

**CENTRO DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULO SOUZA
ETEC CEL. FERNANDO FEBELIANO DA COSTA
Curso Técnico em Meio Ambiente**

**CAMILA BASTOS FARIA LEITÃO
ISABELA DA SILVA MONTEIRO
LAIS VITÓRIA OLIVEIRA CAMPION
LAURA DE ALMEIDA DAMIANI
LÍVIA MARIA DA SILVA**

**BIOGÁS GERADO DE EXCRETAS: produção de gás obtido por
fermentação anaeróbica de dejetos bovinos.**

Piracicaba

2023

**CAMILA BASTOS FARIA LEITÃO
ISABELA DA SILVA MONTEIRO
LAIS VITÓRIA OLIVEIRA CAMPION
LAURA DE ALMEIDA DAMIANI
LÍVIA MARIA DA SILVA**

**BIOGÁS GERADO DE EXCRETAS: produção de gás obtido por
fermentação anaeróbica de dejetos bovinos.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso Técnico em Meio Ambiente da Etec Cel. Fernando Febeliano da Costa, orientado pelos professores Bianca Furlan Danelon e Rafael de Souza, como requisito parcial para obtenção do título de técnico em Meio Ambiente.

Piracicaba

2023

AGRADECIMENTOS

Gratidão,

É o que nos resume, perante a todo esse trajeto que simboliza o final de um ciclo, mas também o início incessante de tantos outros.

Estar na Etec foi, e é uma experiência singular, já que em meio a infinitos desafios e exigências, pudemos ter a oportunidade de crescer, tanto de forma profissional, quanto de forma pessoal. Diante disso, tornou-se nossa segunda casa, nos fez chorar, nos fez rir e nos deu a oportunidade de formar laços incríveis, que com absoluta certeza, levaremos para a vida.

Não vemos essa escola como um local formado por professores e alunos, mas sim, como membros de uma grande família que buscam o mesmo propósito, além da importantíssima troca mútua de conhecimento, transformando seres humanos em pessoas capacitadas, não só para responder perguntas específicas nas provas, mas também como pessoas pensadoras e críticas.

Agradecemos a todos os membros da escola ETEC Cel. Fernando Febeliano da Costa, pelo apoio e confiança que depositaram em nós, alunos, e às pessoas que estiveram conosco ao longo dessa jornada fora do ambiente escolar, que foram imprescindíveis para estarmos sempre com a cabeça erguida e dispostos a enfrentar todos os empecilhos dessa estrada.

Com isso, finalizamos esse agradecimento deixando nossas sinceras saudades, e que a resposta certa para qualquer pergunta, é na verdade “depende”, “Que coisa não?”.

EPÍGRAFE

“Para a ganância, toda a natureza é insuficiente.”

Sêneca

Resumo

Desde seus primórdios, a humanidade tem como um de seus princípios básicos obter alimentos que garantam a sobrevivência da espécie. No decorrer do tempo, esse princípio tem evoluído, priorizando essencialmente a garantia de mais alimentos para uma população crescente. (GEBLER e PALHARES, 2007). Com isso, os setores responsáveis pela geração de alimentos vêm intensificando a produção, e a busca pela máxima eficiência, todavia, quando feita de maneira incorreta, agride severamente o meio ambiente. Um exemplo é a produção animal, que acaba sendo uma das atividades mais expressivas do agronegócio brasileiro (MANFRON, Melânia, 1991, p.1). Ao longo dos anos, a disponibilidade de área não acompanhou o crescimento da atividade pecuária, assim, muitos produtores foram obrigados a mudar o sistema de criação, não só como forma de melhorar a produtividade, mas também de aumentar a velocidade de retorno econômico da atividade.

Observando o cenário, é correto afirmar que em um sistema de confinamento de bovinos é gerado diariamente no Brasil “cerca de 21 kg de esterco, o que resulta na expressiva quantia de 1,68 bilhões de toneladas de excrementos em um ano” (SANTANA, K. 2017). Esses dejetos são compostos orgânicos de alto teor energético, com “macro e micronutrientes que oferecem água, abrigo e temperatura, sendo preferido por inúmeros micro e macro vetores de grande importância sanitária” (AMARAL, C. 2004). Entretanto, o manejo das fezes pode ser inadequado, e seus nutrientes quando não são tratados e lançados no meio ambiente podem se tornar um potente poluidor das águas e do solo causando agressões severas aos ecossistemas.

