PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS COM BIOCARVÃO DE CASCA DE COCO PARA VALORIZAÇÃO DO HIDROGÊNIO GERADO A PARTIR DE RESÍDUOS DE ABACAXI

Palavras-Chave: BIO-HIDROGÊNIO, PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS, BIOCARVÃO

Autores(as):

Gabriela Emi Jodai Sakuraba, FEA – UNICAMP

Larissa Castro Ampese, FEA – UNICAMP

Prof(ª). Dr(ª). Tânia Forster-Carneiro, FEA – UNICAMP

INTRODUÇÃO:

O uso de resíduos agroindustriais como matéria-prima para a geração e o tratamento do biogás oferece vantagens econômicas e ambientais. A indústria do abacaxi, por exemplo, gera grande volume de subprodutos como cascas, coroa, base e miolo, sendo estimado que o processamento de uma tonelada da fruta produza mais de 500 kg de resíduos [1]. Esses resíduos apresentam altos teores de açúcares fermentáveis, o que os torna substratos adequados para a digestão anaeróbia [2].

O biogás, produzido pela digestão anaeróbia (DA) de resíduos orgânicos, tem se consolidado como uma alternativa energética sustentável, viabilizando a geração de energia térmica e elétrica a partir de fontes renováveis, além de promover o reaproveitamento de resíduos. Na etapa acidogênica da DA, o biogás gerado pode conter teores expressivos de hidrogênio (H_2), um vetor energético limpo e com alta densidade energética. No entanto, a presença significativa de dióxido de carbono (CO_2) no biogás bruto reduz sua fração energética e impede a obtenção de bio-hidrogênio, sendo necessário purificá-lo para aplicações mais eficientes [3].

Nesse contexto, o uso de materiais adsorventes como o biocarvão tem ganhado relevância devido à sua capacidade de adsorver seletivamente as impurezas e modular a composição do biogás. Este trabalho teve como objetivo avaliar a purificação do biogás produzido pela digestão anaeróbia de cascas de abacaxi, utilizando biocarvão de casca de coco como material adsorvente, contribuindo para o desenvolvimento de tecnologias integradas e sustentáveis no aproveitamento de resíduos agroindustriais para geração e valorização de bio-hidrogênio.

METODOLOGIA:

Resíduos de abacaxi foram coletados e submetidos ao processo de digestão anaeróbica em reator fechado por um período de 20 dias, com o objetivo de gerar biogás com potencial de produção de bio-hidrogênio. Paralelamente, foi desenvolvido um sistema de purificação utilizando biocarvão como material adsorvente. O biocarvão foi obtido a partir de cascas de coco, previamente secas e submetidas à pirólise em mufla, a uma temperatura controlada, para garantir a carbonização adequada do material.

Após a obtenção do biocarvão, foi montado um sistema de purificação contendo camadas do material em um cartucho de filtragem, assim, uma quantidade para teste do biocarvão foi acondicionada em um cartucho metálico com filtros em cada extremidade. No interior do cartucho, o material foi organizado em camadas alternadas de biocarvão e esferas de zircônia. O fluxograma do processo experimental é ilustrado na Figura 1.

O biogás bruto, gerado no reator, foi então direcionado para esse sistema, promovendo a retenção de compostos. A composição do biogás bruto e tratado foi analisada por cromatografia gasosa, visando avaliar a eficiência do processo de tratamento do biogás, com foco na produção de bio-hidrogênio e remoção de impurezas.

