

II-290 - OBTENÇÃO DE BIO-ÓLEO ATRAVÉS DE CRAQUEAMENTO TÉRMICO CATALÍTICO DE LODO DE ESGOTO MAIS GORDURA RESIDUAL EM ESCALA PILOTO

Lia Martins Pereira⁽¹⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil na área de concentração Saneamento e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (PPGEC/UFPA). Doutoranda na área de concentração de Engenharia de Processos pelo Programa Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia PRODERNA/UFPA.

Nélio Teixeira Machado⁽²⁾

Engenheiro Químico pela UFPA, Mestre em Eng^a. Mecânica COPPE-UFRJ, Dr.-Ing Verfahrenstechnik TUHH (Technische Universität Hamburg-Harburg). Pós-Doutor Engenharia de Bioenergia Leibniz-Institut für Agrartechnik Potsdam-Bornim e.V. (ATB). Professor Titular da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental FAESA/ITEC/UFPA, Docente Permanente do Programa de Doutorado em Eng^a. de Recursos Naturais da Amazônia-UFPA

Hélio da Silva Almeida⁽³⁾

Engenheira Sanitarista pela Universidade Federal do Pará. Mestre em Engenharia Civil -área de concentração-Hidráulica e Saneamento pela EESC/USP (2000) e Doutorado em Engenharia de Recursos Naturais da Amazônia pela Universidade Federal do Pará (2015). Docente permanente da Faculdade de Engenharia Sanitária e Ambiental FAESA/ITEC/UFPA.

Fernanda Paula da Costa Assunção⁽⁴⁾

Engenheira Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestranda em Engenharia Civil na área de concentração Saneamento e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (PPGEC/UFPA)

Laércio dos Santos Rosa Junior⁽⁵⁾

Engenheiro Sanitarista e Ambiental pela Universidade Federal do Pará. Mestrando em Engenharia Civil na área de concentração Saneamento e Recursos Hídricos pelo Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil da Universidade Federal do Pará (PPGEC/UFPA)

Endereço⁽¹⁾: Rua da Mata, 60 - Marambaia – Belém, - PA - CEP: 66615550 - Brasil - Tel: (91) 98887-1038 - e-mail: liapereira@ufpa.br

RESUMO

Neste trabalho investigou-se a produção de bio-óleo via craqueamento térmico catalítico (pirólise) em escala piloto, a partir da mistura de lodo de esgoto com gordura residual, utilizando-se de CaCO_3 como catalisador. A reação produziu produto líquido orgânico (bio-óleo) e uma fase aquosa com rendimentos de 4,96% (w/w) e 1,80% (w/w), respectivamente. O bio-óleo foi caracterizado pelo índice de acidez, que quantificou valores variando de 23,4817 a 38,3249 mg KOH/g e pela Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) que apresentou alcenos monosubstituídos, deformação axial assimétrica de CO_2 e deformações axiais alifáticas da ligação C-H do grupo metileno (CH_2) e metila (CH_3).

PALAVRAS-CHAVE: Bio-óleo, lodo de esgoto, craqueamento térmico catalítico.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de tratamento de esgoto geram subprodutos sólidos, líquidos e gasosos. Entre os subprodutos sólidos gerados nesses sistemas o lodo de esgoto é o que representa o maior percentual, considerado uma biomassa de acordo com a descrição de Saidur (2011).

Uma das formas de aproveitamento desses materiais é a sua utilização como biomassa para o processo de pirólise, que consiste na transformação térmica, na ausência de oxigênio. A pirólise está entre os inúmeros processos termoquímicos de conversão de biomassa. Esta pode ser realizada através da rota tecnológica de craqueamento térmico e térmico catalítico, onde, de acordo com Kim, *et al.* (2013), são utilizadas temperaturas

e/ou pressões elevadas para promover a alteração da estrutura química do material utilizado. Estas rotas se mostram promissoras formas de decomposição de lodo de esgoto, resíduos gordurosos e resíduos têxteis (Botton *et al.*, 2012).

