

ANÁLISE DO POTENCIAL DOS RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CACAUEIRA NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOPRODUTOS DE ALTO VALOR AGREGADO

Antônio Coelho Oliveira Neto¹; Ana Lucia Barbosa Souza²; Tatiana Oliveira Vale³

¹ Graduando em Engenharia Química; Iniciação Científica - ANP; antoniocoelho274@gmail.com

² Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; ana.lbs@fieb.org.br

³ Centro Universitário SENAI CIMATEC; Salvador-BA; tatiana.vale@fieb.org.br

RESUMO

A crescente demanda global por energia, impulsionada pelo uso de combustíveis fósseis, intensifica as mudanças climáticas. Esse cenário destaca a importância de buscar alternativas sustentáveis, como a produção de biogás a partir dos resíduos de cacau. Esses resíduos são predominantemente gerados na região Norte e na Bahia, onde a prática agrícola da cacau-cabruca é comum, contribuindo para a sustentabilidade local. A digestão anaeróbica desses resíduos emerge como uma solução crucial, transformando subprodutos em biogás e fertilizantes orgânicos. Ademais, a proposta desse trabalho não apenas promove a sustentabilidade na indústria cacaujeira, mas também reduz custos e promove a autossuficiência no tratamento de resíduos.

PALAVRAS-CHAVE: Cacau; Biogás; Digestão anaeróbica; Fertilizantes Orgânicos; Bioativos.

1. INTRODUÇÃO

O incremento na demanda global de energia em um intervalo de 25% a 30% até o ano de 2040, especialmente impulsionado pelo uso predominante de carvão e petróleo, está diretamente ligado ao aumento significativo das emissões de dióxido de carbono (CO₂) e à exacerbada intensificação das mudanças climáticas. A dependência contínua de combustíveis fósseis, resulta na alta liberação de carbono, e também desencadeia instabilidade política substancial e implicações ambientais graves, decorrentes da considerável emissão de carbono, contribuindo diretamente para variações na temperatura global (Iberdrola,2020).

A produção nacional de cacau no Brasil é de aproximadamente 265 mil toneladas. A Bahia, contribui com uma parcela significativa de 46,8%(Brainer,2021). A agricultura familiar no Sul da Bahia adota um sistema conhecido como cacau-cabruca, que consiste no plantio de cacauzeiros em áreas de floresta nativa ou sombreadas por árvores de grande porte, contribuindo para uma maior sustentabilidade ambiental. (Lobão,2007).

A viabilização da tecnologia da digestão anaeróbica é de suma importância, especialmente quando se busca reduzir custos e promover a sustentabilidade no próprio local de produção. Ao implementar sistemas de digestão anaeróbica nas fazendas de cacau, é possível transformar os resíduos em biogás e fertilizantes orgânicos no local, e obtenção de outros bioativos de alto valor agregado, reduzindo a necessidade de transporte e tratamento externo de resíduos (Molino,2012).

Diante disso, o projeto tem como objetivo estabelecer uma rota biotecnológica viável e eficiente para a produção de biogás e coprodutos de alto valor a partir do processamento de resíduos de cacau, empregando a metodologia de integração e intensificação de processos.

2. METODOLOGIA

A metodologia do projeto se baseia na divisão do trabalho em seis etapas de estudos. No momento as três primeiras etapas foram concluídas ou estão em andamento e com prosseguimento para as demais. As etapas de estudo são:

- I. Planejamento das Etapas: Identificação e definição das fases necessárias para o desenvolvimento do projeto.
- II. Pesquisa Bibliográfica: Realização de uma extensa pesquisa bibliográfica para compreender os principais métodos de obtenção de Biogás e outros bioprodutos derivados dos resíduos do cacau; Análise detalhada dos resíduos provenientes da indústria cacaujeira para identificar suas características e potenciais;

III. Aquisição de insumos: Aquisição de materiais para realização dos ensaios em laboratório.

IV. Caracterização das Bactérias Anaeróbicas e Matérias-Primas em Escala Laboratorial: Realização de experimentos em laboratório para caracterizar as bactérias anaeróbicas presentes nos resíduos do cacau; Análise das matérias-primas em escala laboratorial para compreender suas propriedades e potenciais na produção de biogás.

V. Simulação do Bioprocesso: Realização de simulações visando avaliar a viabilidade técnica da produção de biogás a partir dos materiais identificados; Análise econômica para avaliar a viabilidade financeira da produção em escala.