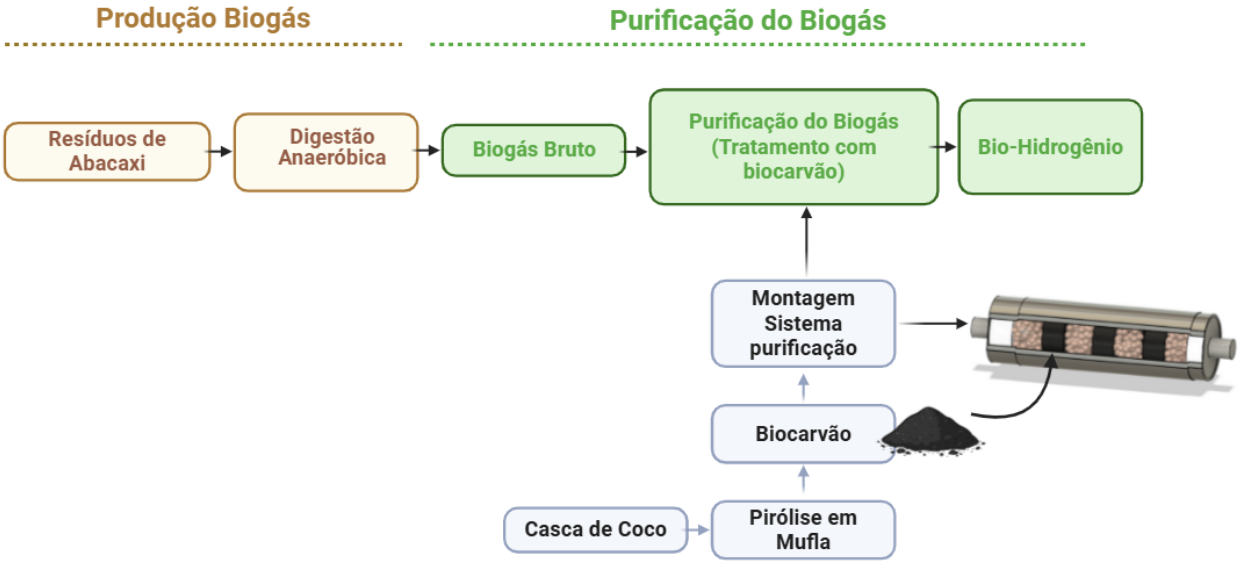

Figura 1 – Fluxograma representativo da metodologia experimental (Autores, 2025).

RESULTADOS E DISCUSSÃO:

A análise da composição relativa dos gases H_2 e CO_2 no biogás, ilustrados nas figuras 2 e 3, respectivamente, antes e após o tratamento com biocarvão, permitiu avaliar o comportamento do sistema ao longo de 20 dias experimentais. Os resultados foram obtidos por cromatografia gasosa, e expressos como porcentagem relativa, calculada pela razão entre a área do pico de cada gás e a soma das áreas de todos os constituintes detectados. Além disso, a Figura 4 apresenta a integração da variação temporal de H_2 e CO_2 nas amostras bruta e purificada.

