

### III-128 - AVALIAÇÃO DO USO DE DIFERENTES INÓCULOS NA BIODIGESTÃO DO RESÍDUO ORGÂNICO VISANDO A PRODUÇÃO DE BIOGÁS

**Geisa Vieira Vasconcelos Magalhães** <sup>(1)</sup>

Doutoranda em Engenharia Civil e Mestre em Engenharia Civil, com área de concentração em Saneamento Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduação em Química pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará (IFCE).

**Ari Clecius Alves de Lima** <sup>(2)</sup>

Doutor em Engenharia Civil e Mestre em Engenharia Civil, com área de concentração em Saneamento Ambiental, pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduação em Engenharia Química pela UFC

**Ana Vivian Parente Rocha Martins** <sup>(3)</sup>

Doutoranda em Engenharia Civil com área de concentração em Saneamento Ambiental, Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduação em Química pela UFC

**Bruno Lucio Meneses Nascimento** <sup>(4)</sup>

Doutorando em Engenharia Civil com área de concentração em Saneamento Ambiental, Mestre em Engenharia Química pela Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduação em Química pela UFC.

**Ronaldo Stefanutti** <sup>(5)</sup>

Professor adjunto/Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará (UFC). Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP), mestrado em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (USP) e doutorado em Ciências pelo Centro de Energia Nuclear na Agricultura (USP).

**Endereço<sup>(1)</sup>:** Rua do Anjo Branco 1131, apt 904 torre alegria Fortaleza, Ceará CEP: 60822165 e-mail: [geisavieira@hotmail.com](mailto:geisavieira@hotmail.com)

#### RESUMO

A conscientização em relação à importância da proteção ao meio ambiente é necessária a fim de se obter um manejo de resíduos mais sustentável, sendo a gestão de resíduos muito importante no contexto ambiental. Os sistemas de tratamentos de resíduos orgânicos que agregam valor e favorecem o manejo eficiente as leis ambientais, têm sido de grande importância para o meio ambiente. A biodigestão anaeróbia é um dos métodos mais eficazes para o tratamento desses resíduos, que tem como característica principal a produção de biogás. Sendo assim, o trabalho tem como objetivo avaliar qual tipo de lodo (lodo de fossa séptica e lodo de cervejaria) poderia ser utilizado como inóculo na biodigestão de resíduos orgânicos, e avaliando quais dos dois teria melhores resultados na produção de biogás bem como o monitoramento da sua estabilização durante a biodigestão, tendo em vista uma melhor eficiência e eficácia na geração de biogás. Os estudos mostraram que tanto o lodo de cervejaria como o lodo de fossa séptica são ótimos inóculos para a biodigestão de resíduos orgânicos, sendo que o lodo de cervejaria produziu 1,2L de biogás com concentração de gás metano 80%, e o lodo de fossa séptica produziu 0,9L de biogás sendo a concentração de gás metano de 62%.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestão anaeróbia, Resíduos orgânicos, Inóculo, Biogás.

#### INTRODUÇÃO

Atualmente existem diversos problemas ambientais, como gases do efeito estufa, poluição atmosférica, poluição dos rios e mananciais, geração excessiva dos resíduos sólidos, dentre outros. No caso dos resíduos sólidos, o consumo exagerado e a desorganizada gestão desses resíduos têm contribuído para o agravamento da situação.

De acordo com Andrade e Ferreira (2011), a globalização contribui para o agravamento dessa situação, de modo que este processo está intimamente relacionado à gestão dos resíduos sólidos.

Diversos problemas ambientais podem ser acarretados quando os resíduos são dispostos inadequadamente no meio ambiente, como a proliferação de diversas doenças, a contaminação do solo, da água e do ar; o assoreamento dos corpos d'água; enchentes; poluição visual; e, emissão de fortes odores, gerados pela degradação da matéria orgânica, entre outros (MUCELIN; BELLINI, 2010).

Á destinação inadequada dos resíduos sólidos orgânicos no meio ambiente pode ocasionar sérios danos à saúde pública e ao meio ambiente oriundos dos produtos resultantes da decomposição biológica. Por isso necessitam de um tratamento adequando para evitar danos ao meio ambiente e a população (FELIZOLA; LEITE, 2006).