Com isso, a utilização de biodigestores para geração de biogás nas propriedades rurais e para geração de calor e energia é uma alternativa viável. O biodigestor tem a “função de acelerar o processo de decomposição de matéria orgânica, pois se trata de uma câmara fechada que é alimentada com resíduos orgânicos misturados com água” (MORAIS, F. 2017). Com essa técnica, é possível assegurar a sustentabilidade com a transformação dos dejetos em gás metano, que será utilizado como um combustível destinado principalmente para o uso doméstico.

Palavras-Chave: Dejetos; biodigestor; pecuária; biogás; sustentabilidade.

Abstract

Since the dawn of time, one of humanity's basic principles has been to obtain food that guarantees the survival of the species. Over time, this principle has evolved, essentially prioritizing the guarantee of more food for a growing population (GEBLER and PALHARES, 2007). As a result, the sectors responsible for generating food have intensified production and the search for maximum efficiency, but when done incorrectly, severely damages the environment. One example is animal production, which is one of the most significant activities in Brazilian agribusiness (REGITANO et al., 2010). Over the years, the availability of land has not kept pace with the growth of livestock farming, so many producers have been forced to change their farming system, not only as a way of improving productivity, but also to increase the speed of economic return from the activity.

Looking at the scenario, it is correct to say that in a cattle confinement system "around 21 kg of manure is generated daily, which results in the expressive amount of 1.68 billion tons of excrement in a year" (SANTANA, K. 2017). This waste is an organic compound with a high energy content, with "macro and micronutrients that offer water, shelter and temperature, and is preferred by numerous micro and macro vectors of great sanitary importance" (AMARAL, C. 2004). However, the management of feces can be inadequate, and its nutrients, when left untreated and released into the environment, can become a powerful polluter of water and soil, causing severe damage to ecosystems.

The use of biodigesters to generate biogas on farms and to generate heat and energy is therefore a viable alternative. The biodigester has the "function of accelerating the process of decomposition of organic matter, as it is a closed chamber that is fed with organic waste mixed with water". (MORAIS, F. 2017). With this technique, it is possible to ensure sustainability by transforming waste into methane gas, which will be used as a fuel mainly for domestic use.

Keywords: Manure; biodigester; livestock; biogas; sustainability.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1. Gerais.....	4
2.2. Específicos	4
3. DESENVOLVIMENTO	5
3.1. Metodologia.....	9
3.2. Resultados e discussões.....	10
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	14
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	16

1.INTRODUÇÃO

A pecuária é a arte ou conjunto de processos técnicos de domesticar e criar animais com fins econômicos. Sua história está ligada ao período Neolítico, quando os humanos domesticaram animais, principalmente para facilitar o acesso a alimentos e insumos. O sistema está largamente associado à criação de bovinos, mas inclui também a produção de suínos, aves, equinos, ovinos e bubalus. Este departamento é o principal responsável pelo fornecimento ao mercado de produtos alimentares como carne, leite e ovos, e ainda de matérias-primas como couro e lã.

A pecuária brasileira é considerada uma das mais produtivas do mundo, e seus animais são criados a pasto, sendo a forma mais econômica e prática de produzir fornecer alimentos para o gado. Áreas marginais, de difícil acesso e baixo potencial agrícola são geralmente as mais adequadas e escolhidas para a formação de pastagens. Este método de criação está mostrando ser vantajoso para o Brasil, afinal em 2021 o país encontrava-se com cerca de “217 milhões de cabeças, seguido pela Índia com 190 milhões” (GUARALDO, Maria, 2021, p.1).

Já em 2022, o Brasil não só manteve a posição de maior exportador mundial de carne bovina, como ampliou a distância que mantém dos demais concorrentes. Cresceu nada menos do que 25%, embarcando quase 600.000 toneladas a mais do que em 2021, segundo estimativa do Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA). (CARDOSO, 2023, p.4)

Deste modo, é verídico que a maior parcela do rebanho neste país é criada a pasto, seja para corte ou leite. Porém, esse sistema acarreta um significativo índice de problemas ambientais, afinal manter uma grande quantidade de animais em recintos densos causa um acúmulo exacerbado de fezes e urina. Para se ter uma idealização da extensão, “um bovino adulto urina, em média, 8 a 12 vezes e defeca 11 a 16 vezes por dia. Em cada evento produz 1,6 a 2,2 litros de urina e 1,5 a 2,7 kg de fezes, o que cobre áreas de 0,28 e 0,09 m², respectivamente”. (VENDRAMINI, *et al.*, 2007, p.3). Perante a quantidade de gado no país evidencia-se as toneladas de excretas que são produzidas, que por sua vez, não são tratados corretamente, sendo negligenciados e descartados

em lavouras, amontoados sem o devido tratamento, ou até mesmo despejado em córregos e rios.

