

SUBPRODUTOS DA INDÚSTRIA SUCROENERGÉTICA: PRODUÇÃO DE BIOGÁS E QUALIDADE DO EFLUENTE

Alessandra Mendes¹

alessandra.mendes01@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal

Roberto Alves de Oliveira

Universidade Estadual Paulista (UNESP), Campus de Jaboticabal

Rose Maria Duda

rose.duda@fatec.sp.gov.br
Faculdade de Tecnologia de Jaboticabal

1. Introdução

Os subprodutos da produção de açúcar e etanol da cana-de-açúcar, como o melaço, torta de filtro e vinhaça podem ser uma fonte interessante de matéria-prima para a produção de biogás. O biogás é um instrumento de sinergia entre a gestão responsável de resíduos e a produção de energia renovável na transição global para a sustentabilidade (BEDOIC et al., 2021). A vinhaça é o principal resíduo gerado a partir da produção de etanol, seguido pela torta de filtro, que são utilizados na agricultura da cana-de-açúcar como fertilizantes.

O melaço, subproduto da produção de açúcar de cana-de-açúcar, é amplamente utilizado na produção de etanol, em virtude do baixo preço e do grande volume produzido. Os processos anaeróbios possibilitam a estabilização da matéria orgânica presente na vinhaça, torta de filtro e melaço, com a produção de dois produtos de valor econômico, o biogás e a vinhaça biodigerida. Também existe a necessidade de avaliação da toxicidade do afluente e efluentes dos reatores anaeróbios quanto a toxicidade.

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a codigestão anaeróbia de vinhaça, melaço e torta de filtro para a produção de biogás e qualidade do efluente, quanto a toxicidade utilizando sementes de *L. sativa*.

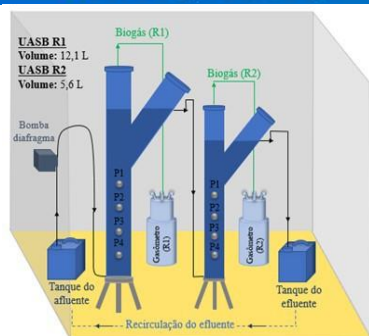
2. Metodologia

Para a realização do projeto de pesquisa foram construídos reatores UASB idênticos, em série, com o separador de fases não convencional, na forma de Y, com ângulo de 45° em relação à vertical. (Figura 1). Os reatores UASB possuem o

volume de 12,0 L no primeiro estágio (R1) e 5,6 L no segundo estágio (R2).

Os reatores UASB foram instalados em câmaras climatizadas que mantem a temperatura de aproximadamente 35°C e possuem tanque para armazenagem do afluente e do efluente, bomba de diafragma, e gasômetros de fibra de vidro. A vinhaça, o melaço e a torta de filtro utilizados foram coletados em indústria sucroenergética localizada na região de Ribeirão Preto -SP.

A co-digestão anaeróbia da vinhaça e melaço de cana-de-açúcar durante na safra da cana-de-açúcar, na região Oeste do Estado de São Paulo. Os tempos de detenção hidráulica (TDH) foram fixados em 24,0 horas para os primeiros estágios (R1) e em 11,2 horas para os segundos estágios (R2). Para o aumento gradual da COV, foi utilizado aumento da quantidade de substrato (vinhaça e melaço) na diluição com efluente recirculado, de modo a aumentar a DQO do afluente dos sistemas. A torta de filtro foi coletada úmida na indústria, no entanto, para a estocagem e adição no afluente, foi realizada a secagem da torta de filtro de forma natural, com simples exposição ao ar livre. A metodologia adotada para o teste de toxicidade seguiu as recomendações de SOBRERO E RONCO (2004).
Figura 01 – Representação esquemática do sistema de tratamento anaeróbio.



Os reatores UASB foram instalados em câmaras climatizadas que mantêm a temperatura de aproximadamente 35°C e possuem tanque para armazenagem do afluente e do efluente, bomba de diafragma, e gasômetros de fibra de vidro. A vinhaça, o melaço e a torta de filtro utilizados foram coletados em indústria sucroenergética localizada na região de Ribeirão Preto -SP.

A co-digestão anaeróbia da vinhaça e melaço de cana-de-açúcar durante na safra da cana-de-açúcar, na região Oeste do Estado de São Paulo. Os tempos de detenção hidráulica (TDH) foram fixados em 24,0 horas para os primeiros estágios (R1) e em 11,2 horas para os segundos estágios (R2). Para o aumento gradual da COV, foi utilizado aumento da quantidade de substrato (vinhaça e melaço) na diluição com efluente recirculado, de modo a aumentar a DQO do afluente dos sistemas. A torta de filtro foi coletada úmida na indústria, no entanto, para a estocagem e adição no afluente, foi realizada a secagem da torta de filtro de forma natural, com simples exposição ao ar livre. A metodologia adotada para o teste de toxicidade seguiu as recomendações de SOBRERO E RONCO (2004).