Neste trabalho, investigou-se a produção de bio-óleo pirolítico via rota tecnológica de craqueamento térmico catalítico em escala piloto, a partir da mistura de lodo de esgoto com gordura residual, utilizando-se de CaCO_3 como catalisador. A reação produziu produto líquido orgânico (bio-óleo) e uma fase aquosa com rendimentos de 4,96% (w/w) e 1,80% (w/w), respectivamente. O bio-óleo foi caracterizado pelo índice de acidez, que quantificou valores variando de 23,4817 a 38,3249 mg KOH/g e pela Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR) que apresentou alcenos monosubstituídos, deformação axial assimétrica de CO_2 e deformações axiais alifáticas da ligação C-H do grupo metileno (CH_2) e metila (CH_3).

OBJETIVO

O objetivo deste trabalho foi investigar a obtenção de bio-óleo pirolisado através da rota tecnológica de craqueamento térmico catalítico de lodo de esgoto mais gordura residual em escala piloto, possibilitando um destino sanitariamente adequado para esses resíduos.

METODOLOGIA

Coleta, preparação das amostras e processo de craqueamento térmico catalítico (pirólise)

O lodo de esgoto usado neste estudo foi obtido da descarga de um reator UASB, após desagregamento em leito de secagem, da Estação de Tratamento de Esgoto da Vila da Barca, localizada na Região Metropolitana de Belém, enquanto que a gordura residual foi coletada das caixas retentoras de material graxo do sistema de tratamento de esgoto do restaurante universitário da Universidade Federal do Pará. Os procedimentos preliminares de preparação da amostra foram os seguintes: 1) Lodo: secagem térmica, moagem e armazenamento. A secagem térmica foi realizada em estufa e o desagregamento do lodo seco foi utilizado um moinho de bolas; 2) Gordura residual: o material foi pesado e aquecido com auxílio de uma resistência, em seguida foi passado por uma peneira 10 Mesh para a remoção de resíduos grosseiros.

O experimento de craqueamento térmico catalítico foi realizado em uma unidade piloto (Figura 1), na temperatura de 330 °C, utilizando-se uma massa de lodo de esgoto do lodo seco de 19 kg, com teor de umidade de 7%; 6,7 kg de gordura residual e 1,3 kg de CaCO_3 .

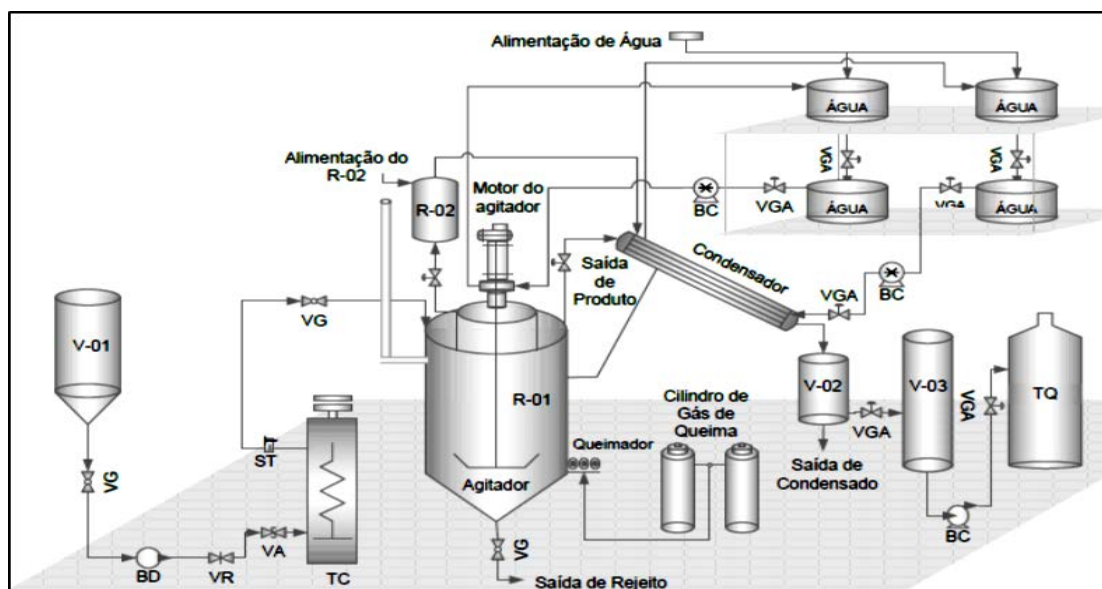


Figura 1 – Planta piloto de craqueamento LEQ/UFPA

O bio-óleo obtido no experimento foi coletado em diferentes temperaturas até atingir a temperatura de reação final (330 °C) e inicialmente submetido em um pré-tratamento, no qual consistiu de decantação (separação de fases formadas). A amostra pré-tratada do bio-óleo foi submetida em refrigeração (4 °C) para sua preservação e, posteriormente, encaminhada à análise para caracterizações físico-químicas.

