

RECUPERAÇÃO DE BIOGÁS E NUTRIENTES

Maysa Regina Cachola

maysa.cachola@fatec.sp.gov.br

Faculdade de Tecnologia “Nilo de Stéfani”, Jaboticabal/SP

Roberto Alves de Oliveira

Faculdade de Tecnologia “Nilo de Stéfani”, Jaboticabal/SP

Rose Maria Duda

rose.duda@fatec.sp.gov.br

Universidade Estadual Paulista (UNESP, Campus de Jaboticabal)

1. INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores de alimentos do mundo, principalmente em virtude à disponibilidade de terras agrícolas, condições climáticas favoráveis e décadas de investimentos em ciência e tecnologias agrícolas (SILVA FERREIRA et al., 2019). No entanto, aproximadamente 26 milhões de toneladas de alimentos são perdidos ou desperdiçados anualmente e destes 5,3 e 5,6 milhões de toneladas são de frutas e hortaliças, respectivamente (BUENO, 2019). No Brasil, aproximadamente 60% da banana e até 86% do tomate produzido são perdidos na pós-colheita (MAZARELI et al., 2016).

O tratamento integrado dos resíduos gerados pelos processos produtivos urbano e agropecuário, como os resíduos de vegetais e águas residuárias de suinocultura, pode ser uma alternativa interessante para reciclar resíduos sólidos e águas residuárias de importantes setores do Estado de São Paulo e do Brasil e manter a estabilidade do processo de co-digestão anaeróbia, recuperando energia e nutrientes.

A recuperação de nutrientes a partir das águas residuárias é um conceito atual da economia circular e os resíduos da produção animal, dejetos humanos e resíduos industriais, que possuem alta concentração de P, são fontes potenciais para recuperação por exemplo, da estruvita (VASA; CHACKO, 2021). Além da utilização direta de biomassa residual, este sistema integrado é promissor para reduzir os impactos ambientais de várias

maneiras, por exemplo, produzindo biocombustíveis e fertilizantes biodisponíveis (MA et al., 2018).

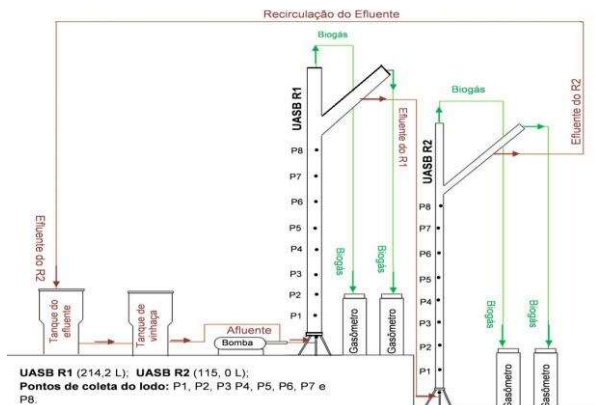
Neste contexto, este projeto tem como objetivo a codigestão anaeróbia de resíduos sólidos vegetais (bananas e tomates) gerados nos varejões, supermercados e feiras-livres com águas residuárias da suinocultura, utilizando diferentes combinações e estratégias para recuperação de biogás e nutrientes, utilizando reatores anaeróbios de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB).

2. METODOLOGIA

Os reatores UASB possuem o separador de fases não convencional (Figura 1), na forma de Y com ângulo de 45° em relação à vertical, conforme proposto por Van Haandel et al. (1999). Cada conjunto será composto por reatores UASB, com volumes de 214,2 L (R1) e 115,0 L (R2), tanques para armazenamento do afluente e do efluente, bomba helicoidal ou dosadora com diafragma e gasômetros, conforme ilustrado na Figura 1. Os resíduos vegetais (RV) estão sendo coletados nos supermercados e varejões da cidade de Jaboticabal, Brasil e entrepostos anteriores as Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo de Ribeirão Preto. Os RV depois de coletados foram submetidos ao processo de trituração em liquidificador industrial e posteriormente, peneirado em malha de 2 mm, e armazenados em freezer a 4 °C. As águas residuárias da

suinocultura foram obtidas de uma instalação de animais na fase da terminação, na UNESP, Câmpus de Jaboticabal.

Figura 01 - Representação esquemática do sistema com os reatores anaeróbios UASB (R1 e R2), em dois estágios (BARROS, 2017).



Nos reatores UASB, em série, foi realizada a codigestão anaeróbia dos resíduos de vegetais e águas residuárias de suinocultura. A proporção de resíduos vegetais (70% tomate + 30% banana), foi crescente de 0,5 a 17,5% (%volume) e as cargas orgânicas aplicadas no reator UASB-R1, variaram de 0,48 a 22,01 g DQOtotal (L d)⁻¹.

Foi avaliada a precipitação química de estruvita dos efluentes após os reatores UASB. As amostras de sobrenadante do R2, após as determinações de pH, nitrogênio amoniacal e ortofosfato, foram conduzidas ao “jar-test” para os ensaios de obtenção dos precipitados de estruvita. Para recuperar P e/ou N do efluente biodigerido foi induzida a formação de estruvita [Mg(NH)₄PO₄·6H₂O]. Para a obtenção da estruvita após a determinação do nitrogênio amoniacal e do ortofosfato, foi realizado o cálculo estequiométrico da necessidade de magnésio utilizando como fonte o cloreto de magnésio, o óxido de magnésio e o sulfato de magnésio. O pH foi corrigido para 8,5 utilizando o NaOH. Foi realizada a agitação de 150 rpm, por 10 minutos, seguida da agitação de 60 rpm, por 30 minutos. Posteriormente foi realizada a filtração em membrana de acetato, com porosidade de 0,45 micrômetros e secas em estufa a 65 graus Celsius e posterior quantificação da massa de estruvita formada.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores de nitrogênio amoniacal e ortofosfato dos afluentes e efluentes dos reatores UASB, utilizados para a obtenção da estruvita estão apresentados na Figura 1. Os testes de precipitação de estruvita ocorreram com os efluentes dos reatores R2, em condições de estabilidade dos reatores.