Diversas tecnologias para o tratamento dos resíduos sólidos orgânicos vêm sendo aplicadas para se promover o reaproveitamento e minimizar os riscos ambientais causados pela disposição irregular de resíduos sólidos orgânicos. Dentre elas estão os métodos biológicos, em condições aeróbias ou anaeróbias, com vistas à reciclagem com valorização dos resíduos orgânicos através da conversão em compostos orgânicos para fins agrícolas ou pela produção de biogás que é composto de metano, oxigênio e gás carbônico, através da digestão anaeróbia com recuperação energética ou aproveitamento como gás natural (GONÇALVES, 2005).

A geração continua dos resíduos sólidos orgânicos tem contribuído para que o problema do lixo se agrave mais e mais no nosso país, e o descarte inadequado desses resíduos orgânicos oriundos de restaurantes, desperdício de alimentos, resíduos de frutas e vegetais, agravam mais a ainda a situação ambiental.

A digestão da matéria orgânica pode ocorrer na presença ou ausência de oxigênio, sendo classificados como digestão aeróbia ou anaeróbia. As etapas envolvidas no processo de digestão anaeróbia são muito mais complexas, quando comparada a digestão aeróbia, devido as diferentes rotas metabólicas disponíveis para comunidade anaeróbia (CHERNICARO, 2007).

A digestão anaeróbia é um processo bioquímico bastante complexo, que consiste em várias vias metabólicas que envolvem a participação de diferentes grupos de bactérias, na qual certas espécies podem desempenhar função específica para cada fase da digestão, apresentando, portanto, necessidades diferentes condições ambientais ideais (KHALID *et al.* 2011).

De acordo com LIN *et al.*, (2011) a digestão anaeróbica é a melhor escolha para tratamento desses resíduos orgânicos em consideração de estabilização de resíduos e recuperação de energia, principalmente devido a produção de biogás através da degradação de resíduos orgânicos, na qual tem sido um fator de extrema importância, tanto para a área ambiental como social e econômica.

O processo de biodigestão anaeróbia dos resíduos sólidos leva um grande período para a sua estabilização, na qual diversos fatores ainda podem dificultar o processo de degradação, por isso buscam-se alternativas para acelerar e otimizar o processo como a inoculação, trituração, ajuste de pH, dentre outros (PINTO, 2006).

O processo de inoculação tem como objetivo à redução do tempo de estabilização anaeróbia dos resíduos, por meio do tratamento combinado com vários resíduos com características complementares, em uma única instalação. A utilização de distintos resíduos propicia o aumento do efeito sinérgico dos microrganismos participantes da digestão anaeróbia (SANTOS, 2010).

Implementar o processo de inoculação permitem aumentar o rendimento no tratamento de resíduos, suplementar o meio de digestão com nutrientes ausentes nos substratos presentes, equilibrar as cargas orgânicas, melhorar a umidade existente no reator, havendo como consequência o aumento da produção do biogás (MENESES, 2011).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

### **SUBSTRATO**

O local onde se realizou o estudo foi na Estação de Água e Esgoto, pertencente à Universidade Federal do Ceará (UFC) – Campus do Pici. Os resíduos orgânicos foram coletados do próprio restaurante universitário após o horário por volta das 14:00 horas, quando se tinha o desperdício dos alimentos.

Foi realizada uma triagem dos resíduos para a remoção de materiais que não podiam ser triturados no liquidificador como pedaços de ossos, caroços de frutas, entre outros e dentre os resíduos estavam restos de arroz, macarrão, carne, frango, frutas, feijão, farofa, tendo um substrato bastante diversificado. Após a coleta os resíduos foram triturados em um liquidificador industrial, até se obter uma massa homogênea como mostra a Figura 1.



**Figura 1: Massa homogênea de resíduos após a trituração**

## INÓCULO

Os inóculos foram coletados em baldes de polietileno com capacidade de 10L, previamente descontaminados com ácido clorídrico P.A. No momento da coleta, a temperatura foi medida *in loco*. O material, posteriormente, foi armazenado em galões de polietileno com capacidade de 5L, também descontaminados, e conservado sobre refrigeração a 4°C.



**Figura 2: Coleta dos inóculos**

## BIODIGESTOR

O biodigestor experimental utilizado no estudo é um modelo vertical, de fluxo contínuo, fabricado em bombonas de polietileno com capacidade total de 60L sendo 30% destinado ao *headspace*. A capacidade útil do biodigestor foi de 42L, sendo que 80% foram destinados para o substrato e 20% para o inóculo.

