

III-360 - CO-DIGESTÃO ANAERÓBIA DE RESÍDUOS SÓLIDOS ORGÂNICOS UTILIZANDO A CASCA DO COCO COMO CO-SUBSTRATO VISANDO A PRODUÇÃO DE BIOGÁS

Natalia Barbosa Amorim ⁽¹⁾

Estudante de graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Geísa Vieira Vasconcelos Magalhães ⁽²⁾

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 ⁽³⁾

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

Laís Vilar Albuquerque ⁽⁴⁾

Estudante de Engenharia Ambiental pela Universidade Federal do Ceará (UFC).

Ronaldo Stefanutti ⁽⁵⁾

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 ⁽¹⁾: Avenida mister Hull, bloco 713, CEP: 60455-760, Bairro Campus do Pici, Fortaleza-Ceará

RESUMO

Diversas tecnologias vêm sendo aplicadas para promover o reaproveitamento dos resíduos sólidos orgânicos e minimizar os riscos ambientais causados pela disposição inadequada, como também para o tratamento dos resíduos gerados. 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. O presente trabalho propôs a utilização de resíduos orgânicos oriundos de um restaurante universitário para ser utilizado como substrato na digestão anaeróbia, e utilizar a casca do coco triturada como co-substrato. Os resultados demonstraram que se observa que a utilização do co-substrato 50% do coco se mostrou vantajoso tanto na produção de biogás, atingindo um volume acumulado maior que os demais, produzindo aproximadamente 24 NmL de biogás. Quanto à porcentagem de metano, obteve-se valores médio de 37,85% para o RU, 38,88% para o CO10 e 47,30% para o CO50 de metano no biogás produzido, sendo o CO50 que apresentou resultados qualitativos de melhor concentração. A baixa produção do metano pode ter sido ocasionada por um possível desequilíbrio dentro do sistema, dificultando a sua estabilidade.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, Metano, Resíduos sólidos orgânicos, Inóculo, Co-substrato

INTRODUÇÃO

A digestão anaeróbia é um dos métodos mais rentáveis para tratamento de resíduos sólidos orgânicos e recuperação de bioenergia. (LI, 2016). No processo da digestão, os compostos orgânicos de polissacarídeos, proteínas e lipídeos semelhantes aos resíduos orgânicos podem ser convertidos em biogás (50-70% de metano e 25-50% de CO₂) em condições anaeróbias para serem utilizados na geração de eletricidade ou calor. Contudo, muitos biodigestores que operam em mono-digestão, estão com uma eficiência relativamente baixa devido a perfis nutricionais desequilibrados, acúmulo de ácidos graxos voláteis (AGVs) e inibição do produto da digestão anaeróbia (ZHANG, 2013).

A utilização da co-digestão anaeróbia de diferentes materiais orgânicos num biodigestor pode aumentar a estabilidade do processo anaeróbio devido a um melhor equilíbrio de carbono para nitrogênio (C/N) (EL-

MASHAD; ZHANG, 2010). De acordo com Hartmann et al., (2003) a co-digestão pode, além disso, aliviar o efeito inibitório de concentrações elevadas de amoníaco e sulfeto e exibir uma produção de biogás mais estável devido a uma capacidade tampão melhorada (NAYONO; GALLERT, 2010).

A co-digestão anaeróbica de resíduos de lodos com resíduos de frutas, vegetais e alimentos é uma tecnologia promissora na China, oferecendo muitas vantagens, incluindo um balanço de relação C/N, inibição de amônia e alta produção de biogás, otimizando o desempenho da digestão anaeróbia e recuperação de biogás (GAO; LIU; WANG, 2016).

