

AValiação DA VIABILIDADE DE PRODUÇÃO E DE VALORAÇÃO ENERGÉTICA DO BIOGÁS ADVINDO DA BIODIGESTÃO DA GORDURA DE CAIXAS DE GORDURAS

Rogério Lima Mota de Oliveira, rogta@msn.com¹

Michell Luiz Costalonga, mlcostalonga@gmail.com¹

Elnathan de Souza Valadares, elnathan.valadares@marcaambiental.com.br¹

Daiana Galina, daiana.galina@marcaambiental.com.br¹

Átila Pavan Vasconcellos, atila.pavan@marcaambiental.com.br¹

¹Marca Ambiental, Rod. Gov. Mário Covas, 1864 - Padre Mathias, Cariacica - ES, 29157-100

Resumo: Atualmente grande parte da gordura coletada em caixas de gorduras da região metropolitana de Vitória, ES, são destinadas à empresa Marca Ambiental. A gordura, rica em matéria orgânica, tem como destinação final leitos de secagem, onde a parte aquosa é encaminhada para a estação de tratamento de efluentes e a parte flutuante para o aterro sanitário. Tal tratativa para com o resíduo em questão causa dificuldade de manejo, corrobora para uma alta geração de chorume, gera instabilidade devido a diminuição da resistência as tensões de cisalhamento e encurtam a vida útil do aterro. Com o objetivo avaliar a viabilidade da aplicação do biogás proveniente de material orgânico de caixas de gorduras em processos de valoração energética, foi realizado um estudo experimental do processo de biodigestão. Nesse estudo utilizou-se um biodigestor TG1B2, compacto, destinado ao uso doméstico reativado com inóculo que já antes nele estava contido. Esse procedimento de ativação teve duração de duas semanas e então iniciou-se o processo. Caracterizou-se a gordura: sólidos totais (valor médio: 2,98%) e sólidos voláteis (valor médio: 2,56%) e monitorou-se parâmetros de vazão, pressão e temperatura. A produção de biogás por meio deste processo foi de 3,3 m³biogás/kgsv, com concentrações de metano e dióxido de carbono de 51% e 49% respectivamente. A empresa possui uma central termelétrica de valoração energética em suas dependências onde utiliza-se o biogás proveniente do aterro sanitário. A concentração do gás utilizado na central varia de 46% à 53% em concentração de metano. Sendo assim, a concentração do gás combustível produzido neste processo estudado (51%), que valeu-se de um reator doméstico, se mostrou satisfatória para a geração de energia nessa planta. Além disso, o volume de gás combustível (CH₄) produzido por massa de material orgânico total inserido no processo apresentou uma excelente relação. Por fim, estudo tem caráter inovador pois utilizou-se de gordura de caixas de gordura como substrato da biodigestão. Entretanto novos testes são necessários para aplicações em larga escala.

Palavras-chave: biogás, biodigestor, caixa de gordura, valoração energética.

1. INTRODUÇÃO

Nos últimos três anos, o crescimento mundial sofreu forte desaceleração conforme mostra o comunicado à imprensa do Wold Bank (2022). Apesar disso, projeções da UN (2022) mostram um crescimento praticamente linear da população mundial nos último 100 anos atingindo 7,8 bilhões de pessoas no ano de 2022. O mesmo instituto mostra que o número de nascimentos por mortalidade só se inverterá a partir do ano 2100. Com esse crescimento exacerbado, a quantidade de lixo produzido segue uma tendência ainda pior. Olhando para o futuro, espera-se que os resíduos globais cresçam para 3,40 bilhões de toneladas até 2050, mais que o dobro do crescimento populacional no mesmo período (Word Bank, 2022). Em relação ao Brasil, estima-se que a quantidade de resíduos sólidos urbanos gerados diariamente gira em torno de 226,0 mil toneladas (ABRELPE, 2021).

Os resíduos podem ser classificados quanto a sua geração: direta, como o lixo e o esgoto, ou indireta, como os rejeitos advindos da agricultura, pecuária e processos industriais essenciais para a sobrevivência e consumo humano. Porém em ambos os casos há dificuldade no manejo, destinação e tratamento dos resíduos. Empresas do setor de gerenciamento de resíduos, nos últimos anos, vêm investindo incisivamente em estudos e soluções a fim de otimizar o manejo e seus processos de tratamento. Na Região metropolitana de Vitória, ES, a Central de Tratamento de Resíduos (CTR) Marca Ambiental gerencia grande parte dos resíduos produzidos pela região e parte destes são tratados, reciclados e vendidos. Além gerar lucro, obviamente, a disposição final correta dos resíduos diminui impactos ambientais devido ao descarte inadequado.