Com isso, surge o desafio considerável de manejar e destinar corretamente esses resíduos, pois o manuseamento inadequado pode aumentar a disseminação de doenças, o que ficou mais propício depois que os dejetos começaram a ser utilizados como fertilizante nas lavouras, transferindo todas as bactérias para o solo onde se desenvolvem os cultivos, visto que no esterco “foram encontrados grandes números de genes de bactérias resistentes a antibióticos que se desenvolvem no intestino destes ruminantes e põem em risco a saúde dos seres humanos”. (Sociedade de Microbiologia dos Estados Unidos, 2023, p.1)

Os cientistas identificaram e decodificaram os genes presentes em cinco amostras de esterco de vacas leiteiras, distinguindo 80 resistentes a antibióticos, todos eles únicos. Alguns estavam presentes em uma cepa de laboratório de *Escherichia coli*, responsável por intoxicações alimentares e infecções urinárias e que, neste caso, aparecia como resistente a um dos quatro tipos de antibióticos (as betalactaminas como a penicilina, os aminoglicosídeos, a tetraciclina e o cloranfenicol). (Sociedade de Microbiologia dos Estados Unidos, 2023, p. 2)

Ainda assim, não é apenas dessa forma que esses riscos conseguem atingir os seres humanos, afinal desencadeiam também problemas ambientais, como: a degradação do solo e a contaminação de lençóis freáticos, podendo chegar até mesmo em nascentes de água. O lançamento de grandes quantidades de dejetos em rios e lagos pode levar a um sério desequilíbrio ecológico e poluição.

Isso se deve pela redução do teor de oxigênio dissolvido na água, devido à alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e da carga orgânica integrante, além disso, as fezes desses animais contém hormônios e patógenos podendo causar doenças por coliformes, a salmonelose, hepatite, entre outras. Alguns coliformes, como a *Escherichia coli*, manifestam certa patogenicidade para pessoas adultas e animais, podendo ser fatal para crianças. (SCHMIDT, *et al.*, 2015, p.2)

Já na questão do solo a poluição é derivada também do manejo inadequado dos dejetos bovinos, afinal, por conta do confinamento do gado, fezes e urinas se acumulam nos chãos das instalações, devido a alimentação e a ordenha serem atos estimulantes para o funcionamento dos intestinos desses

animais, ocasionando uma maior produção de excretas. Deste modo, por consequência do desasseio encontrado nesses locais, os fazendeiros costumam utilizar a água como método de limpeza mais recorrente, entretanto a água juntamente com a urina e o próprio esterco dá origem ao chorume. Esse resíduo é um líquido escuro e viscoso que possui um cheiro forte e desagradável, possuidor de uma alta carga poluidora, e quando entra em contato com o solo, contamina-o. O desastre amplia-se cada vez mais, tendo em vista que à medida que o chorume se infiltra na superfície, polui os lençóis freáticos e até mesmo as águas subterrâneas.

Portanto, o presente trabalho visa a utilização desses dejetos para a produção de uma energia limpa e renovável, uma vez que ao reutilizar um resíduo com potencial de atingir afluentes e o solo em níveis profundos, torna-se uma resolução para problemas futuros, tanto no aspecto ambiental quanto vital, tendo em vista que a má administração desse material pode desencadear na contaminação dos lençóis freáticos que se caracterizam por uma espécie de armazenadores de água e representam uma alternativa à falta de água potável, visto que são capazes de alimentar rios, lagos e oceanos. Nesse contexto, a partir da fermentação das fezes de gado obtém-se gás metano pela fermentação anaeróbica de bactérias e fungos, usado em geradores de energia para dar origem à energia elétrica.

2. OBJETIVOS

2.1. Gerais

- Produzir biogás a partir de dejetos bovinos, realizando o aproveitamento do biogás gerado nas propriedades rurais como fonte de energia térmica e elétrica, e dessa forma, reduzir os custos provenientes da demanda energética das propriedades rurais.