Um estudo feito por Esposito et al. (2012) combinou diferentes resíduos orgânicos e resultou em um substrato melhor, equilibrado e sortido em termos de nutrientes. Os pré-tratamentos tornam os sólidos orgânicos mais acessíveis e degradáveis aos microrganismos, enquanto que os modelos matemáticos são extremamente úteis para prever o processo de co-digestão

A co-digestão e tem sido estudado nos últimos 15 a 20 anos (SOSNOWSKI et al., 2003, CECCHI et al., 1988,). As investigações levam em consideração diferentes tipos de sólidos orgânicos em relação à sua natureza e origem, onde os resultados mostraram um efeito sinérgico. Alguns benefícios dos benefícios do processo de co-digestão são (RINTALA; AHRING 1994):

- Diluição dos compostos tóxicos potenciais eventualmente presentes em qualquer dos co-substrato envolvidos;
- Ajuste do teor de umidade e pH;
- Fornecimento da capacidade tampão necessária à mistura;
- Aumento do conteúdo de material biodegradável;
- Alargamento da gama de estirpes bacterianas que participam no processo;
- Estabilidade na relação C/N

O presente trabalho tem como objetivo geral avaliar a influência do uso do coco como co-substrato na co-digestão anaeróbia dos resíduos sólidos orgânicos visando a produção de biogás para potencial produção de energia renovável através do metano.

Como objetivos específicos, pretende-se comparar a produção de biogás nesta co-digestão anaeróbia com a de uma digestão padrão (sem utilização de co-substratos), avaliando, assim, a viabilidade de uso deste resíduo. Além disso, será avaliado qual porcentagem da fibra do coco verde, dentre as duas analisadas, se mostrou mais viável para a produção de biogás.

MATERIAIS E MÉTODOS

A metodologia da pesquisa inicia-se com a coleta de todos os substratos, inóculos e co-substratos necessários para o seu desenvolvimento. O substrato utilizado foram os resíduos do Restaurante Universitário são coletados no Campus do Pici da Universidade Federal do Ceará e armazenados sob refrigeração.

Já os resíduos utilizados como co-substrato foram coletados na Avenida Beira-Mar de Fortaleza, passando por um processo de trituração com o auxílio de trituradores de coco e liquidificador industrial, sendo posteriormente colocado para secar naturalmente e armazenado sob refrigeração.

Paralelamente, foram coletados 5 litros de lodo do Reator UASB da Estação de Tratamento de Aracapé III, sendo reservados também sob refrigeração, para ser utilizado como inóculo. As análises físico-químicas foram realizadas no Laboratório de Saneamento Ambiental- (LABOSAN) do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental (DEHA), Fortaleza-Ceará, estando descritas na e sendo baseadas nos métodos descritos na Tabela 1.

Tabela 1: Esquema das análises

CARACTERIZAÇÃO DE MISTURAS (Iniciais e Finais)	
Substrato + Inóculo	pH, DQO, NTK, NH ₃ , COT, ST, STV, STF
Substrato + Inóculo + Casca do Coco	

Fonte: Autora, 2017.

TESTE DE BIODEGRADABILIDADE

A realização do teste de biodegradabilidade, formulado a partir do protocolo proposto por Angelidaki et al. (2009), utiliza um shaker orbital MA-420 Marconi para incubação das amostras até que a produção de biogás cessasse. Optou-se por uma temperatura de 35°C e agitação de 150rpm, conforme utilizado por LIMA (2015).

Para o preparo das misturas, verificou-se inicialmente a relação Alimento/Microrganismo (A/M), que deve assumir valores entre 0,3 a 0,8 d-1 (VON SPERLING, 1997). A partir dos valores de DQO do resíduo do RU já somados ao co-substrato e os valores encontrados de sólidos do lodo do reator UASB, verificou-se a necessidade de diluição do alimento em 1:50, obtendo valores de A/M próximos ao necessário.

Por fim, utilizou-se uma proporção de 1:1 de matéria orgânica já diluída (substrato e co-substrato) e inóculo, como estudado por MALINOWSKY (2016). Na pesquisa em questão, utilizaram amostras com porcentagens distintas de co-substrato (10% de coco para 90% de substrato e 50% de cada um), baseando-se também no estudo de MALINOWSKY (2016).

