

III-079 - IMPLANTAÇÃO DE UM PROCESSO DE TRATAMENTO DE RESÍDUOS DE RESTAURANTE A PARTIR DE UM BIODIGESTOR COM PÓS-TRATAMENTO POR ZONA DE RAÍZES

Rodrigo Augusto F. O. Zawadzki⁽¹⁾

Mestre em Química pela Universidade Federal do Paraná. Professor de Tratamento de Águas e Efluentes do SENAI Cidade Industrial de Curitiba.

Juliene Paiva Flores

Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial (UFPR/SENAI/Uni-Stuttgart)

Felipe Cury Mazza

Mestre em Meio Ambiente Urbano e Industrial (UFPR/SENAI/Uni-Stuttgart)

Maristela Stakiw Fracaro Lopes

Técnica em Meio Ambiente (SENAI CIC)

Maclene Lopes Gomes

Graduada em Engenharia Química (PUC PR)

Endereço⁽¹⁾: Rua Senador Accioly Filho, 298 – Cidade Industrial - Curitiba - PR - CEP: 81310-000 – Brasil - Tel: +55 (41) 32717188 - e-mail: rodrigo.zawadzki@pr.senai.br

RESUMO

Com vistas à destinação adequada dos resíduos de restos de alimentos produzidos no restaurante do Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial da Cidade Industrial de Curitiba (SENAI/CIC), este trabalho se propôs a desenvolver um sistema combinado de biodigestor anaeróbico e pós-tratamento do efluente percolado por zona de raízes. Foi construído um sistema de biodigestores em 2 contêineres plásticos de 1 m³ cada, unidos por tubulação. O efluente líquido percolado, gerado no processo de biodigestão, foi direcionado a um sistema de zona de raízes, utilizando a macrófita *Taboa* (*Tiphyia* sp.), plantadas a um espaçamento de 15 cm. Semanalmente eram recolhidos cerca de 2 Litros de amostra do biodigestor 1. Nesta amostra eram realizados os parâmetros: COT (carbono orgânico total) e Nitrogênio Total, visando à obtenção da Relação Carbono Nitrogênio (C/N) do lodo digerido. Também eram coletadas amostras do afluente e efluente do sistema de zona de raízes, que eram destinadas a análises de DQO. Durante o período estudado, a Relação Carbono/Nitrogênio encontrada no lodo do biodigestor, passou de valores médios de 90/1, para valores próximos de 13/1, considerados como indicadores da bioestabilização do reator. O sistema de tratamento do percolado através de zona de raízes apresentou remoção de DQO média de 90%, sendo considerado bastante eficiente, uma vez que o percolado inicialmente apresentou DQO média de 5.500 mg O₂/L e o efluente apresentou DQO média de 486 mg O₂/L. O presente estudo mostra a adoção inédita de sistema de zona de raízes como pós-tratamento de efluente de biodigestor de resíduos orgânicos. No entanto, é necessário o estudo de uma quantidade maior de parâmetros de desempenho do sistema de biodigestão.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo sólido, biodigestor, zona de raízes, bioestabilização.

INTRODUÇÃO

A correria do dia a dia faz com que o brasileiro se alimente cada vez mais fora de casa, o que torna o setor de restaurantes um dos que mais cresce no Brasil, cerca de 31% da população consome comida de restaurantes semanalmente, número que deve atingir 50% até 2020 (ABRASEL, 2012).

Em estudo realizado por Junior (2012) na cidade de Santos, 54% de todo resíduo sólido gerado em um restaurante é de restos de alimentos, que poderiam ser destinados a processos de biodigestão, gerando subprodutos como adubo orgânico e biogás.

Um biodigestor compõe-se, basicamente, de uma câmara fechada na qual uma biomassa (resíduo de origem orgânica) é fermentada anaerobicamente, tendo como resultado desta fermentação a liberação de biogás e a produção de um biofertilizante (DE ALMEIDA, 2008).

Visando destinar adequadamente os resíduos de restos de alimentos produzidos em um restaurante, utilizando biodigestão e dar tratamento adequado ao percolato produzido pelo biodigestor, este trabalho se propôs a desenvolver um sistema combinado de biodigestor anaeróbico e pós-tratamento do efluente percolato por zona de raízes.

METODOLOGIA

Este experimento foi realizado na cidade de Curitiba, no período de fevereiro à junho do ano de 2014.