A Figura 2 mostra a montagem os reatores com a adição dos inóculos e substratos.



Figura 2: Reatores R1 e R2 no processo de montagem

O biodigestor R1 foi introduzido inóculo de lodo de fossa séptica e o R2 foi com inóculo de lodo da ETE de uma indústria de cervejaria. Após fechar o reator foi feito o monitoramento semanalmente dos parâmetros durante 60 dias para ver a produção de biogás.

## RESULTADOS

Foi realizada a caracterização dos dois inóculos antes de ser adicionado ao reator. A Tabela 1 apresenta os resultados para os inóculos e foi constatado que apresentaram características semelhantes. O lodo da ETE cervejaria apresentou uma DQO em torno de 13g/L e para o lodo de fossa séptica em torno de 11g/L.

Tabela 1: Características dos tipos de inóculos analisados

Tipo	pH	Alcalinidade (mg/L)	AGV (mg/L)	DQO (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Amônia (mg/L)	NTK (mg/L)	NO (mg/L)	ST (mg/L)	STF (mg/L)	STV (mg/L)
Lodo Cervejaria	7,23	763,9	623,4	13.646,8	48,24	30,80	140,93	110,1	49460,0	23020,0	26440,0
Lodo Fossa Séptica	7,21	446,5	206,0	11.842,0	46,16	252,00	308,00	56,0	6560,0	2720,0	3840,0

Após os 60 dias podemos observar que a matéria orgânica foi degradada com a remoção da DQO nos dois biodigestores sendo 53,65% de remoção para o R1 e 67,24% de remoção para o R2, degradando melhor o reator com inóculo da ETE de cervejaria.

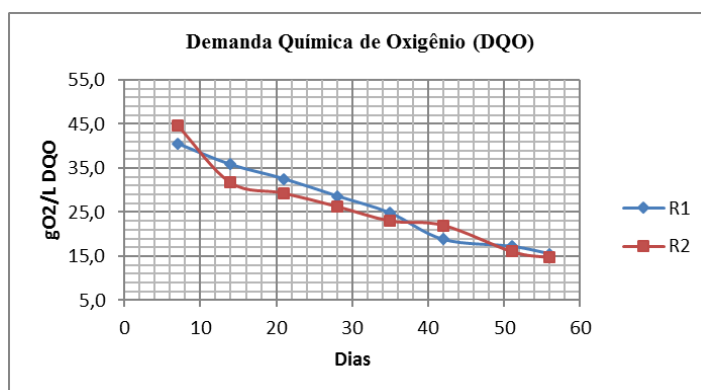
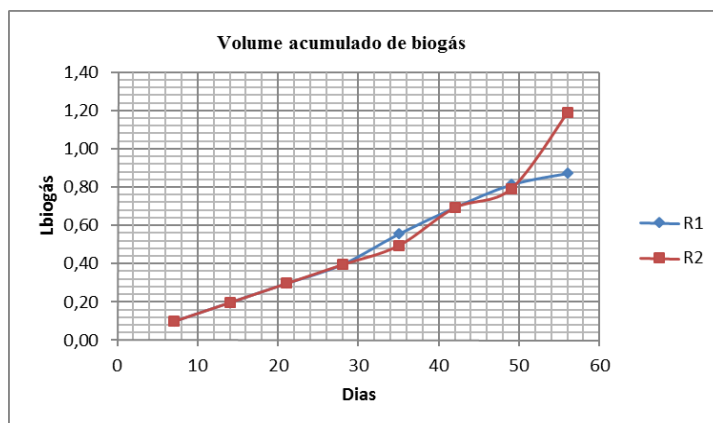


Figura 3: Remoção da matéria orgânica

A produção de biogás foi maior no R2 produzindo com 1,2L de biogás sendo que a concentração de gás metano chegou aproximadamente 80%. O R1 chegou a um volume de 0,9L sendo a concentração de gás metano de 62%. A Figura 4 apresenta a produção acumulada de biogás durante o processo.



**Figura 4: Volume acumulado de biogás**

Devido à propriedade energética do biogás, o composto pode levar a substituição dos combustíveis fósseis, além de contribuir com a diminuição dos gases de efeito estufa para atmosfera (MENESES, 2011).