Rendimento do bio-óleo obtido no experimento

O rendimento do processo foi determinado pela seguinte equação:

$$Plo \% = \frac{M_{plo}}{M_{mp}} \times 100\% \quad (1)$$

Onde:

MPLO - Massa do Produto Líquido Orgânico (sem a fase aquosa);

Mmp - Massa do lodo;

Caracterização do produto líquido orgânico obtido no experimento

- *Índice de Acidez* - a acidez do bio-óleo foi determinada pelo método titulométrico, utilizando-se uma solução alcoólica de KOH (0,2 N) e uma solução indicadora de fenolftaleína (1% em álcool etílico 95%). Este método é adaptado do método oficial AOCS Ca 5 - 40 (AOCS, 1988).
- *Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)* - Os espectros foram obtidos em espectrômetro FTIR (Shimadzu, modelo Prestige 21) pertencente ao laboratório do Instituto Militar de Engenharia (IME-RJ).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto ao rendimento

- Constatou-se ao longo do processo a formação de água, com um percentual próximo a 1,80% e que o rendimento para PLO foi muito baixo (4,96%). Resultado diferente foi obtido por Murakami *et al.* (2009), que obteve cerca de 11-16% de PLO durante o processo de craqueamento térmico de lodo de esgoto doméstico.

Quanto à caracterização da fase líquida (bio-óleo)

- *Índice de acidez*: O bio-óleo apresentou IA variando entre dez amostras coletadas a cada 10 minutos de 23,4817 a 38,3249 mg KOH/g de amostra. O valor do índice de acidez do produto indica diretamente a quantidade não convertida de ácidos graxos. Assim, quanto menor a acidez, maior a conversão e melhor qualidade do produto (RATTON, 2012).
- *Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier (FTIR)*: Os espectros de FTIR de amostras 7 (290 °C), 8 (320 °C) e 11 (330 °C) do PLO são ilustrados na Figura 2.

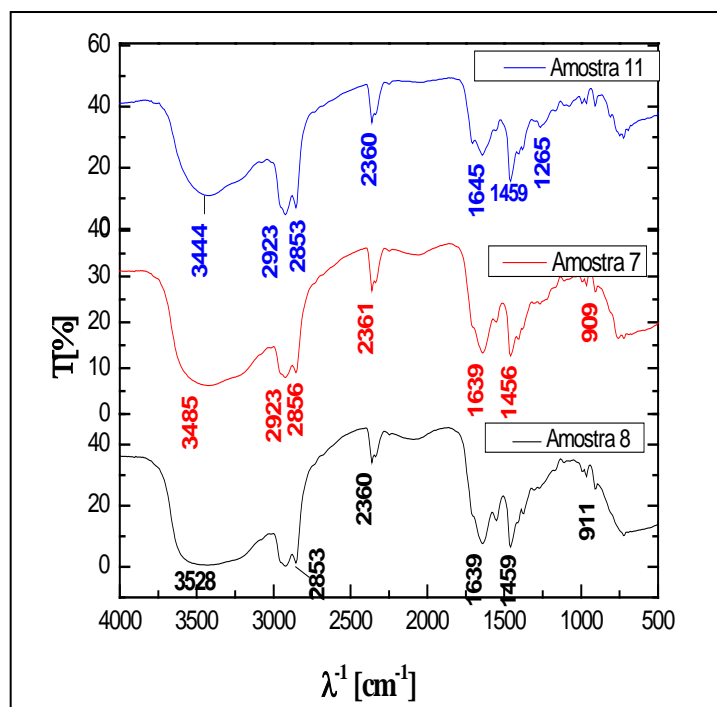


Figura 2 – Espectros de três amostras do PLO (bio-óleo)