VI. Avaliação da Viabilidade e Preparação para a Planta Piloto: Utilização dos dados experimentais obtidos para determinar a viabilidade técnica e econômica da produção em uma escala maior.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A indústria cacaeira gera uma quantidade considerável de resíduos durante seu processo produtivo, os quais apresentam potencial para serem transformados em recursos valiosos. Esta análise investigará o aproveitamento desses resíduos na produção de biogás e bioprodutos de alto valor agregado, utilizando técnicas como a digestão anaeróbica e a extração de compostos bioativos.

De acordo com o levantamento bibliográfico preliminar, pode-se observar que, o teste PBM, essencial para avaliar a qualidade da matéria-prima na produção de biogás, desempenha um papel fundamental na estimativa do potencial de plantas de biogás em grande escala. A partir dos resultados obtidos no estudo de referência, observou-se que os rendimentos de biogás foram de $307 \pm 15 \text{ mLg}^{-1} \text{ SV}$ e $271 \pm 70 \text{ mLg}^{-1} \text{ SV}$, correspondendo a rendimentos de metano de $175 \pm 9 \text{ mLg}^{-1} \text{ SV}$ e $173 \pm 45 \text{ mLg}^{-1} \text{ SV}$ para PMB1 e PMB2, respectivamente, em condições mesófilas após 30 dias de operação. Já sob condições termofílicas, o processo DRANCO apresentou um rendimento de $345 \text{ mLg}^{-1} \text{ SV}$, com uma produção de metano de $193 \text{ mLg}^{-1} \text{ SV}$. Adicionalmente, os teores de metano no biogás foram de 57% para PBM1, 64% para PBM2 e 56% para DRANCO, sem qualquer produção de H_2S (Acosta, 2018).

Outro experimento realizado em triplicata, utilizando reatores de 1L e 500g de amostra, apresentou resultados promissores. O PBM e o PBB do cacau encontrados neste estudo foram de $424,62 \text{ mL Metano.gSV}^{-1}$ e $745,21 \text{ mL Biogas.gSV}^{-1}$, respectivamente. Os rendimentos de biogás obtidos em laboratório indicam que uma tonelada de Casca de Cacau pode produzir $84,56 \text{ m}^3$ de biogás, com potencial para alcançar um percentual de metano de 74,72% (Müller, 2020).

Tabela 1 – Valores de PBB, PBM, RB, RM e CH_4

Referências	PBB ¹	PBM ²	RB ³	RM ⁴	CH_4 ⁵
Experimento 1	$307 \pm 15 \text{ mLg}^{-1}$	$175 \pm 9 \text{ mLg}^{-1}$	$307 \pm 15 \text{ mLg}^{-1}$	$175 \pm 9 \text{ mLg}^{-1}$	57%
Experimento 2	$271 \pm 70 \text{ mLg}^{-1}$	$173 \pm 45 \text{ mLg}^{-1}$	$271 \pm 70 \text{ mLg}^{-1}$	$173 \pm 45 \text{ mLg}^{-1}$	64%
DRANCO	345 mLg^{-1}	-	-	193 mLg^{-1}	56%
Experimento 3	$745,21 \pm 70,99 \text{ mLg}^{-1}$	$424,62 \pm 33,19 \text{ mL.g}^{-1}$	$84,56 \pm 8,0 \text{ mLg}^{-1}$	$48,18 \pm 3,77 \text{ mLg}^{-1}$	74,72%

Potencial Bioquímico de Biogás¹; Potencial Bioquímico de Metano²; Rendimento Biogás; Rendimento Metano⁴; Porcentagem de CH_4 ⁵

Vale ressaltar que os experimentos 1 e 2 foram conduzidos por 30 dias, enquanto o experimento 3 foi encerrado quando o volume diário de biogás produzido se manteve abaixo de 1% do total acumulado por três dias consecutivos. Essa abordagem garantiu a obtenção de dados confiáveis e a análise precisa do desempenho do sistema ao longo do tempo. Com isso, espera-se não só reduzir os custos de descarte,

mas também gerar energia renovável e produzir compostos de interesse comercial. Os resultados esperados visam oferecer insights para uma gestão mais sustentável da indústria cacaujeira e promover uma economia circular, beneficiando o meio ambiente e as comunidades locais.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os estudos de referência fornecem uma base sólida para a pesquisa e para os futuros experimentos laboratoriais pois além de apresentarem condições experimentais semelhantes às que serão utilizadas, mostram resultados positivos e promissores, aumentando a probabilidade de obtermos excelentes resultados. Portanto, espera-se que os dados obtidos contribuam significativamente para o avanço do conhecimento na área e ofereçam perspectivas promissoras para pesquisas futuras e aplicações práticas.