Dentre os variados tipos de resíduos gerenciados pela empresa, encontra-se a gordura proveniente de caixas de gordura residencial e comercial. Esse rejeito, além de causar impactos ambientais, também pode causar mal funcionamento do processo de tratamento de esgoto. Nos estudos de Hudak, Sadler e Hunter (1998) pôde-se concluir que a alta concentração de gordura nas tubulações proporcionaram o acúmulo de incrustações nos coletores, receptores e peças da rede esgoto, interferindo no bom funcionamento do processo operacional de tratamento dos esgotos. Em relação ao meio ambiente, Thode Filho e Paiva (2007) mostraram que as gorduras possuem relação com a impermeabilização e contaminação do solo e provocaram alterações na morfologia das plantas. Quanto na água, a gordura concentra-se na superfície, formando uma camada que impede a difusão da oxigenação da água por meio do ar atmosférico e consequentemente gerando severos impactos na vida marítima, lótica e lântica.

Em relação a gordura nos aterros sanitários, este resíduo está associado a problemas estruturais, como a instabilidade devido a diminuição da resistência às tensões de cisalhamento, dificuldade de manejo, alta geração de chorume e encurtamento da vida útil do aterro. A solução básica para a gordura é normalmente destiná-la em leitos de secagem (Fig. 1), onde a parte pastosa flutua e a parte líquida tende a descer. A parte líquida é encaminhada para estação de tratamento de esgoto – ETE. Já a parte pastosa é levada ao aterro onde encabeça os problemas supracitados.



Figura 1 – Leito de Secagem da Gordura de Caixas de Gordura na CTR Marca

Tais enredos propiciaram a indagação teórica de que a gordura advinda de caixas de gordura pode e deve ter seu potencial energético melhor aproveitado. Em conformidade com tal hipótese, Park et al (2004) mostrou ser viável a produção de biodiesel, quando utilizou catalisadores microbianos a fim de determinar as condições mais adequadas para a produção de éster metílico de ácidos graxos visando a produção do combustível.

Nesse contexto, pensou-se em produzir biogás a partir da gordura que é destinada à CTR Marca Ambiental. A alternativa pensada foi a biodigestão, uma vez que esta é uma temática crescente no país (Fig. 2), como mostra o relatório produzido pelo instituto CIBIOGÁS (2020).

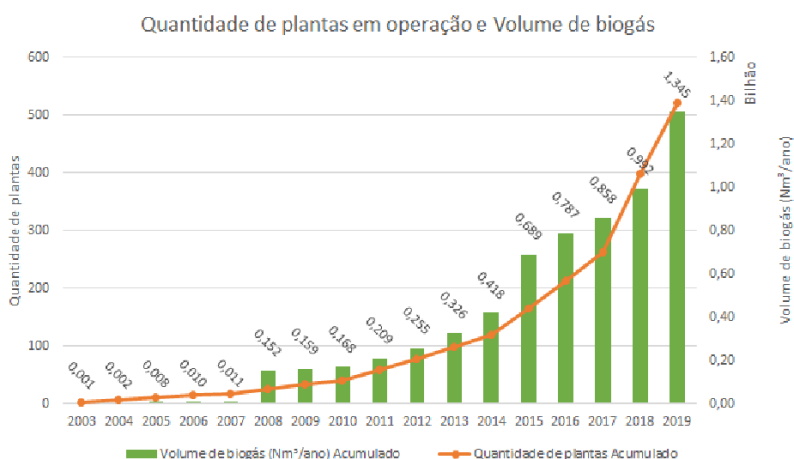


Figura 2 – Curva de crescimento do uso energético de biogás no Brasil desde 2003 (CIBIOGÁS, 2020).

É possível perceber que o aumento do volume e a quantidade de plantas que fazem uso do biogás com fins energéticos no último ano em relação ao anterior foi de 31% e 36% respectivamente (Fig. 1). O mesmo instituto ainda afirma que a maior parte da produção de biogás se concentra no setor agropecuário destinando-a à produção de energia elétrica (CIBIOGÁS, 2020).

Diante de tal fato, o objetivo do presente estudo é averiguar se a gordura advinda de caixas de gordura se mostra biodegradável, na prática, em ambiente anaeróbico. Caso haja geração de biogás ir-se-á quantificar e qualificar, em termos de porcentagem de metano, o biogás gerado e avaliar o potencial metanogênico do substrato em questão. Por fim, avaliar-se-á a viabilidade e a aplicabilidade deste gás produzido na termelétrica existente dentro dos limites da CTR Marca Ambiental.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O processo de biodigestão é um conjunto de reações que ocorrem em meio anaeróbico e que tem como principal reagente um material rico em matéria orgânica. A decomposição dessa matéria em ambiente desprovido de oxigênio tem como produto o biogás, rico em metano (40-75%), e o digestato, que pode ser empregado no meio agrícola. Atualmente, no mundo, a biodigestão tem sido empregada com sucesso no tratamento biológico de diferentes tipos de resíduos e efluentes urbanos, industriais e agrícolas, com inúmeras vantagens frente a processos aeróbios, como baixos custos operacionais, baixa taxa de geração de lodo, redução de emissão de gases do efeito estufa e geração de biogás, caracterizando-se como um processo com balanço energético positivo (COLTURATO, 2015). O processo de digestão anaeróbia, pode ser resumido em cinco etapas (Fig. 3), sendo elas: hidrólise, acidogênese, acetogênese, metanogênese e sulfetogênese (COLTURATO, 2015).