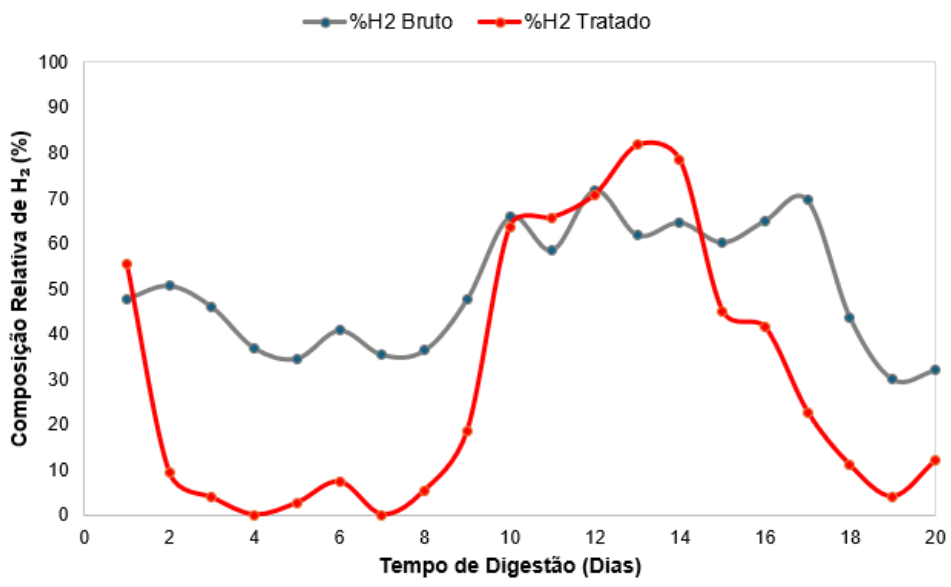

Figura 2 *– Variação Temporal da Fração de H_2 no Biogás Bruto e Tratado* (Autores, 2025).

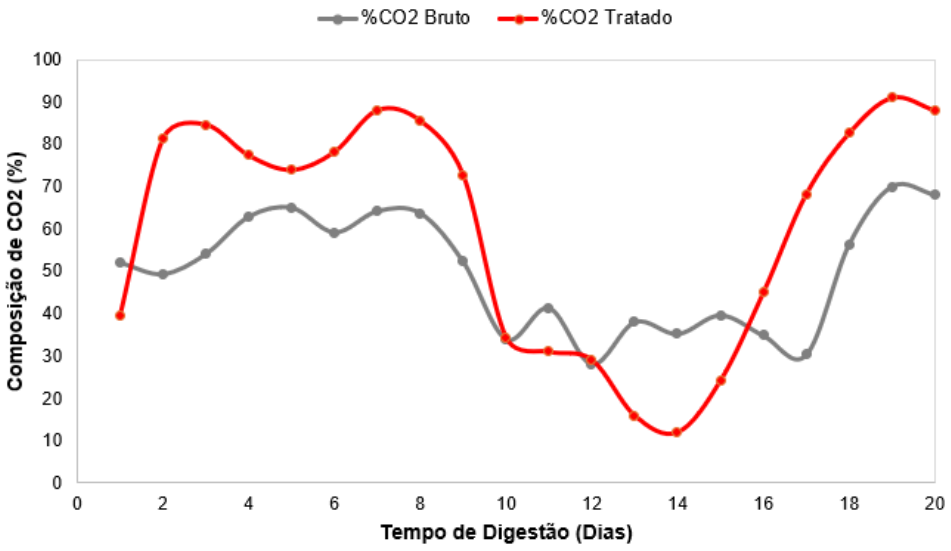

Figura 3: *Variação Temporal da Fração de CO2 no Biogás Bruto e Tratado* (Autores, 2025).

