

AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE DIGESTÃO ANAERÓBIA DE EFLUENTES INDUSTRIAIS

Fabricio Junitiro Yamanaka (PIC/CNPq/UEM), Bacar Mané (Co-orientador), Nehemias Curvelo Pereira (Orientador).
E-mail: ra132797@uem.br

Universidade Estadual de Maringá, Centro de tecnologia, Departamento de Engenharia Química, Laboratório de processo de separação, Maringá, PR.

Engenharias /Processos Industriais de Engenharia Química

Palavras-chave: Sustentabilidade, energia renovável e biodigestores.

RESUMO

O aumento do consumo energético global, impulsionado pelo crescimento populacional e pela industrialização, tem gerado uma crescente dependência dos combustíveis fósseis. A energia produzida utilizando como matéria-prima a biomassa vem ganhando destaque a cada dia. A digestão anaeróbia é um dos métodos promissoras para aproveitamento e tratamento de biomassa rica em matéria orgânica. Este trabalho tem como objetivo analisar o potencial de produção de metano por meio da digestão anaeróbia de mistura de efluentes. Após a coleta das amostras, foram realizadas caracterizações físico-químicas seguindo a norma americana APHA, e os ensaios de Potencial Bioquímico de Metano foram conduzidos seguindo as diretrizes estabelecidas pela VDI. Os melhores resultados obtidos ao longo do ensaio de Potencial Bioquímico de Metano (PBM) estão apresentados a seguir: relações substrato/inóculo (S/I) 0,25 (874 NmL biogás/gSVT e 652 NmL CH₄/gSVT) e 0,5 (833 NmL biogás/gSVT e 481 NmL CH₄/gSVT). Esses resultados mostram o potencial energético da mistura de efluentes industriais para a produção de biogás.

INTRODUÇÃO

O aumento do consumo energético global, impulsionado pelo crescimento populacional e pela industrialização, tem gerado uma crescente dependência dos combustíveis fósseis. Essa dependência, no entanto, representa uma séria ameaça à segurança energética e ao meio ambiente, devido ao esgotamento das reservas e à liberação de gases de efeito estufa (Bhatia, 2021). Para enfrentar essa crise, a busca por fontes de energia renovável e limpa se tornou uma prioridade (Angelidaki, 2018).

Nesse contexto, a recuperação energética de resíduos orgânicos surge como uma alternativa cada vez mais promissora. Além de fornecer uma fonte renovável de energia armazenável, a produção descentralizada de biogás tem papel fundamental no desenvolvimento de regiões rurais e no fortalecimento de pequenas e médias empresas.

No Brasil, o Programa Nacional de Descarbonização de Produtores e Importadores de Gás Natural, juntamente com o Incentivo ao Biometano, foi instituído com o objetivo de promover a pesquisa, produção, comercialização e utilização de biometano e biogás na matriz energética brasileira, contribuindo diretamente para a descarbonização do setor de gás natural (Brasil, 2024).

A digestão anaeróbia é um processo biológico realizado na ausência de oxigênio, no qual microrganismos atuam de forma sinérgica na conversão da matéria orgânica em biogás. O processo de digestão anaeróbia ocorre em quatro etapas: hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, sendo cada uma conduzida por grupos distintos de microrganismos.

Este trabalho propõe o estudo da digestão anaeróbia de misturas de efluentes industriais de origens variadas para a produção de biogás em reator operado em batelada.

MATERIAIS E MÉTODOS

Na presente investigação, o substrato empregado consistiu em uma combinação de mistura de efluentes industriais, e, como inóculo, foi utilizado lodo de biodigestor ativo, ambos coletados na Empresa Maringaense de Tratamento de Efluentes — EMTRE. O procedimento de digestão anaeróbica foi executado utilizando reatores operados em batelada. Para fins analíticos, as amostras foram caracterizadas por meio da aplicação das técnicas analíticas descritas propostas na APHA (2005). Os parâmetros físico-químicos analisados incluem pH, sólidos totais (ST), sólidos voláteis totais (SVT), sólidos fixos totais (SFT), alcalinidade total (AT), carbono orgânico total (COT) e ácidos orgânicos totais (AOT).

Potencial Bioquímico de Metano (PBM)

Nesta fase, os experimentos foram conduzidos em triplicata, seguindo a metodologia padronizada descrita na VDI 4630 (2006), onde o pH do meio foi meticulosamente ajustado para 7,5, e os reatores foram mantidos em um banho termostático a uma temperatura consistente de 37 °C. Os ensaios Potencial Bioquímico de Metano (PBM) foram realizados avaliando as seguintes relações Substrato/Inóculo (S/I): 0,25; 0,50 e 0,75.

A medição diária da produção de biogás foi executada utilizando uma seringa de 10 mL em conjunto com um manômetro, seguida pelo ajuste do volume produzido para considerar as condições de temperatura e pressão padrão (STP), conforme delineado na Equação (1).

$$V_N = \frac{V \cdot (P - P_W) \cdot T_o}{P_o \cdot T} \quad (1)$$

Para a quantificação da geração de metano (CH₄) ao longo dos experimentos, foi empregado um cromatógrafo gasoso (Model Trace GC Ultra, Thermo Scientific).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de caracterização físico-química do substrato e do inóculo estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 01: Caracterização físico-química inóculo e substrato.