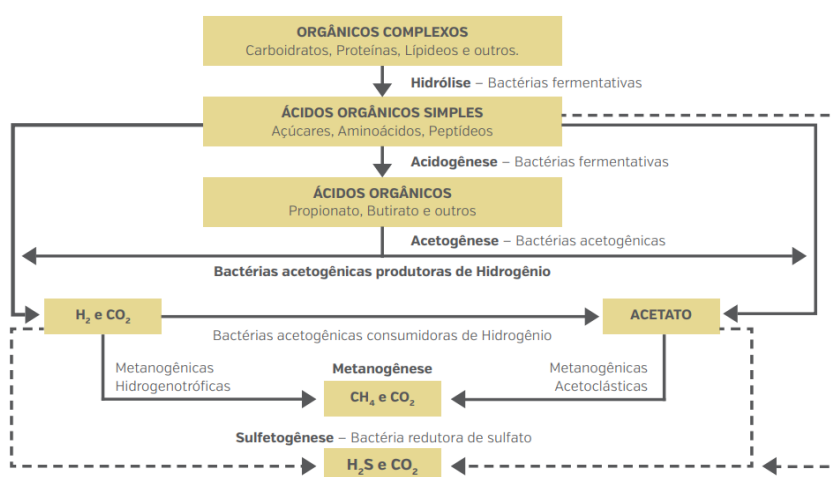


Figura 3 – Representação Esquemática das Cinco Etapas do Processo de Biodigestão

Do grego *hidrolysis* (*hidro*: água; *lysis*: quebra), hidrólise se refere a quebra de alguma molécula pela ação da água. Nesta etapa as macromoléculas, carboidratos, proteínas e gorduras, são quebrados em moléculas menores.

O tempo de duração da primeira etapa varia de acordo com as características do substrato sendo de poucas horas para carboidratos e alguns dias para proteínas e lipídios que possuem cadeias mais complexas. Já a lignocelulose e lignina são hidrolisadas mais lentamente, muitas vezes de maneira incompleta (KUNZ; STEINMETZ e DO AMARAL, 2019).

Após a etapa descrita, acontece a etapa da acidogênese. Estes são formados por diferentes bactérias anaeróbias e facultativas, tendo como matéria prima os monômeros advindos da hidrólise. As moléculas produzidas são de cadeia curta, que variam de 1 a 5 carbonos, álcoois, óxidos de nitrogênio, sulfeto de hidrogênio, hidrogênio e dióxido de carbono. A pressão parcial de hidrogênio durante o processo afeta diretamente o estado de oxidação dos produtos. Se for muito elevada resultarão em produtos com maior quantidade de carbono (KUNZ et al., 2019).

Posteriormente vem a etapa da acetogênese onde ocorre a formação de acetato. Essa etapa é considerada crítica ao processo, sendo conduzida por um grupo de bactérias denominadas acetogênicas. Nessa fase os ácidos de cadeia longa criados na acidogênese são transformados em ácidos com apenas um ou dois átomos de carbono (fórmico e acético), com a concomitante produção de hidrogênio e dióxido de carbono. Para que a formação de ácidos de cadeia curta seja termodinamicamente favorável, esta deve ocorrer associada ao consumo de hidrogênio gasoso pelas arqueas metanogênicas.

Já na metanogênese ocorre a produção do metano através de microrganismos chamados de arqueas metanogênicas. O carbono contido na matéria é convertido a dióxido de carbono e metano através da ação das arqueas metanogênicas que convertem acetato a metano e as arqueas metanogênicas hidrogenotróficas convertem hidrogênio e dióxido de carbono a metano.

Por fim, a sulfetogênese é a fase na qual as bactérias sulforedutoras reduzem os sulfatos e outros compostos sulfurados em sulfetos. Essas bactérias se alimentam de uma gama de substratos, podendo competir com as demais bactérias. Essa fase pode ou não ocorrer no processo de digestão anaeróbia e, só ocorrerá de forma significativa se houver grande quantidade de sulfato presente no meio. Nesse caso, a produção de metano tende a diminuir e a de gás sulfídrico a aumentar (COLTURATO, 2015).

2.1. Determinação e Análise do Substrato

A gordura em questão chegou na CRT por meio de caminhões e foi destinada a um reservatório de armazenamento chamado de IBC (Fig. 2) a fim de garantir a sua integridade. Antes de direcioná-la ao IBC, foi constatada a não contaminação do caminhão por resíduos de óleo mineral, tinta ou solvente a fim de não agredir a cultura de microrganismos do biodigestor. O IBC utilizado possui capacidade total de 1 m³ e nele também aconteceu a diluição da gordura em água, quando necessário, e sua agitação.



Figura 4 – Reservatório de armazenamento (IBC) de 1 m³ do substrato na CRT.