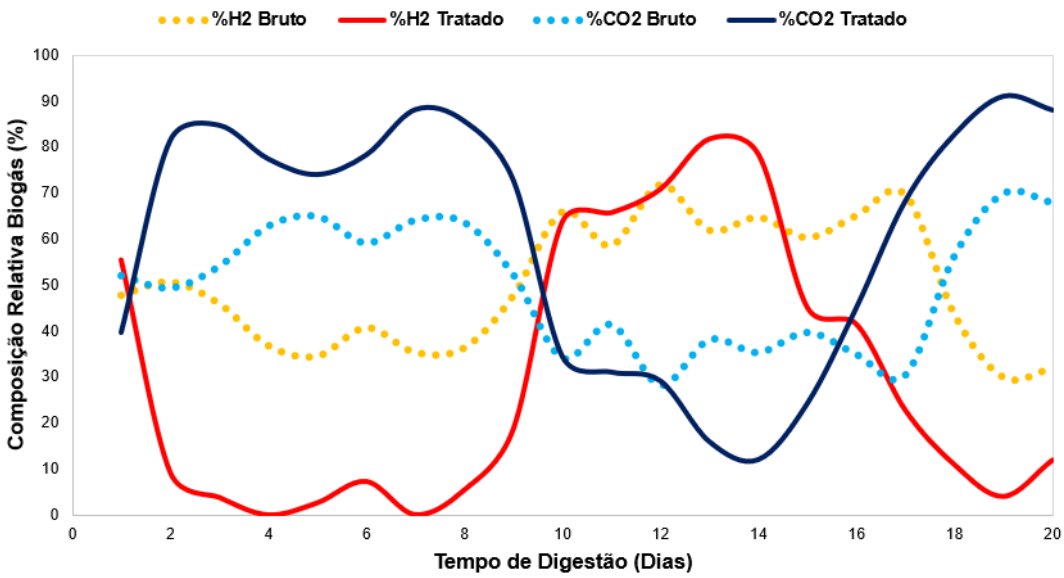

Figura 4 - *Variação Temporal da composição Relativa de H2 e CO2 no Biogás Bruto e Tratado* (Autores, 2025)

No biogás bruto (não tratado), a composição média ao longo do experimento apresentou valores de H_2 variando entre 30% e 75%. Por outro lado, o CO_2 variou entre 25% e 70%. Após o tratamento do, observou-se, a partir do dia 8, um aumento progressivo de H_2, atingindo o valor máximo superior a 80% no dia 13. Esse pico sugere uma seletividade do sistema de adsorção que, ao longo do tempo, possibilitou a redução mais eficiente do CO_2, favorecendo o aumento da fração relativa de hidrogênio.

Assim, a variação do CO_2 no biogás tratado reforça esse comportamento. Os valores variaram de aproximadamente 15% a 90%, com tendência de diminuição nas fases intermediárias do experimento (dias 8 a 14). Esse padrão é compatível com o mecanismo de adsorção física do CO_2 pelo biocarvão, indicando que o sistema de adsorção exerceu seleção eficiente por remoção de CO_2.

Contudo, observou-se um rápido declínio da fração de H_2 nos efluentes, chegando a valores inferiores a 10 % após o dia 14. Esse padrão sugere a **saturação do material adsorvente**, reduzindo a eficácia na remoção de CO_2.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos demonstram que o sistema de tratamento do biogás com biocarvão de casca de coco influenciou a composição relativa de hidrogênio ao longo dos 20 dias de digestão anaeróbica de resíduos de abacaxi. Observou-se um aumento expressivo da fração de H_2 após o décimo dia, superando 80%, o que indica eficiência temporária do material adsorvente na remoção de CO_2. A queda posterior nos teores de H_2 sugere a saturação do biocarvão, reduzindo sua capacidade de adsorção.

Dessa forma, os resultados evidenciam o potencial do biocarvão como ferramenta para a otimização da produção e do aproveitamento do bio-hidrogênio, por meio da remoção de CO_2. No entanto, também ressaltam a necessidade de estratégias complementares — como a substituição

periódica do adsorvente — para manter a eficiência do sistema ao longo do tempo e viabilizar o uso contínuo do bio-hidrogênio em aplicações energéticas.

BIBLIOGRAFIA

[1] WICHITSATHIAN, B.; YIMRATTANABAVORN, J.; WONGLERTARAK, W. **Enhancement of biogas production from pineapple waste by acid alkaline pretreatment**. IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci. 2020, 471, 012005.

[2] TANGJAROEN, Jirawan; PRASERTSAN, Patchanee. **Anaerobic digestion of pineapple waste for biogas production and application of slurry as liquid fertilizer carrier for phosphate solubilizers**. *Indian Journal of Agricultural Research*, v. 56, n. 4, p. 408–414, 2022. DOI: 10.18805/IJARe.A-5777.

[3] MUIN, Nor Azira Abdul; ISAH, Abdullahi Nwaha; ASLI, Umi Aisah; SADIKIN, Aziatul Niza; NORAZAHAR, Norafneeza; KAMARUDDIN, Mohd Johari; HASSIM, Mimi Haryani; SHIN, Ho Wai; AZMAN, Nur Raudhah. **A short review on various purification techniques suitable for biohydrogen-mixed gases**. *Journal of Energy and Safety Technology*, [S.l.], v. 1, n. 2, 2020.