INÓCULO			SUBSTRATO		
Parâmetro	Unidade	Valor médio	Parâmetro	Unidade	Valor médio
pH	N. A	8,59	pH	N. A	6,59
ST	g/L	35,16	ST	g/L	43,30
SFT	g/L	16,00	SFT	g/L	6,93
SVT	g/L	19,16	SVT	g/L	36,37
AT	mgCaCO ₃ /L	1.565,00	AT	mgCaCO ₃ /L	1.030,00
AI/AP	N. A	0,28	AI/AP	N. A	6,17
AOV/AT	N. A	0,13	AOV/AT	N. A	1,73
COT	%	20,85	COT	%	33,88

Os dados do inóculo apresenta maior estabilidade, mostrando níveis de pH alcalinos e principalmente baixa relação AOV/AT, apresentando condições favoráveis para ocorrer a digestão anaeróbia.

Quanto à produção de biogás, percebe-se que os maiores rendimentos foram obtidos nas relações S/I 0,25 e 0,50, com a média de produção de 874 NmL biogás/gSVT e 652 NmL CH₄/gSVT e 833 NmL biogás/gSVT e 481 NmL CH₄/gSVT, respectivamente, como mostrado nas Figuras 1 e 2.

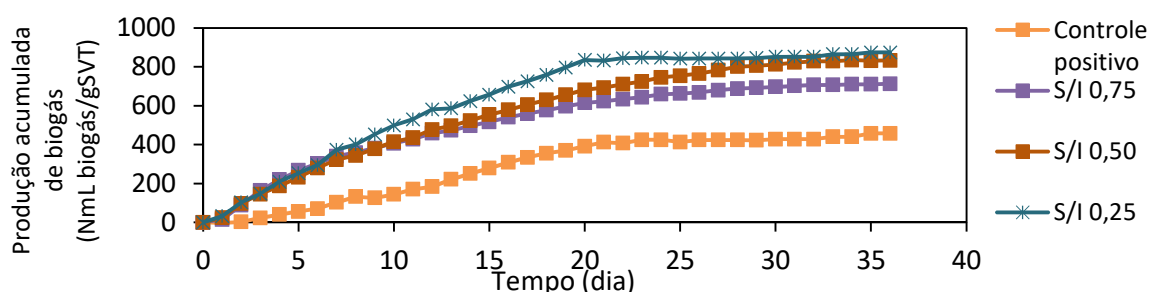


Figura 01 – Produção acumulada de biogás.

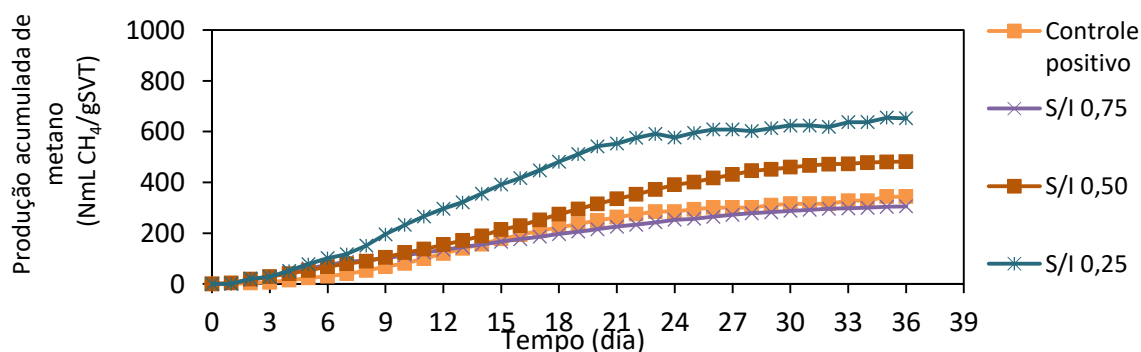


Figura 02 – Produção acumulada de metano.

Quanto ao percentual de metano no biogás, obtivemos os seguintes resultados: a relação S/I 0,25 apresentou melhor desempenho, com uma média de 62,22%, enquanto a relação S/I 0,75 apresentou 56,37% e a S/I 0,50 apresentou 58,57%.

CONCLUSÕES

A produção de biogás e metano apresentou elevado potencial e aproveitamento da matéria orgânica decomposta pela digestão anaeróbia. Portanto, os resultados obtidos evidenciam a importância de utilizar os passivos ambientais como ativos energéticos.

AGRADECIMENTOS

O autor agradece à UEM e ao DEQ, pelo suporte da graduação e institucional e também, ao laboratório de processos de separação (LPS) pela infraestrutura, apoio técnico e pelo aprofundamento do assunto tratado.

REFERÊNCIAS

ANGELIDAKI, I., TREU, L., TSAPEKOS, P., LUO, G., CAMPANARO, S., WENZEL, H, Biogas upgrading and utilization: Current status and perspectives. *Biotechnology Advances*, 36(2), p.452-466.2018;

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. *Standard methods for the examination of water and wastewater*. 21. ed. Washington: American Water Works Association, 2005. 1368 p.

AZIZ, A. S. et al. Anaerobic co-digestion of industrial effluents and organic fraction of municipal solid waste: A review on process performance and stability. *Bioresource Technology*, v. 306, p. 123187, 2020;

BHATIA, S. K. et al. Biorefineries for renewable energy production: an overview. *Frontiers in Energy Research*, v. 9, p. 770935, 2021;

BRASIL. **Lei nº 14.993, de 8 de outubro de 2024**. Dispõe sobre a promoção da mobilidade sustentável de baixo carbono e a captura e a estocagem geológica de dióxido de carbono [...]. *Diário Oficial da União: seção 1*, Brasília, DF, 9 out. 2024. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/>. Acesso em: 28 set. 2025.

34º Encontro Anual de Iniciação Científica
14º Encontro Anual de Iniciação Científica Júnior



12 e 13 de novembro de 2025

VDI 4630. *Fermentation of organic materials – characterization of the substrate, sampling, collection of material data, fermentation tests*. Düsseldorf: Verein Deutscher Ingenieure, 2016.