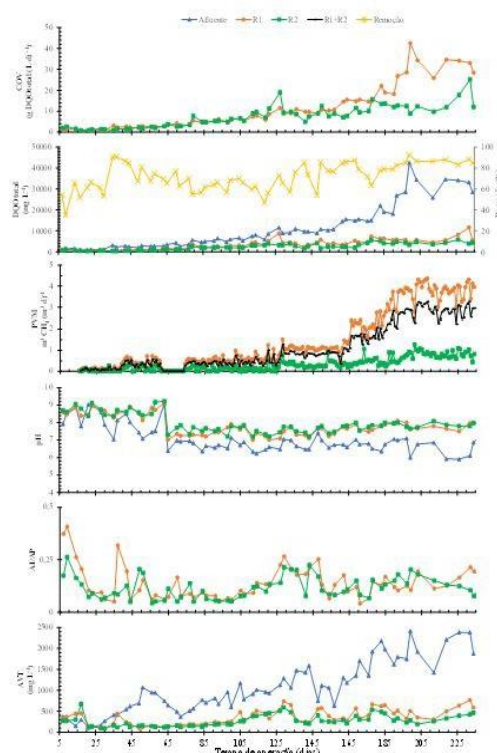
3. Resultados e Discussões

Na Figura 2 estão apresentados os valores de carga orgânica volumétrica (COV), demanda química de oxigênio total (DQO_{total}) e remoções, produção volumétrica de metano (PVM), pH, relação entre alcalinidade intermediária e parcial (AI/AP) e ácidos voláteis totais (AVT), para os conjuntos de reatores UASB.

Observa-se que a co-digestão da vinhaça, melaço e torta de filtro estão estáveis quanto a produção de ácidos voláteis totais, alcalinidade e produção volumétrica de metano, com valores médios de aproximadamente 3,5 L CH₄ (L d)⁻¹, para a aplicação de COV de

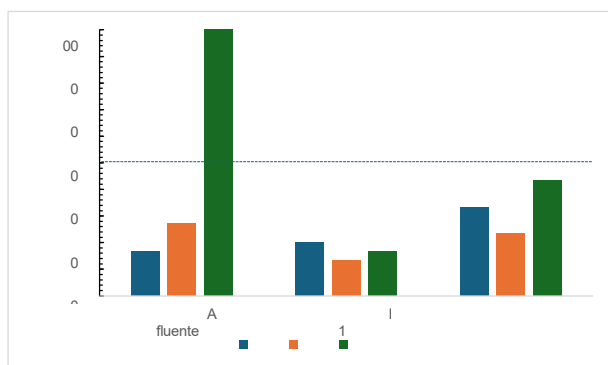
aproximadamente 30 g DQO_{total} (L d)⁻¹ e remoções de DQO_{total} para o sistema (R1+R2) superiores a 80%. BARROS (2017) operou reatores UASB, na faixa de temperatura mesofílica, com COV similares deste experimento, de aproximadamente 33,0 g DQO_{total} (L d)⁻¹ e observou valores de PVM de 2,1 m³ CH₄ (m d)⁻¹.

Figura 02 - Valores de carga orgânica volumétrica (COV), demanda química de oxigênio total e eficiência de remoção para o sistema (R1+R2), produção volumétrica de metano (PVM), pH, relação da alcalinidade intermediária (AI) pela alcalinidade parcial (AP) no afluente e efluentes dos reatores UASB em série (R1 e R2) na co-digestão da vinhaça com melaço.



Observa-se que ocorreu inibição em todas as concentrações estudadas para o afluente e efluente dos reatores UASB, utilizando vinhaça, melaço e torta de filtro. No entanto verifica-se que o afluente bruto inibiu 100% das sementes de *L. sativa* e essa inibição reduziu no efluente do R1 e R2 (Figura 3).

Figura 03 - Percentual de inibição de germinação em *L. sativa* exposta a diferentes concentrações (20, 50 e 100%) do afluente e efluente dos reatores UASB, R1 e R2.



4. Conclusões

A co-digestão da vinhaça com o melaço da cana-de-açúcar pode ser uma alternativa interessante e pelos resultados obtidos, indica-se que o processo poderá proporcionar ganhos energéticos interessantes.

Os testes utilizando a *L. sativa* indicam que os reatores UASB em série, principalmente o R1, pode ser uma alternativa interessante para redução da toxicidade de afluentes compostos por vinhaça e melaço de cana-de-açúcar.

Referências

- [1] BEDOIC, R., DOROTIC, H., SCHNEIDER, D.R., CUCEK, L., COSIC, B., PUKSEC, T., DUIC, N., 2021. Synergy between feedstock gate fee

and power-to-gas: An energy and economic analysis of renewable methane production in abiogas plant. *Renew.*

Energy 173, 12–23.

<https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.124>.

- [2] 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 *Thermotoga* bacteria. *Bioresource Technology*, v. 244, n. July, p. 371–381, 2017.
- [3] SOBRERO, M. C.; RONCO, A. Ensayo de toxicidad aguda con semillas de lechuga *Lactuca sativa* L. In: ROMERO, P. R.; CANTÚ, A. M. (Eds). *Ensayos toxicológicos para la evaluación de sustancias químicas en agua y suelo: la experiencia en México*. 1. ed. México: Instituto Nacional de Ecología, 2008. 414 p.

Agradecimentos

À instituição FATEC de Jaboticabal e ao Laboratório de Saneamento Ambiental pelos Laboratórios. Os autores agradecem, também à FAPESP, auxílio financeiro 2019/19443-6.

¹ Aluna de Iniciação tecnológica com bolsa CNPq.