No espectrograma do experimento foi visualizada a presença de uma banda fraca na região entre 1636-1645 cm^{-1} , a qual corresponde a vibração de deformação axial de ligação C=C, possivelmente de olefinas conjugadas. A presença de alkenos monosubstituídos pode também ser caracterizada pela deformação angular fora do plano de C-H em torno de 909 cm^{-1} (amostra 7) e 911 cm^{-1} (amostra 8). As bandas visualizadas em 2360 cm^{-1} , são características da deformação axial assimétrica de CO_2 . As bandas próximas de 2923 cm^{-1} e 2853 cm^{-1} são características de deformações axiais alifáticas da ligação C-H do grupo metileno (CH_2) e metila (CH_3). Ainda de acordo os espectros, pode-se visualizar uma banda de média intensidade próxima de 1459 cm^{-1} , sendo característica da deformação angular simétrica da ligação C-H do grupo metil. Nos espectros foi visualizada uma banda de deformação axial larga de O-H em ligação hidrogênio intermolecular entre 3444 cm^{-1} e 3528 cm^{-1} , provavelmente devido à presença de água nestas amostras.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Analisando os resultados obtidos no estudo notou-se um rendimento baixo para o produto líquido orgânico (PLO), sendo justificável pela baixa concentração de matéria orgânica não mineralizada na matéria prima usada em maior percentagem, o lodo (67%), pois é um lodo muito digerido. Quanto ao índice de acidez desse produto, variando em valores entre 23,4817 a 38,3249 mg KOH/g das alíquotas das amostras coletadas, apresentou valor muito acima do esperado 1,0 mg KOH/g, estabelecido pela Agência Nacional do Petróleo – ANP, para uso como óleo combustível, indicando que outros testes com uso de catalisadores básicos, em percentagens diferentes poderão ser realizados. Em relação aos espectros formados por Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier, as bandas encontradas com ligações C=C, C-H e O-H, comprovam a formação de hidrocarbonetos, encontrados em combustíveis fósseis como petróleo, com presença de água também.

CONCLUSÕES

É possível afirmar que a pirólise do lodo com a adição de gordura residual, na presença de CaCO_3 , é viável tecnicamente para o aproveitamento desse resíduo, produzido no tratamento de esgoto, no que diz respeito ao bio-óleo gerado, embora o rendimento tenha sido consideravelmente baixo (valor próximo a 5%). Porém, os espectros de infravermelho demonstraram que a rota tecnológica de craqueamento térmico catalítico proporcionou a pirólise dos materiais, transformando os ácidos carboxílicos de cadeia longa em cadeias menores. Já os valores do índice de acidez indicam um PLO com relativa qualidade.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BOTTON, V.; RIVA, D.; SIMIONATTO, E. L.; WIGGERS, V. R.; ENDLER, L.; MELER, H. F.; BARROS, A. A. C. Craqueamento Térmico-Catalítico da mistura óleo de fritura usado-lodo de estamparia têxtil para produção de óleo com baixo índice de acidez. *Quim. Nova*, v. 35, n. 4, p. 677-682, 2012.
2. KIM, K. H., KIM, T. S., LEE, S. M., CHOI, D., YEO, H., CHOI, I. G., & CHOI, J. W. Comparison of physicochemical features of biooils and biochars produced from various woody biomasses by fast pyrolysis. *R. Energy, Oxford*, v. 50, p. 188-195, 2013.
3. MURAKAMI, T.; SUZUKI, Y.; NAGASAWA, H.; YAMAMOTO, T.; HOROSE, H.; OKAMOTO, S. Combustion characteristics of the sewage sludge in a incineration plant for energy cocoverly. *Fuel*, V.90, n. 6, p. 778-783, 2009.
4. RATTON, A. R. Produção de hidrocarbonetos a partir do craqueamento de resíduos provenientes de caixa de gordura. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências em Química) – Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2012.
5. SAIDUR, R. A review on biomass as a fuel for boilers. *Renewable and sustainable energy reviews*, v. 15, n. 5, p. 2262-2289, 2011.