Para suprir a necessidade da CRT, seria necessário um biodigestor com capacidade de 370 m³ capaz de processar 12,32 m³/dia de substrato. Entretanto, o biodigestor utilizado neste trabalho com caráter experimental foi o modelo TG1B2, que possui dois tanques: um de 1,2 m³ para o substrato e outro de 0,7 m³ para o biogás. Tal equipamento é adaptado com dupla manta extra selada com proteção UV de forma a minimizar a influência no processo causado pela radiação ultravioleta conforme mostrado pela Fig. 3.



Figura 5 – Características do biodigestor utilizado (HOME BIOGAS, 2019).

No entanto, devido ao tamanho reduzido do biodigestor experimental, adequou-se a vazão em relação a capacidade necessária de processamento da CRT para 0,050 m³/dia.

Quando necessário, o substrato incrementado no biodigestor foi diluído até chegar a uma concentração igual ou maior do que 95% de umidade. Quando o substrato chegava atendendo essa condição, não se realizava a adição de água. Para se calcular o teor de água a ser adicionada utilizou-se a Eq. 1, onde M_i , M_f , W_i e W_f correspondem à massa inicial, massa final, porcentagem de água da massa inicial e porcentagem de água da massa final respectivamente.

$$M_f - M_i = (W_f - W_i) \cdot \frac{M_i}{1 + W_i} \quad (1)$$

O controle de volume do substrato e da água foi realizado de forma visual por meio da graduação volumétrica existente no recipiente. Também foram realizados testes de sólidos voláteis em relação aos sólidos fixos a fim de analisar fatores como a geração de biogás por massa de sólidos voláteis. Já o volume do digestado gerado foi medido por meio das graduações existentes em baldes.

2.2. Reativação e Adaptação do Biodigestor

Vale ressaltar que antes que os testes se iniciassem foi necessária a ativação do biodigestor (HOMEBIOGÁS, 2019) e a adaptação da fauna microbiana responsável pela reação da biodigestão com o substrato de gordura (HENAO, 2017). Assim sendo, obteve-se 0,20 m³ do líquido digestivo resultante do processo de biodigestão de restos alimentares realizados em outra ocasião. Completou-se com água até que saísse efluente pela saída do reator. Adiante, ao longo de duas semanas, diariamente, alimentou-se o biodigestor com restos alimentares e gordura na proporção 3:1, respectivamente. Após o período houve a geração de biogás marcando o fim do procedimento de ativação e adaptação do reator para gordura. Por conseguinte, esvaziou-se o compartimento de biogás do biodigestor por completo para o início dos testes.

2.3. Análise do Biogás

Para avaliar qualitativamente o biogás, dispôs-se de um analisador de gás carbônico e gás metano, modelo FAU da Landtec. Para a análise quantitativa do biogás, mediu-se a vazão do biogás com um termo anemômetro modelo KR835, da AKROM (Fig. 4a). A metodologia empregada foi baseada no estudo realizado por Mago (2009) que buscou padronizar as amostragens e medições de biogás nos diferentes digestores anaeróbios, devido à falta ou inadequada estrutura das instalações. Para isso, o autor desenvolveu um sistema de tubulação padrão passível de ser adaptada nos pontos de amostragem, baseada na NBR 10701 (1989). De forma análoga, uma estrutura padrão foi desenvolvida com um diâmetro de 85 mm (Fig. 4b), o qual foi suficiente para promover o encaixe do termo anemômetro neste.

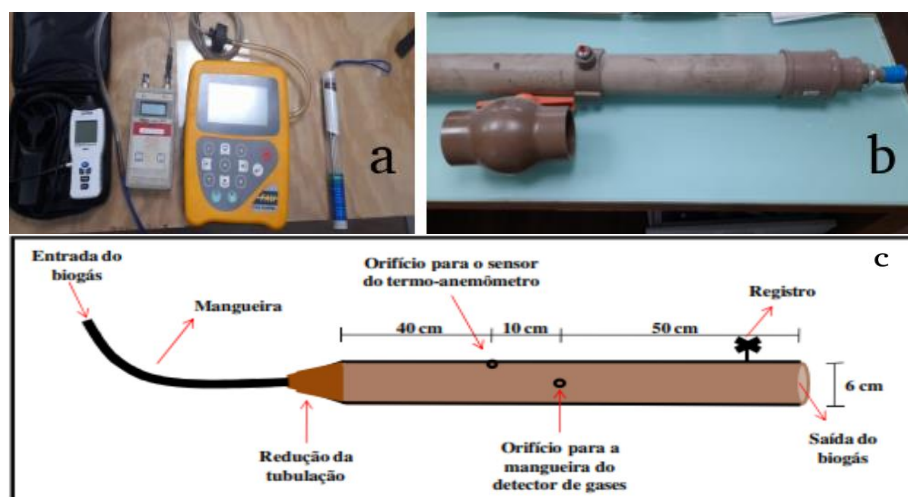


Figura 6 – a) Dispositivos de medição: termo anemômetro e analisador de CO₂ e CH₄; b) adaptador desenvolvido para a padronização das medições; c) Detalhamento do adaptador.