MONTAGEM E ALIMENTAÇÃO DOS BIODIGESTORES

Foi construído um sistema de biodigestores montados em 2 contêineres plásticos de 1 m³ cada, contendo uma abertura rosqueável de 100 mm em sua superfície para alimentação (Figura 1a). Uma tubulação de 50 mm comunicava o primeiro com o segundo contêiner (Figura 1b), por onde o líquido percolato vertia pela extremidade superior do primeiro contêiner em direção ao segundo contêiner. Em cada contêiner foi instalada uma válvula de fundo para a remoção do lodo digerido.

Estes biodigestores foram então enclausurados em uma estrutura coberta com placas em policarbonato, fechada inclusive em suas laterais (Figura 1c).

O biodigestor 1 era alimentado 2 vezes por semana, quando eram colocados 40 Litros de alimentos triturados, utilizando-se um balde de 20 Litros e 4 Litros de água com auxílio de copo de bécker de 2 Litros. Os resíduos de alimentos eram coletados no restaurante do SENAI CIC (Serviço Nacional de Aprendizagem Industrial – Cidade Industrial de Curitiba), triturados em triturador mecânico até uma granulometria de 0,5 a 1 cm.

O biogás formado foi direcionado a um lavador de gases com capacidade de 2 Litros, preenchido com Hidróxido de Sódio a 10% através de mangueiras de silicone instaladas na superfície de cada contêiner. Esta solução era semanalmente trocada (Figura 1d).

O efluente (líquido percolato) formado durante a digestão anaeróbica foi direcionado (Figura 1e) a um sistema de Zona de Raízes (Figura 1f).



Figura 1: Sistema de biodigestores e zona de raízes utilizados neste trabalho; (a) sistema de biodigestores montados em 2 contêineres plásticos; (b) tubulação de 50 mm que comunicava o primeiro com o segundo contêiner; (c) biodigestores enclausurados em uma estrutura de policarbonato; (d) sistema de lavador de gases; (e) tubulação que comunicava os biodigestores ao sistema de zona de raízes; (f) sistema de zona de raízes.

MONTAGEM DOS LEITOS DE ZONA DE RAÍZES

O líquido percolato (efluente) gerado no processo de biodigestão, foi direcionado a um sistema de zona de raízes, montado em 2 caixas de fibra de vidro de 1 m³ cada, preenchidas com uma altura de aproximadamente 30 cm de pedra brita nº 2, 20 cm de areia média, e 5 cm de terra preta. A macrófita utilizada nos leitos foi a Taboa (*Tiphyha* sp.), plantadas a um espaçamento de 15 cm de distância umas das outras.

Para controle de eficiência do processo, as plantas foram podadas a meia altura, ou seja, como a Taboa atinge entre 1 a 1,2 m de altura, as plantas foram mantidas entre 50 a 60 cm de altura. Esta poda teve como objetivo evitar que o crescimento vegetal atingisse um equilíbrio metabólico, que seria responsável por diminuir a taxa de remoção de matéria orgânica do efluente.

ACOMPANHAMENTO ANALÍTICO

Semanalmente, através da válvula de fundo eram recolhidos cerca de 2 Litros de amostra do biodigestor 1. Nesta amostra eram realizados os parâmetros: COT (carbono orgânico total) e Nitrogênio Total, visando a obtenção da Relação Carbono Nitrogênio (C/N) do lodo digerido e avaliação da sua maturação.

O desempenho do sistema de zona de raízes foi analisado em termos do comparativo da DQO (Demanda Química de Oxigênio) do efluente bruto (líquido percolado produto da digestão anaeróbica) e do efluente clarificado (líquido de saída dos leitos de Zona de Raízes). No entanto, este parâmetro foi realizado entre os meses de abril à junho, quando o biodigestor passou a produzir o percolado. A Tabela 1 apresenta os parâmetros analíticos utilizados neste trabalho e as metodologias adotadas.

Tabela 1: Parâmetros analisados nas amostras do biodigestor e metodologias adotadas.