Todas as amostras foram feitas em triplicatas, sendo colocadas ao todo nove garrafas de 120 mL na incubadora, cada um com 70% do seu volume preenchido pelas misturas e 30% para o headspace, destinado ao biogás a ser produzido. Os reatores foram preparados em modo batelada e todas as amostras foram homogeneizadas de modo a aumentar a interação entre inóculo/resíduo/co-substrato.

O biogás produzido foi quantificado por meio do método manométrico, com auxílio de leitores de pressão. A caracterização e quantificação de metano no biogás foram realizadas por cromatografia gasosa, utilizando um cromatógrafo GC 17A.

RESULTADOS

A Tabela 2 apresenta os resultados para o teste de degradabilidade, onde o pH inicialmente apresentou valores abaixo do recomendado (6,5-8,0) então foi adicionado 1g/L de bicarbonato de sódio para tamponar o meio, para que os valores finais de pH apresentaram aptos para a digestão anaeróbia.

Tabela 2: Resultado das análises

Amostras	PH	DQO (g/L)	NH ₃ (g/L)	NTK (g/L)	COT (g/L)	ST%	STF%	STV%	ST	STF	STV
Antes											
RU	4,46	47,41	1,86	2,88	10,49	1,34	30,44	69,56	13.430	4.088	9.342
CO10%	4,97	74,56	1,23	2,18	11,79	1,51	28,72	71,28	15.146	4.350	10.796
CO50%	4,27	53,38	1,37	2,16	11,41	1,60	28,44	71,56	16.040	4.562	11.478
Depois											
RU	8,21	1,08	2,24	2,28	1,95	0,96	85,51	14,49	9.660	8.260	1.400
CO10%	8,17	1,10	0,91	0,91	2,08	1,08	84,13	15,87	10.080	8.480	1.600
CO50%	8,16	1,09	0,49	0,51	2,00	0,97	84,63	15,37	9.760	8.260	1.500

Fonte: A autora, 2017

Os resultados de remoção da matéria orgânica para DQO, apresentou valores excelentes de remoção para 97,7% RU, 98,5% o CO10 e 98,0% o CO50. O carbono também obteve bons resultados de remoção para 81,4% RU, 82,4% o CO10 e 82,5% o CO50. Também se obteve bons resultados na remoção de sólidos voláteis indicando o consumo da matéria orgânica para a produção de biogás.

Na Figura 1 e 2 observa-se que o co-substrato 50% do coco se mostrou vantajoso tanto na produção de biogás, atingindo um volume acumulado maior que os demais, produzindo aproximadamente 24 NmL de biogás, como para a porcentagem de metano presente na amostra.

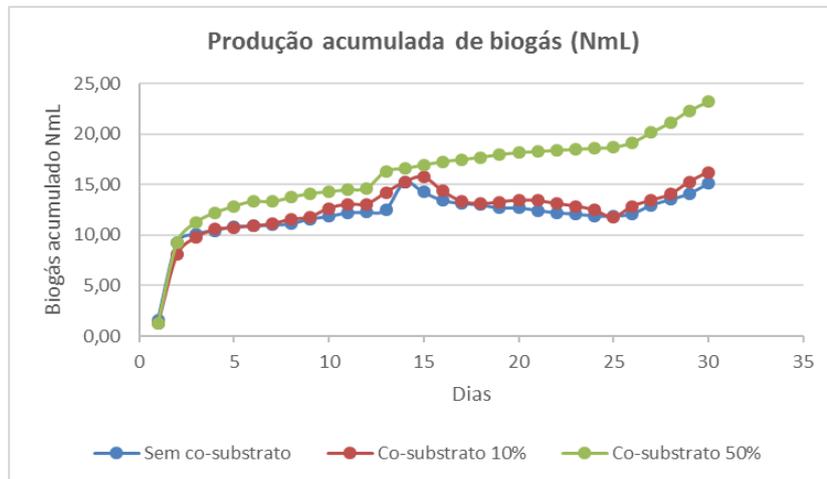


Figura 1: Produção acumulada de biogás NmL

Quanto à porcentagem de metano, obteve-se valores médio de 37,85% para o RU, 38,88% para o CO10 e 47,30% para o CO50 de metano no biogás produzido, sendo o CO50 que apresentou resultados qualitativos de melhor concentração. A baixa produção do metano pode ter sido ocasionada por um possível desequilíbrio dentro do sistema, dificultando a sua estabilidade.