Um estudo realizado por Lima (2015) observou que o inóculo oriundo da estação de tratamento de esgoto de uma indústria de cerveja, apresentou um maior desempenho com um volume máximo de metano de 21,98mL e 67,5% de metano melhor que outros inóculos, concluindo que devem ser mais indicados para a digestão anaeróbia da fração orgânica de resíduos sólidos domiciliares.

## CONCLUSÕES

Os dois biodigestores apresentaram ótimos resultados quanto a produção de biogás, sendo que o R2 com inóculo de lodo de cervejaria mostrou uma quantidade maior de biogás que o R1, sendo que a sua utilização é mais eficaz na degradação da matéria orgânica e produção do biogás.

A produção de biogás a partir dos resíduos orgânicos é uma maneira de valorizar este tipo de resíduo, produzindo o insumo fundamental para a sociedade moderna a energia. Porém verifica-se a imediata destinação em aterros e pouquíssima aplicação em tecnologias que permitam a estabilização dos mesmos com a geração de produtos como biocompostos e biogás.

O tratamento desses resíduos através da digestão anaeróbia, a qual produz biogás rico em metano, fornece uma fonte versátil de energia renovável, já que metano pode ser usado para a geração de energia e calor, substituindo outras fontes de energias não renováveis.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANDRADE, R. M.; FERREIRA, J. A. A gestão de resíduos sólidos urbanos no Brasil frente às questões da globalização. **Rede: Revista Eletrônica do Prodepa**, v. 6, p. 7-22, 2011.
2. APHA. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 20a ed. Washington, D. C.: AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. 2005.
3. CHERNICHARO, C.A.L. **Acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGVs) em reatores anaeróbios sob estresse: causas e estratégias de controle**. Revista Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. V. 10, n. 2, p. 152 – 161. 2007.
4. CARNEIRO, P. **Remoção de BTEX em biorreatores anaeróbios sob condições metanogênicas, desnitrificantes e sulfetogênicas**. Universidade Federal do Ceará Dissertação de mestrado. 129 p, 2012.

5. FEZIOLLA, V.; LEITE, V. D.; PRASAD, S. **Estudo do processo de digestão anaeróbia de resíduos sólidos orgânicos e aproveitamento do biogás**. Agropecuária Técnica (UFPB), v. 27, p.53/1-62, 2006.
6. GONÇALVES, Manuel Souteiro. **Gestão de resíduos orgânicos**. Editora SPI – Sociedade Portuguesa de Inovação Consultadoria Empresarial e Fomento da Inovação, S.A. Porto • 2005 • 1.ª edição.
7. KHALID, A., ARSHAD, M., ANJUM, M., MAHMOOD, T., AND DAWSON, L. (2011). The anaerobic digestion of solid organic waste. **Waste Management** 31, 1737–1744. doi: 10.1016/j.wasman.2011.03.021.
8. LIN, J. et al. Effects of mixture ratio on anaerobic co-digestion with fruit and vegetable waste and food waste of China. **Journal of Environmental Sciences**, v. 23, n. 8, p. 1403-1408, 2011.
9. LIMA, N. C. **Análise de tipos e concentrações de inóculos para potencializar a geração de biogás na digestão anaeróbia da fração orgânica dos resíduos sólidos domiciliares do bairro planalto Pici, Fortaleza – CE**. Universidade Federal do Ceará Dissertação de mestrado.140 p, 2015.
10. MENESES, S. L. de. **Cana-de-açúcar e silagem em cana em co-digestão com esterco bovino na produção de biogás**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual Paulista, Faculdade em Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, 2011
11. MUCELIN, C. A.; BELLINI, M. Lixo e impactos ambientais perceptíveis no ecossistema urbano. **Sociedade e Natureza**, v. 20, Uberlândia, p. 111-113, jun. 2010.
12. PINTO, R. O. **Avaliação da digestão anaeróbia na bioestabilização de resíduos sólidos orgânicos, lodos de tanques sépticos, dejetos suínos e lixiviado**. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental). Departamento de Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2006.
13. SANTOS, A. F. de M. S. **Tratamento anaeróbio de chorume em conjunto com esgoto sanitário**. Tese (Doutorada em Engenharia Civil) – Universidade Federal de Pernambuco, CTG. Recife, 2009