O aparato construído permite reduzir as turbulências do fluxo de biogás, diminuindo as interferências na leitura da vazão. Para isso, a tubulação possui um orifício a 0,40 m da extremidade inicial onde é conectado o sensor do termo anemômetro. Já no segundo orifício é onde se conecta a mangueira do medidor qualitativo de gases, a 0,10 m do primeiro (Fig. 6c).

Para medição da vazão acoplou-se o termo anemômetro na saída da tubulação. A vazão foi monitorada até que se esvaziasse o biodigestor (leitura de 0 m³/min). Obteve-se uma função por meio da regressão polinomial (Fig. 7) e calculou-se o volume de biogás (V) integrando-se a equação dada pela regressão, conforme explicita a Eq. 2.

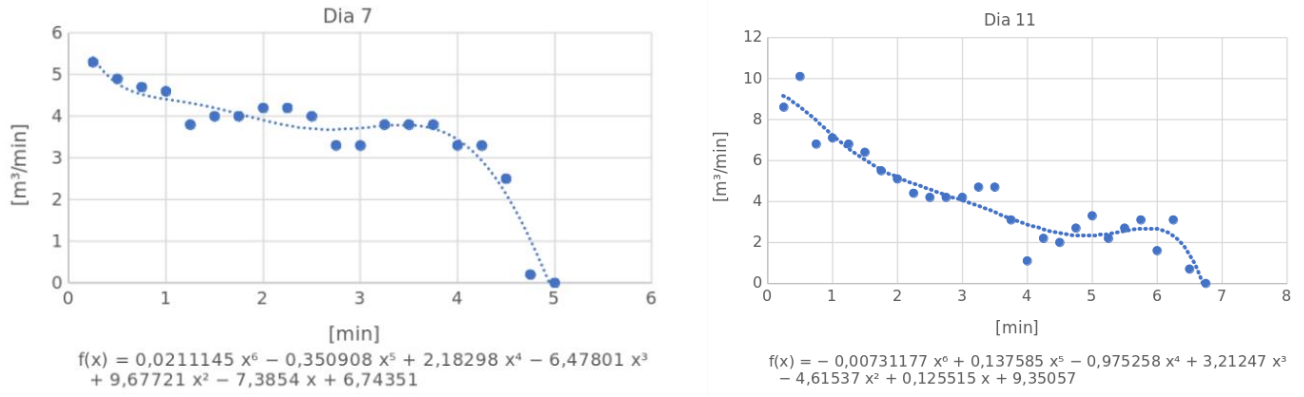


Figura 7 – Funções obtidas por meio de regressão polinomial para cada dia de análise de vazão de biogás.

$$V = \int Q(t)dt \quad (2)$$

As funções expressadas pela Fig. 6 representam o decaimento da vazão ao longo do tempo até que se esvazie o tanque de biogás do biodigestor (diminuição da pressão). Foi necessário normalizar o valor da vazão para corrigir as variações do volume pelas flutuações de pressão e temperatura do ambiente. Utilizou-se a Eq. 3 onde V_n , V , T e P são respectivamente o volume normalizado, o volume calculado, temperatura e pressão atmosférica local. Por fim o volume de biogás produzido diariamente foi calculado considerando-se a Eq. 4, onde Δt é a variação do tempo em dias entre as medições.

$$V_n = V \left(\frac{273,15}{273,15+T} \right) P \text{ [m}^3\text{]} \quad (3)$$

$$V_{dia} = \frac{V_n}{\Delta t} \text{ [m}^3\text{]} \quad (4)$$

Já os sólidos voláteis consumidos foram calculados pela diferença entre o teor de sólidos voláteis do substrato e do digestato (Eq. 5), onde Sv_R , Sv_S e Sv_D representam respectivamente a massa de sólidos voláteis removidos, a massa de sólidos voláteis do substrato e a massa de sólidos voláteis do digestato.

$$Sv_R = Sv_S - Sv_D \text{ [kg]} \quad (5)$$

Mediante os dados da massa de sólidos voláteis removidos (Sv_R) e o volume médio de biogás gerado (V_{dia}), pode-se estabelecer a produção específica de biogás (P_{esp}) dada pela Eq. 6.

$$P_{esp} = \frac{V_{dia}}{Sv_R} \text{ [m}^3\text{/kg]} \quad (6)$$

2.4. Configuração da Estrutura Experimental

Para facilitar a entrada do substrato no biodigestor, foi posicionado o IBC em uma plataforma elevada. O IBC foi alimentado por caminhões sugadores que trazem o material a CTR. Por meio de uma tubulação, válvula de controle e a ação da gravidade, pôde-se alimentar o biodigestor que se encontrava vazio de biogás, ativado e adaptado para a biodigestão da gordura. A Figura 8 exemplifica a estrutura montada para a realização dos testes.



Figura 8 – Diferença de elevação entre o IBC e o biodigestor (Do autor).