Além disso, a casca do coco é rica em lignina, produto que eleva a DQO da mistura, também dificultando a estabilização e a decomposição da matéria orgânica. Considera-se também a possibilidade do complexo microbiológico do lodo escolhido não ser o ideal para a digestão, prejudicando, então, a produção de metano.

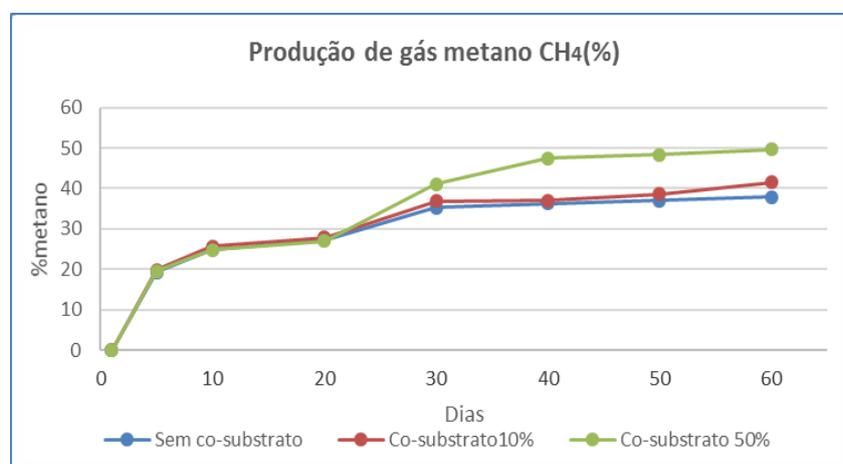


Figura 2: Porcentagem de metano produzido

CONCLUSÕES

Tendo vista os resultados alcançados até então, verifica-se que o resíduo do coco pode ser utilizado como co-substrato na co-digestão anaeróbia dos resíduos sólidos orgânicos. Seu uso otimizou a produção de biogás quando comparado à digestão sem o uso de co-substratos.

A porcentagem que se mostrou mais vantajosa foi a de 50% de resíduo de coco e 50% de resíduo do R.U., obtendo volume de biogás produzido mais alto do que as demais amostras. Quanto à porcentagem de metano, deve-se manter as medições e observar o crescimento desse valor no tempo, posteriormente sendo possível avaliar se o sistema de fato estabilizou e produziu maiores quantidades e porcentagens de metano.

A partir dos resultados já obtidos, podemos observar que o uso do resíduo do coco foi de fato vantajoso, resultando em maiores porcentagens de metano, especialmente nas misturas de 50% de coco.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. APHA. Standard Methods for Examination of Water and Wastewater. 20ª edição. American Water Work Association, Water Environment federation. Washington: 2005. 953p
2. RIBAS, M. M.F.; MORAES, E.M.; FORESTI, E. Avaliação da acurácia de diversos métodos para determinação de ácidos graxos voláteis e alcalinidade e bicarbonato para monitoramento de reatores anaeróbicos. Engenharia Sanitária Ambiental. vol.12, n. 3, jul/set 2007.
3. VON SPERLING, M. Lodos ativados. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, UFMG, (Princípios do tratamento biológico de águas residuárias, 4). 416 p. 1997. 416 p. 1997.
4. ANGELIDAKI, I.ALVES, D.; BOZONELLA,L.; BORZACONNI,L; CAMPOS, L. GUWI,A.; KALYUZHNYL, S.; JENICEK,P.; VAN LIER, J. Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. Water science and technology. Vol 59, 2009.
5. LIMA, N. 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. 2015. 140 f. Tese (Mestrado) - Curso de Eng. Civil, Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015
6. MALINOWSKY, Carina. Tratamento dos resíduos sólidos orgânicos da ufsc através de biodigestor anaeróbio. 2016. 121 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Eng. Sanitária e Ambiental, CTC, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2016.