Parâmetro analisado	Metodologia adotada	Referências
Nitrogênio Total	Nitrogênio Kjeldahl - Ácido salicílico	MAPA ⁽¹⁾ , 2007
Carbono Orgânico	Sólidos Totais, Totais Fixos e Voláteis em águas, sólidos e biossólidos.	EPA ⁽²⁾ 1684, 2001
Demanda Química de Oxigênio	Refluxo fechado, Método Colorimétrico	SM ⁽³⁾ 5220 D

⁽¹⁾MAPA: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento; ⁽²⁾EPA: United States Environmental Protection Agency; ⁽³⁾SM: StandardMethods for the Examination of Water and Wastewater.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No processo de digestão anaeróbica a relação C/N é um fator relevante, pois os organismos vivos necessitam de nitrogênio para realizar a síntese de proteínas, sendo necessário existir uma proporção adequada entre o carbono e o nitrogênio, do contrário as bactérias não são capazes de consumir o carbono presente, dificultando o processo de digestão. A relação ótima de C/N situa-se entre 20-30/1 para o início do tratamento e entre 10-13/1 para que o resíduo seja considerado estabilizado (MBULIGWE; KASSENKA, 2004).

A Figura 3 apresenta a Relação Carbono/Nitrogênio encontrada no lodo de fundo do biodigestor. Inicialmente os valores chegaram a ultrapassar 90/1, como a coleta de 21/02, no entanto, no mês de junho as análises passaram a indicar a estabilização do reator, quando os valores encontrados ficaram próximos a 13/1.

A Figura 3 apresenta os resultados obtidos na Relação Carbono/Nitrogênio do lodo de fundo do Biodigestor.

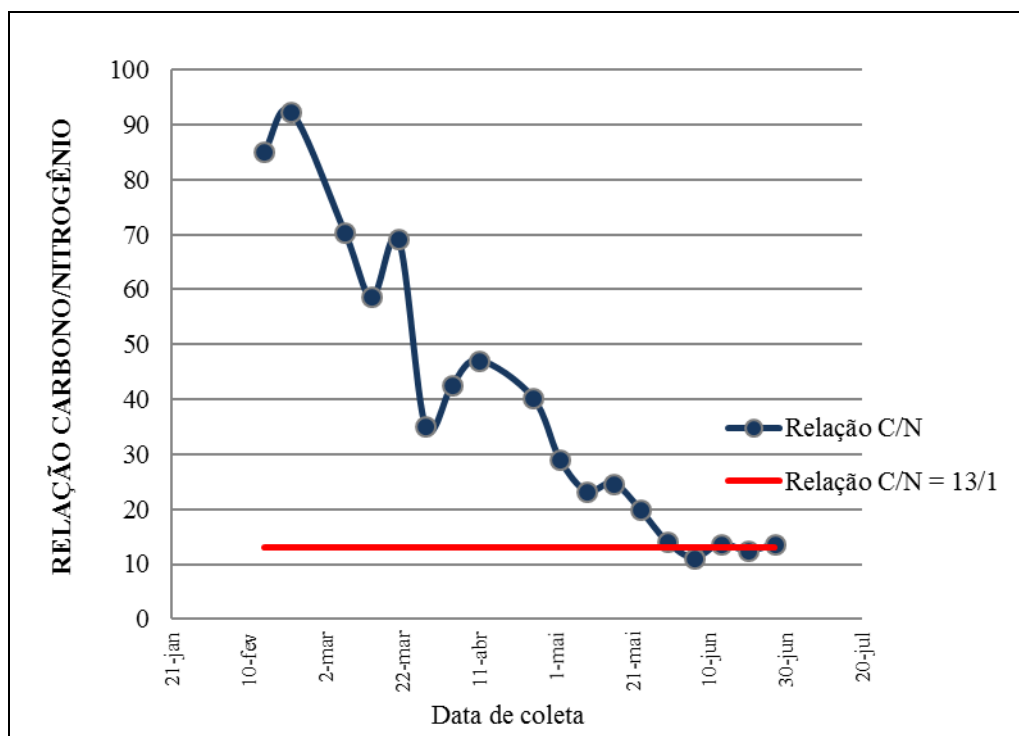


Figura 3: Relação Carbono/Nitrogênio encontrada no lodo de fundo do biodigestor

A Figura 4 apresenta os resultados de Remoção de DQO do percolado pelo sistema de zona de raízes. Os resultados de % de remoção ficaram próximos de 90%, apenas a coleta do dia 04/04/2014, apresentou remoção próxima de 70%. Em estudo realizado por De Araújo Almeida, Oliveira e Kliemann (2007), intitulado “Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário”, a % média de remoção de DQO, obtida pela Taboa foi de 92%, muito próximo dos resultados obtidos neste estudo.