2.5. Coleta e Análise de Amostras e Monitoramento do Processo de Biodigestão

As análises de sólidos totais e sólidos voláteis foram feitas em conformidade com Baird e Bridgewater (2017). As análises das amostras foram examinadas num tempo de 15 dias corridos. Todos os dias, até o fim das análises, o biodigestor foi alimentado com 0,050 m³ de substrato com um teor de umidade superior a 95% e amostras foram retiradas para suas caracterizações em momentos distintos. Em relação às medições de vazão, pressão e porcentagem de metano e gás carbônico do biogás, foram realizadas em cinco momentos diferentes ao longo dos 18 dias de testes.

3. RESULTADOS E ANÁLISES

3.1. Análise Quantitativa do Biogás

A retirada das amostras de substrato aconteceu antes da introdução destas no biodigestor (Tabela 1), já a retirada das amostras do digestato (Tabela 2) aconteceram quase nos mesmos dias das medições de vazão do gás (Tabela 3).

Tabela 1 – Análise do Substrato.

Tempo [dia]	Volume de Substrato [m ³]	Massa da amostra [g]	Umidade [%]	Umidade [g]	St [%]	Sv [%]
1	0,05	48,41	97,80	47,35	2,20	1,90
7	0,05	38,92	97,39	37,91	2,61	2,27
11	0,05	39,22	96,57	37,87	3,43	3,03
15	0,05	39,93	96,30	38,45	3,70	3,06

De acordo com a Tabela 1 pode-se perceber que o volume de entrada no biodigestor para a produção de biogás foi o mesmo a cada quatro dias. Além disso, antes da entrada do substrato no biodigestor, amostras de aproximadamente, em média, 41 g foram coletadas e a partir destas, verifica-se que em todos os casos a umidade do substrato foi superior a 95%. Os Sólidos totais (St) correspondem em média a 3% sendo que 2% são sólidos voláteis (Sv).

Tabela 2 – Análise do Digestato.

Tempo [dia]	Volume de Substrato [m ³]	Massa da amostra [g]	Umidade [%]	Umidade [g]	St [%]	Sv [%]
4	0,05	47,27	99,40	47,54	0,60	0,30
7	0,05	37,60	99,30	37,86	0,66	0,42
11	0,05	37,89	99,50	38,06	0,45	0,20
18	0,05	48,17	99,40	48,46	0,60	0,40

Pela Tabela 2 é possível perceber que o substrato é composto praticamente por umidade e que apenas 0,6% são constituídos por sólidos totais (St) e destes, 0,3% são referentes aos materiais voláteis (Sv).

Tabela 3 – Mensuração da produção diária de biogás.

Tempo [dia]	Volume calculado [m ³]	Volume normalizado [m ³]	Produção [m ³ /dia]
4	28,92	14,81	4,94
7	18,00	9,47	3,16
11	30,01	15,37	3,84
14	29,40	15,05	5,02
18	14,95	7,65	1,91

Pôde-se perceber uma constância na produção diária de biogás durante os 14 dias de testes pela baixa oscilação de $\pm 0,9 \text{ m}^3/\text{dia}$ em torno do total médio de $4,2 \text{ m}^3/\text{dia}$. Na quinta e última análise percebeu-se que a produção de biogás apresentou uma tendência. A explicação para tal acontecimento se dá em concomitância com a análise da Tabela 4, onde percebe-se que a concentração de matéria orgânica do substrato diminuiu. Isso quer dizer que a oferta de alimentos no reator diminuiu, tendo como consequência a diminuição da geração de biogás.

Considerando o último dia nas análises têm-se uma média da produção diária de $3,77 \text{ m}^3/\text{dia}$.

Por meio dos valores explicitados de materiais sólidos totais e voláteis (Tabela 2 e 3) e adotando a Eq. 5 foi possível expressar a quantidade de material reagente (massa de sólidos voláteis removidos – S_{VR}), Tabela 4.

Tabela 4 - **Quantificação do material reagente na produção de biogás.**

Tempo [dia]	Svs substrato [kg/dia]	Sv digestato [kg/dia]	Sv removido [kg/dia]
4	1,13	0,21	0,92
7	1,51	0,11	1,4
11	1,53	0,15	1,38
18	0,95	0,15	0,8

Os materiais sólidos removidos expressam a quantidade de massa consumida pela fauna microbiana para a produção de biogás. Também se observa que o consumo de sólidos voláteis no biodigestor gira em torno de um consumo médio diário de $1,12 \text{ kg}$.

Com os dados de “Produção” e “Sv removido”, mostrados pelas Tabelas 3 e 4 respectivamente e utilizando-se da Eq. 6, calculou-se que o valor médio do volume biogás produzido pela massa de substrato inserido no processo foi de $3,3 \text{ m}^3/\text{kgSv}$.

3.2. Análise Qualitativa do Biogás

Para a realização da análise qualitativa do biogás utilizou-se a metodologia descrita previamente pelo tópico 2.3 e os valores foram mensurados. Os dados dispostos correspondem as medições realizadas ao longo dos 18 dias de testes, Tabela 5.

