tabela 3 apresenta os resultados encontrados das análises das quatro amostras de pellets produzidos, em relação ao poder calorífico, densidade a granel e densidade energética.

Tabela 3: Poder Calorífico, Densidade à Granel e Densidade Energética dos pellets.

PROPRIEDADES	UNIDADE	AMOSTRA 1	AMOSTRA 2	AMOSTRA 3	AMOSTRA 4
Poder Calorífico	MJ/kg	14,68	15,43	16,51	17,00

Densidade à granel	Kg/m ³	704,90	682,21	621,87	613,19
Densidade energética	GJ/m ³	10,35	10,53	10,27	10,42

ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Ao comparar os resultados encontrados à norma europeia ISO 17225-6 (2014), cujos parâmetros estão expostos na Tabela 2, percebe-se que tanto o poder calorífico quanto a densidade a granel de todas as amostras encontram-se adequados a norma, o que demonstra boa qualidade dos resultados.

Os resultados obtidos de densidade energética são maiores do que pellets produzidos com outros resíduos como o bagaço da cana (10,03 GJ/m³), também do que pellets de madeira nativa (9,93 GJ/m³), porém menor do que outros convencionais como da madeira Pinus (13,60 GJ/m³) tornando assim o material produzido competitivo do ponto de vista energético (GARCIA et al., 2018). Os resultados também foram maiores do que pellets produzidos somente com capim elefante onde os maiores valores encontrados foram de 8,69 GJ/m³, com isso o lodo na composição foi vantajoso apresentando um avanço (MAGALHÃES et al., 2016).

CONCLUSÕES

Os resultados apresentados sugeriram uma boa qualidade do material produzido reutilizando o lodo para fins energéticos, tendo o produto final parâmetros aceitos na norma europeia de padronização de pellets não-lenhosos ISO 17225-6 (2014), sendo competitivos com pellets produzidos com outros materiais como o bagaço de cana e pellets de madeira, por exemplo. O lodo foi vantajoso pois aumentou a densidade a granel dos pellets, por consequência aumentando também a densidade energética.

Como sugestões de futuras pesquisas uma análise econômica da viabilidade de produção dos pellets poderiam ser úteis, assim como de emissão atmosférica deste combustível.

Ao fim deste trabalho, conseguiu-se dar uma alternativa sustentável ao lodo de ETE, resíduo este muito abundante nos centros urbanos, assim como do óleo de cozinha. A reutilização de resíduos para fins energéticos contribui não só para a diversificação da matriz energética brasileira como para o meio ambiente e consequentemente a sociedade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CETRULO, T.B., MARQUES, R.C., CETRULO, N.M., PINTO, F.S., MOREIRA, R.M., CORTÉS, A.D.M., MALHEIROS, T.F. *Effectiveness of solid waste policies in developing countries: A case study in Brazil. Journal of Cleaner Production*, v.05, p.179-187, dec. 2018.
2. FELCA, A.T.A., BARROS, R.M., FILHO, G.L.T., SANTOS, I.F.S., RIBEIRO, E.M. *Analysis of biogas produced by the anaerobic digestion of sludge generated at wastewater treatment plants in the South of Minas Gerais, Brazil as a potential energy source. Sustainable Cities and Society*, v.41, p. 139-153, aug. 2018.
3. GARCIA, D.P., CARASCHI, J.C., VENTORIM, G., PRATES, G.A., PROTÁSIO, T.P. Qualidade dos pellets de biomassas brasileiras para aquecimento residencial: padrões da norma ISO 17225. *Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)*, v.9, p. 45-53, 2018.
4. ISO 17225-6: 2014 - *Solid biofuels - Fuels specification and classes - Part 6 - Graded non-woody pellets*. 2014.
5. ISO 17828: 2015 - *Solid biofuels - Determination of bulk density*. 2015.
6. ISO 18125: 2015 - *Solid biofuels - Determination of calorific value*. 2015.
7. JIANG, L.; YUAN, X.; LI, H.; CHEN, X.; XIAO, Z.; LIANG, J.; LENG, L.; GUO, Z.; ZENG, G. *Copelletization of sewage sludge and biomass: Thermogravimetric analysis and ash deposits. Fuel Processing Technology*, v.145, p.109-115, 2016.
8. LUTZ, H., ROMERO, G.A., DAMASCENO, R.N., KUTUBUDDIN, M., BAYER, E. *Low temperature conversion of some Brazilian municipal and industrial sludges. Bioresource Technology*, v.74, p. 103-107, sep. 2000.
9. MAGALHÃES, M. A.; DONATO, D. B.; CANAL, W. D.; CARNEIRO, A. C. O.; PEREIRA, B. L. C.; VITAL, B. R. Caracterização de pellets produzidos a partir de capim-elefante para uso energético. *Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)*, v.7, p.155-162, ago. 2016.
10. MUAZU, R. I.; STEGEMANN, J. A. *Biosolids and microalgae as alternative binders for biomass fuel briquetting. Fuel*, v.194, p. 339-347, 2017.

11. PEREIRA, T.S., FERNADINO, G. *Evaluation of solid waste management sustainability of a coastal municipality from northeastern Brazil. Ocean & Coastal Management*, v.179, sep. 2019.
12. PETROBRAS. Agencia Petrobras. Petrobras Biocombustível mobiliza população cearense para o descarte consciente do óleo de cozinha. 2014. Disponível em: <https://www.agenciapetrobras.com.br/Materia/ExibirMateria?p_materia=976748>. Acesso em: 11 de Novembro de 2019.
13. POKHARA, P., EKAMPARAM, A.S.S., GUPTA, A.B., RAI, D.C., SINGH, A. *Activated alumina sludge as partial substitute for fine aggregates in brick making. Construction and Building Materials*, v.221, p. 244-252, oct. 2019.
14. SILVA, S.B., ARANTES, M.D.C., ANDRADE, J.K.C., ANDRADE, C.R., CARNEIRO, A.C.O., PROTÁSIO, T.P. *Influence of physical and chemical compositions on the properties and energy use of lignocellulosic biomass pellets in Brazil. Renewable Energy*, v.147, p. 1870-1879, sep. 2019.