Agradecimentos

Agradecimentos à Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), ao Programa de Recursos Humanos da ANP (PRH 27.1), à FINEP, gestora do programa, e ao SENAI CIMATEC.

5. REFERÊNCIAS

MOLINO, A.; NANNA, F.; DING, Y.; BIKSON, B.; BRACCIO, G. Biomethane production by anaerobic digestion of organic waste. *Fuel*, [S. l.], v. 103, p. 1003-1009, 12 ago. 2012. DOI <https://doi.org/10.1016/j.fuel.2012.07.070>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S001623611200631X>. Acesso em: 3 mar. 2024.

ARAUJO, Ana Paula Caixeta *et al.* PRODUÇÃO DE BIOGÁS A PARTIR DE RESÍDUOS ORGÂNICOS UTILIZANDO BIODIGESTOR ANAERÓBICO. **UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA FACULDADE DE ENGENHARIA QUÍMICA**, UBERLÂNDIA, p. 1-42, 14 dez. 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/20292/3/Produ%C3%A7%C3%A3oBiog%C3%A1sRes%C3%ADduos.pdf>. Acesso em: 12 set. 2023.

BRAINER, MARIA SIMONE DE CASTRO PEREIRA *et al.* PRODUÇÃO DE CACAU. **Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE**, [S. l.], p. 1-23, 14 jan. 2021. Disponível em: https://g20mais20.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/650/3/2021_CDS_149.pdf. Acesso em: 19 set. 2023.

LOBÃO, Dan Érico Vieira Petit *et al.* AGROECOSSISTEMA CACAUEIRO DA BAHIA: CACAUCABRUCUA E FRAGMENTOS FLORESTAIS NA CONSERVAÇÃO DE ESPÉCIES ARBÓREAS. **UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO” FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS CÂMPUS DE JABOTICABAL**, São Paulo, p. 1-108, 18 set. 2007. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/cd64bba8-8efb-4b2e-84c7-a5788733fc9c/content>. Acesso em: 16 set. 2023.

El hidrógeno verde: una alternativa para reducir las emisiones y cuidar nuestro planeta. Iberdrola. Disponível em: www.iberdrola.com/web/guest/sostenibilidad/hidrogeno-verde Acesso em: 10 de outubro de 2023

ACOSTA, Nayaret; VRIEZE, Jo De; SANDOVAL, Verónica; SINCHE, Danny; WIERINCK, Isabella; RABAEY, Korneel. Cocoa residues as viable biomass for renewable energy production through anaerobic digestion. **Bioresource Technology**, [S. l.], v. 265, p. 568-572, 23 jul. 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0960852418307685>. Acesso em: 3 mar. 2024. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.05.100>.

Coarita Fernandez, H.; Amaya Ramirez, D.; Teixeira Franco, R.; Buffière, P.; Bayard, R. Methods for the Evaluation of Industrial Mechanical Pretreatments before Anaerobic Digesters. *Molecules* **2020**, *25*, 860. <https://doi.org/10.3390/molecules25040860>

DAHUNSI, S.O.; ADESULU-DAHUNSI, A.T.; IZEBERE, J.O. Cleaner energy through liquefaction of Cocoa (Theobroma cacao) pod husk: Pretreatment and process optimization. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 226, p. 578-588, 16 abr. 2019. DOI <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.112>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652619311916>. Acesso em: 3 mar. 2024.

MÜLLER, Maíra Post; CORNELLI, Júlia Fraporti; MARDER, Munique; HICKMANN, Eugênia Vargas; KONRAD, Odorico. AVALIAÇÃO DO POTENCIAL ENERGÉTICO DA CASCA DE CACAU NA PRODUÇÃO DE BIOGÁS E BIOMETANO. **XI Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**, Vitória-ES, p. 1-4, 23 nov. 2020. Disponível em: <https://www.ibeas.org.br/congresso/Trabalhos2020/X-014.pdf>. Acesso em: 3 mar. 2024.