Tabela 01 – Valores de nitrogênio amoniacal (N-am.) e ortofosfato no efluente do reator anaeróbio de fluxo ascendente com manta de lodo (UASB - R2), utilizados no tratamento de resíduos vegetais (RV) e águas residuárias de suinocultura.

		RV (%)	17,5
N-am. (mg L ⁻¹)	Afluente	Média	375,2
		CV (%)	64
	R1	Média	402,2
		CV (%)	402
	R2	Média	432,7
		CV (%)	55
Ortofosfato (mg L ⁻¹)	Afluente	Média	69,9
		CV (%)	86
	R1	Média	59,7
		CV (%)	60
	R2	Média	84,4
		CV (%)	58

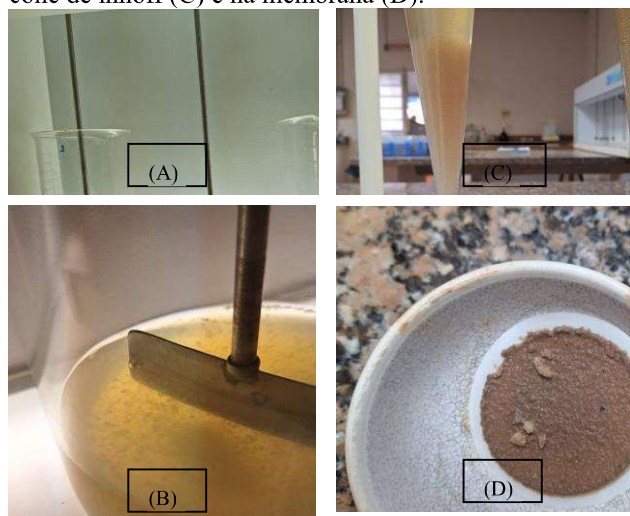
Parâmetro Amostra
c.v. – coeficiente de variação.

Considerando as proporções de 1 Mg²⁺ : 1 NH₄⁺ : 1 PO₄³⁻ e com base nos valores de nitrogênio amoniacal e ortofosfato foi calculado, a massa necessária de cloreto de magnésio, o óxido de magnésio e o sulfato de magnésio de 179,8; 109 e 106,5 mg L⁻¹, respectivamente, para a precipitação da estruvita, considerando que o ortofosfato é o limitante.

Na figura 2, pode-se observar os resultados obtidos durante a realização dos ensaios. No entanto a utilização do cloreto de magnésio hexahidratado não foi possível obter precipitados. Já com a utilização do óxido de magnésio e do sulfato de magnésio foi possível obter até 286 e 279 mg L⁻¹, de precipitados. Após a precipitação não foi

detectado o nitrogênio amoniacal no efluente resultante, indicando que foi consumido integralmente. De acordo com revisão realizada por (RIZZIOLI et al., 2023) a formação de estruvita requer um meio rico em NH_3 e PO_4^{3-} solúvel, como o efluente biodigerido, e é induzida pela adição de Mg (como MgO/MgCl_2) e NaOH para aumentar o pH para 8,3–10.

Figura 02 – Ensaio para a obtenção da estruvita utilizando o teste “Jar test”(A e B), e precipitados no cone de inhoff (C) e na membrana (D).



4. CONCLUSÕES

A utilização do óxido de magnésio e do sulfato de magnésio foi possível obter até 286 e 279 mg L^{-1} , de precipitados. Isso indica, uma possibilidade interessante para a recuperação de nutrientes de efluentes anaeróbios.

REFERÊNCIAS

- [1] SILVA FERREIRA, E. M. et al. Re: New Brazilian law may put food production safety in check. *Public Health*, v. 167, n. May, p. 159–160, 2019.
- [2] BUENO, P. H. T. Panorama geral das perdas e desperdício de alimentos e

soluções para o acesso à alimentação. [s.l.: s.n.].

- [3] MAZARELI, R. C. D. S. et al. Anaerobic codigestion of vegetable waste and swine wastewater in high-rate horizontal reactors with fixed bed. *Waste Management*, v. 52, 2016.
- [4] BARROS, V. G. DE et al. Improved methane production from sugarcane vinasse with filter cake in thermophilic UASB reactors, with predominance of *Methanothermobacter* and *Methanosarcina* archaea and *Thermotogae* bacteria. *Bioresource Technology*, v. 244, n. July, p. 371–381, 2017.
- [5] VASA, T. N.; POTHANAMKANDATHIL CHACKO, S. Recovery of struvite from wastewaters as an eco-friendly fertilizer: Review of the art and perspective for a sustainable agriculture practice in India. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, v. 48, n. July, p. 101573, 2021.
- [6] RIZZIOLI, F. et al. A critical review on the technoeconomic feasibility of nutrients recovery from anaerobic digestate in the agricultural sector. *Separation and Purification Technology*, v. 306, n. PB, p. 122690, 2023.

AGRADECIMENTOS

À instituição FATEC e Unesp de Jaboticabal pela realização das medições ou empréstimo de equipamentos. Ao CNPQ pela bolsa de estudos à primeira autora e a FAPESP pelo auxílio financeiro (Processo 2022/03924-8).

¹ Aluna de IC com bolsa CNPq (PIBITI CPS-CNPq).