Tabela 5 – **Caracterização do biogás produzido.**

Tempo [dia]	CH ₄ [%]	CO ₂ [%]	Temperatura [°C]
4	52,50	47,50	27,00
7	46,70	53,30	33,20
11	50,80	49,00	28,80
14	51,90	48,10	29,00
18	51	49	25

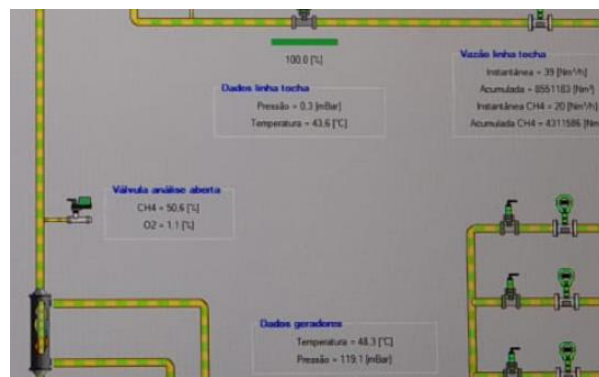
Em conformidade com o esperado, percebe-se que a concentração de gás carbônico e metano contido no biogás permaneceram com baixas variações ao longo de todo o teste, pois as características das amostras de substrato e digestato também não apresentaram grandes flutuações em suas características. Já a porcentagem média de metano produzida, essa sim significativa para o processo de valoração energética, foi de 51%.

3.3. Análise da Viabilidade de Utilização do Biogás

A CTR Marca Ambiental possui uma termelétrica em suas dependências que utiliza o biogás gerado pela decomposição da fração orgânica do RSU (Resíduos Sólidos Urbanos) disposto no aterro sanitário (Fig. 9a). Porém a prática padrão adotada para uma boa utilização da usina, considera que o biogás inserido no processo deve apresentar porcentagem de metano superior à 46%. A Figura 9b exemplifica a tela do controle supervisor na cabine de controle, com algumas características do biogás utilizado no processo.



(a)



(b)

Figura 9 – a) Termelétrica da CTR Marca ambiental; b) tela do supervisório com os valores de porcentagem do biogás.

Em concordância com a Tabela 5, foi possível perceber que em todas as medições realizadas ao longo dos dias de testes, o biogás produzido está em conformidade (em termos de concentração) com o necessário para que seja aplicado ao processo de cogeração energética.

4. CONCLUSÕES

A partir do presente estudo realizado em caráter experimental foi possível compreender os processos realizados para a medição e caracterização de amostras de gordura oriundas de caixas de gorduras residenciais e comerciais e validar que esse tipo de substrato pode gerar biogás através do processo de biodigestão. Essas amostras foram inseridas em um biodigestor compacto TG1B2 destinado ao uso doméstico com capacidade de 1,2 m³ de armazenamento de substrato e 0,7 m³ de biogás. O tempo de ativação do biorreator durou duas semanas e o líquido inoculante advindo de um processo de biodigestão de restos alimentares se mostrou satisfatório. O acréscimo de 25% de gordura para a realização da adaptação da flora microbiana antes do início dos testes apresentou resultados positivos. Mensurou-se a vazão volumétrica de substrato (gordura) introduzido em termos do volume 0,05 m³ e por meio de sua caracterização e análise pôde-se calcular a vazão mássica de sólidos voláteis totais removidos média (Sv_{R_med}) pela reação metanogênica que foi de 1,12 kg/dia. Para isso foi necessário calcular a vazão normalizada. Assim a produção de biogás por meio deste processo estudado foi de 3,3 m³/kgSv, com concentrações de metano e dióxido de carbono de 51% e 49% respectivamente.

A empresa possui uma central termelétrica de valoração energética em suas dependências a qual utiliza o biogás proveniente do aterro sanitário. O biogás utilizado na central varia de 46% à 53% em concentração de metano. Sendo assim, a concentração do gás combustível produzido no processo estudado (CH₄ a 51%) se mostrou satisfatória para a queima e consequente geração de energia nessa planta. Além disso, o volume de biogás produzido por massa de material orgânico total inserido no processo apresentou uma excelente relação. Por fim, novos testes são necessários a fim de aumentar a amostra para uma conclusão mais ampla e precisa.

5. REFERÊNCIAS

ABRELPE – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil**. São Paulo, SP. 2021. Disponível em <<https://abrelpe.org.br/panorama/>>. Acesso: 06 de janeiro de 2022.

Baird, R., & Bridgewater, L. (2017). **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 23rd edition. Washington, D.C.: American Public Health Association.

CIBIOGÁS. **Nota Técnica: N° 02/2020 – Panorama do biogás no Brasil em 2019**. Foz do Iguaçu, março de 2020.

COLTURATO, L. F.; GOMES, F. C.; SERAVAL, T. A.; COLTURATO, T. O estado da arte da tecnologia de metanização seca. 1 ed. Brasília-DF: Ministério das Cidades, 2015.