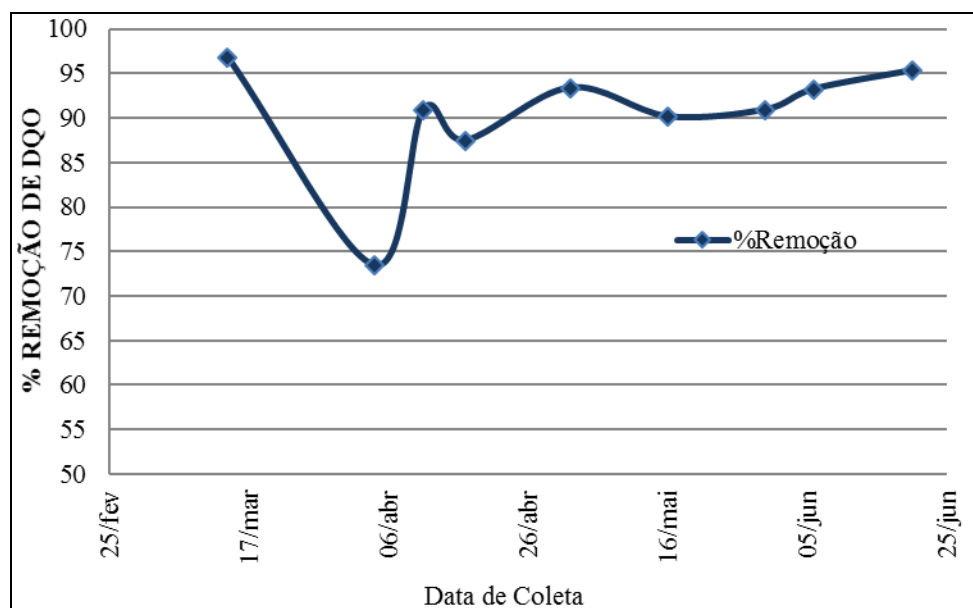


Figura 4: Porcentagem de Remoção de DQO, utilizando sistema de zona de raízes por macrófita Taboa.

A remoção de DQO, apresentada na Figura 4, é relevante, uma vez que a DQO média do afluente (percolado do biodigestor) era de 5.500mgO₂/L e o efluente apresentou DQO média de 486mgO₂/L.

CONCLUSÃO

O presente estudo mostra a adoção inédita de sistema de zona de raízes como pós-tratamento de efluente de biodigestor de resíduos orgânicos. No entanto, há a necessidade de estudar-se uma quantidade maior de parâmetros de desempenho do sistema.

Durante o período estudado, a Relação Carbono/Nitrogênio encontrada no lodo do biodigestor, passou de valores médios de 90/1, para valores próximos de 13/1, considerados como indicadores da bioestabilização do reator.

O sistema de tratamento do percolado através de zona de raízes apresentou remoção de DQO média de 90%, sendo considerado bastante eficiente, uma vez que o percolado inicialmente apresentou DQO média de 5.500mgO₂/L e o efluente apresentou DQO média de 486mgO₂/L.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ABRASEL. Com renda maior, brasileiro come mais fora de casa. Disponível em: <<http://www.abrasel.com.br/noticias/1725-161012-com-renda-maior-brasileiro-come-mais-fora-de-casa.html>>. Acesso em: 16/04/2015.
2. JUNIOR, Arnaldo Newton de Aguiar Lafuente. Resíduos sólidos em restaurante comercial: um estudo de caso na cidade de Santos/SP. Revista de Tecnologia Aplicada, v. 1, n. 2, p. 44-61, 2012.
3. DE ALMEIDA, GUSTAVO VILLAS BÔAS PIRES. Biodigestão anaeróbica na suinocultura. 2008.
4. STANDARD METHODS. AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 ed. 1998.
5. EPA. UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION. Environmental Regulations and Technology, July, 2003.
6. MAPA. BRASIL, INSTRUÇÃO NORMATIVA SDA Nº 28, 12 DE JUNHO DE 2007. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Manual de Métodos Analíticos Oficiais para Fertilizantes Minerais, Orgânicos, Organominerais e Corretivos.
7. MBULIGWE, S. E.; KASSENKA, G. R. Feasibility and strategies for anaerobic digestion of solid waste for energy production in Dar es Salaam city, Tanzania. Resources, Conservation and Recycling, v. 42, n. 2, p. 183-203, 2004.
8. DE ARAÚJO ALMEIDA, Rogério; OLIVEIRA, Luiz Fernando Coutinho; KLIEMANN, Huberto José. Eficiência de espécies vegetais na purificação de esgoto sanitário. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in the Tropics), v. 37, n. 1, p. 1-9, 2007