Gestão:

Reunião de Acompanhamento e Avaliação - RAA 2026

INTENSIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO DE BIOENERGIA POR FERMENTAÇÃO ESCURA DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS

prh anp 46/UNIFEI

Benedicto, Ana Lívia de Souza. [1]; Barros, Regina Mambeli. [2]
[1]Bolsista do PRH 46/UNIFEI, curso de Engenharia Hídrica (Graduação), Itajubá– MG. E-mail: d2023011072@unifei.edu.br
[2]Docente do curso de Engenharia Hídrica da UNIFEI, Itajubá – MG. E-mail: mambeli@unifei.edu.br

INTRODUÇÃO E MOTIVAÇÃO

Águas residuárias com alta carga orgânica: desafio ambiental e fonte de gases de efeito estufa (CH_4).

Fermentação escura (DF): converte matéria orgânica em biohidrogênio ($bioH_2$) em reatores simples.

Limitações: rendimento < 4 mol H_2/mol de glicose e acúmulo de AGVs, que acidificam o meio.

OBJETIVOS

Objetivo geral

Avaliar a intensificação da fermentação escura de águas residuárias mediada por DIET, com magnetita e biochar, isolados e combinados.

Objetivos específicos

- Validar magnetita (100 e 120 mg/L)
- Testar biochar em diferentes doses
- Combinar magnetita + biochar
- Análise estatística (ANOVA e Tukey)
- Estimar a pegada de carbono

APLICAÇÃO NO SETOR DE PETRÓLEO E ENERGIA

Uma alternativa limpa e promissora é a produção de hidrogênio através de vias biológicas (ANWAR et al., 2021). A Fermentação escura tem ganhado destaque como uma alternativa biológica para a produção de biohidrogênio ($bioH_2$), principalmente por não depender de iluminação e por apresentar condições favoráveis à atuação de microrganismos fermentativos. Essa característica permite a geração de hidrogênio em períodos relativamente curtos, diferenciando esse processo de outras rotas biológicas que dependem da presença de luz (HALLENBECK, 2009). Este processo é uma abordagem atrativa para a geração de bioenergia porque tem o potencial de reutilizar águas residuais e resíduos como fontes de carbono e, ainda, apresenta o potencial de produzir metabolitos secundários de interesse industrial tais como ácidos orgânicos e biopolímeros (FUESS et al., 2016).

Rota complementar

O $bioH_2$ por fermentação escura aproveita resíduos e efluentes em reatores simples.
(DE SOUZA et al., 2025)

RESULTADOS

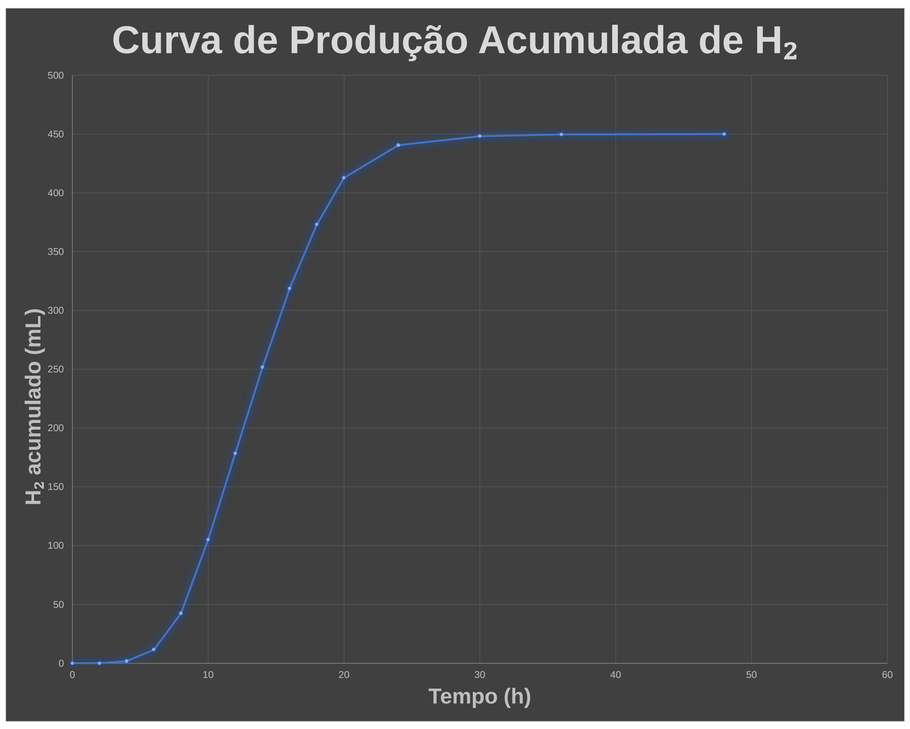


Figura 1 – Curva cinética de produção de H_2 (Gompertz modificado).
Fonte: Autora.

3,2
mol H_2/mol de glicose (rendimento teórico)

95%
de eficiência

21,8 h
para atingir 90% do H_2 máximo

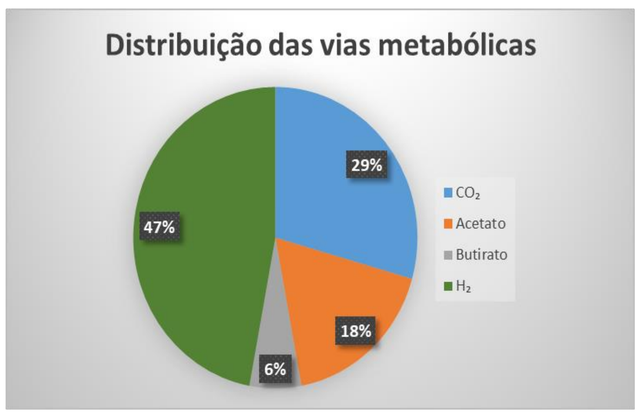


Figura 2 – Distribuição dos produtos (mol)
Fonte: Autora

Acetato (60%) e Butirato (40%): a rota acetogênica favorece maior rendimento de $bioH_2$.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Elevado potencial técnico de produção de $bioH_2$ por fermentação escura.
- O modelo de Gompertz descreveu bem a cinética (ciclos de 24 h).
- Próxima etapa: ensaios com magnetita + biochar (DIET).

AGRADECIMENTO

Agradeço Apoio financeiro do Programa de Formação de Recursos Humanos da Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis – PRH-ANP, gerido pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), Brasil. Processo nº 2025/03154-6.

REFERÊNCIAS

Anwar, S., Khan, F., Zhang, Y., & Djire, A. (2021). Recent development in electrocatalysts for hydrogen production through water electrolysis. International Journal of Hydrogen Energy

FUESS, Lucas Tadeu, Mazine Kiyuna, L. S., Garcia, M. L., & Zaiat, M. (2016). Operational strategies for long-term biohydrogen production from sugarcane stillage in a continuous acidogenic packed-bed reactor. International Journal of Hydrogen Energy, 41(19), 8132–8145

HALLENBECK, P. C. (2009). Fermentative hydrogen production: Principles, progress, and prognosis. International Journal of Hydrogen Energy.

DE SOUZA, G. C. et al. Assessment of the sequential dark fermentation and photofermentation of organic solid waste with magnetite and substrate pre-treatment aimed at hydrogen use. Fermentation, v. 11, n. 9, 516, 2025.