HENAO, Jenny Carolina Rosero. **Digestão anaeróbia de resíduo de caixa de gordura de laticíneo e bagaço de cana de açúcar pré-tratado com CO₂ sub supercrítico**. Universidade de São Paulo. Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos. Pirassununga, 2017.

HOME BIOGAS: Manual de operação 2.0. Versão 181118. 2019. Disponível em: <<https://pt.scribd.com/document/424852843/Informativo-Homebiogas-2-0>>. Acesso: 01/02/2020

HUDAK PF, SADLER B, HUNTER BA. **Analysing underground water-pipe breaks in residual soils**. Water Engineering and Management 145: 15-20. 1998.

KUNZ, A.; STEINMETZ, R. L. R.; DO AMARAL, A. C. Fundamentos da digestão anaeróbia, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. 1 ed. Concórdia: Sbera: EMBRAPA, 2019.

MAGO, Anigeli Dal. **Avaliação de biodigestores com o uso de dejetos de suínos, em braço do norte e em concórdia**. Universidade Federal De Santa Catarina. Dissertação (Mestrado). Florianópolis, 2009.

PARK; E. Y; DU, D; SATO, M; KOJIMA, S. **Biodiesel Production from Waste Vegetable Oil Using Lipase in Organic Solvent System**. Asian Pacific Confederation of Chemical Engineering congress program and abstracts, Japan, 2004.

THODE FILHO, S; PAIVA, J. L; FRANCO, H. A; MARQUES, M. R. C. **Environmental impacts caused by residual vegetable oil in the soil-plant system**. Ciência e Natura, vol. 39, no. 3, pp. 748-757, 2017.

UN – UNITED NATIONS. Population Dynamics. Department of Economic and Social Affairs. Nova Iorque, EUA, 2022. Disponível em <<https://population.un.org/wpp/Graphs/DemographicProfiles/Line/90>> acesso: 24/03/2022.

WORD BANK. **O crescimento global deve desacelerar até 2023, aumentando o risco de um declínio rápido e indesejado nas economias em desenvolvimento**. Washington, EUA. 11 de janeiro de 2022. Disponível em <<https://www.worldbank.org/pt/news/press-release/2022/01/11/o-crescimento-global-deve-desacelerar-at-2023>> Acesso: 24/03/2022.

WORD BANK. **Trends in Solid Waste Management**. Disponível em <https://datatopics.worldbank.org/what-a-waste/trends_in_solid_waste_management.html> Acesso: 22 de março de 2022.

6. RESPONSABILIDADE AUTURAL

Os autores Rogério Lima Mota de Oliveira, Michell Luiz Costalonga, Elnathan de Souza Valadares, Daiana Galina e Átila Pavan Vasconcellos são os únicos responsáveis pelo conteúdo deste trabalho.

EVALUATION OF THE PRODUCTION FEASIBILITY AND ENERGY VALUE OF BIOGAS FROM THE BIODIGESTION OF FAT FROM GREASE TRAPS

Rogério Lima Mota de Oliveira, rogta@msn.com¹

Michell Luiz Costalonga, mlcostalonga@gmail.com¹

Elnathan de Souza Valadares, elnathan.valadares@marcaambiental.com.br¹

Daiana Galina, daiana.galina@marcaambiental.com.br¹

Átila Pavan Vasconcellos, atila.pavan@marcaambiental.com.br¹

¹Marca Ambiental, Rod. Gov. Mário Covas, 1864 - Padre Mathias, Cariacica - ES, 29157-100

Abstract: Currently, a large part of the fat collected in grease traps in the metropolitan region of Vitória, ES, is destined to Marca Ambiental company. The fat, rich in organic matter, has as its final destination drying beds, where the aqueous part is sent to the effluent treatment station and the floating part to the landfill. This residual causes numerous structural problems to the landfill, difficulty in handling, corroborates a high generation of leachate, generates instability due to reduced resistance to shear stresses and shortens the useful life of the landfill. In order to evaluate the feasibility of applying biogas from organic matter from grease traps in energy cogeneration processes, an experimental study of the biodigestion process was carried out. In this study, a compact TG1B2 biodigester was used, intended for domestic use, reactivated with inoculum (food scraps) that were already contained. This activation procedure lasted two weeks and then the process began. The fat was characterized: total solids (average value: 2.985%) and volatile solids (average value: 2.56%) and flow, pressure and temperature parameters were monitored. The biogas production through this process was 3.3 m³biogas/kgsv, with concentrations of methane and carbon dioxide of 51% and 49% respectively. The company has a thermoelectric cogeneration plant on its premises where it uses biogases from different types of conversion (landfill, compost, biodigesters and others). The concentration of the gas used in the plant varies from 49% to 53% in methane concentration. Thus, the concentration of the fuel gas produced in this studied process (51%) was satisfactory. In addition, the volume of biogas produced per mass of total organic material inserted in the process showed an excellent relation. Finally, the study has an innovative character since it carried out biodigestion of fats from grease traps. However, new tests are needed for large-scale applications.

Key-words: biogas, biodigester, grease traps, cogeneration