2.2. Específicos

- Realizar pesquisas sobre a produção de biogás para elaborar o biodigestor;
- Identificar as consequências do acúmulo de dejetos do gado no meio ambiente e na saúde pública;
- Planejar o recolhimento e o armazenamento do material em local adequado;
- Coletar quantidade necessária de dejetos;
- Elaborar e construir um biodigestor, utilizando matérias de baixo custo, para viabilizar a produção do biogás a partir das fezes bovinas;
- Realizar um cronograma para alimentar o biodigestor;
- Observar e acompanhar o processo de produção do gás;
- Analisar dados obtidos (tempo de fermentação em relação à quantidade de dejetos, condições para um melhor desempenho, potencial de queima do biogás etc.);
- Formular a conclusão conforme a análise dos dados e observação direta;
- Colaborar com a redução de resíduos gerados por produtores de gado;
- Prevenir que os resíduos provenientes da produção pecuária atinjam recursos naturais.

3. DESENVOLVIMENTO

A pecuária é essencial para a economia e segurança alimentar da civilização. Seus princípios estão relacionados ao período Neolítico, quando os seres humanos domesticavam os animais para a obtenção de alimentos e insumos.

Atualmente, a atividade é realizada para suprir o mercado consumidor interno e externo com a produção alimentícia e de bens de consumo que são fundamentais para a vida humana como o leite e seus derivados, carnes, roupas, calçados e outros utensílios, tudo para abastecer as agroindústrias. Dessa forma, esse sistema procura compreender todas as técnicas utilizadas pelo homem para a criação e reprodução de animais com fins econômicos e de subsistência.

Na pecuária, os homens trabalham com bovinos, bufalinos, caprinos, ovinos, suínos e aves em geral, sendo o Brasil com um maior foco nos rebanhos bovinos, evidenciando esse país como um grande produtor e exportador de carne bovina, "permanecendo na primeira posição no *ranking* mundial na produção para fins comerciais, pelo fato da Índia, que possui o maior efetivo bovino não utilizar totalmente o seu rebanho para fins econômicos" (TEIXEIRA, 2015, p.1)

Entretanto, esse setor possui fragmentos que acarretam grandes impactos negativos para o meio ambiente, assim interferindo na atmosfera, no solo e nos recursos hídricos. Desse modo, percebe-se que a maioria desses problemas estão sendo desencadeados pelo manejo e destinação incorreta das excretas dos animais, acarretando assim, em problemas ambientais.

O estudo Perfil da Pecuária no Brasil, produzido em 2018 pela Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne mostra que a pecuária é responsável por 7% do Produto Interno Bruto (PIB) do País. Apesar dessa importância, os impactos negativos da atividade a tornam prejudicial economicamente. Um relatório de 2015, do Conselho Empresarial de Desenvolvimento Sustentável em parceria com Agência Internacional de Cooperação Alemã, mostrou que a cada 1 milhão de reais adquiridos com pecuária bovina, gera-se 22 milhões em impacto ambiental. Para modelo de comparação, o cultivo de soja gera 3 milhões. "É uma cadeia muito importante para o Brasil. Mas o verdadeiro custo da carne não é só que o consumidor paga, é também o que a natureza paga". (ROMANI, André. 2019, p.1)

Assim, surge o desafio de manejar e destinar corretamente esses resíduos pelo fato de serem produzidos em escalas grandes de volume, “cerca de 21 kg de esterco por dia, em média, o que resulta na expressiva quantia de 1,68 bilhões de toneladas de excrementos em um ano” (SANTANA, Kathamania. 2017, p. 01).

O impacto mais famoso que a criação de gado gera diretamente é a liberação de metano através do processo digestivo dos animais. No entanto, não é a única. As fezes destes animais, por exemplo, emitem óxido nitroso (N_2O), composto com grande potencial para contribuir com o efeito estufa. Para efeito de comparação, uma molécula de N_2O equivale a 310 moléculas de dióxido de carbono (CO_2). (ROMANI, André. 2019, p.02)

Considerando todos esses impactos ambientais, inúmeros estudos foram realizados a respeito da eliminação ou diminuição desses desgastes no meio ambiente. As primeiras informações obtidas foram no ano de 1884, quando Louis Pasteur considerou que a fermentação podia constituir uma fonte de aquecimento e iluminação.

“Por volta de 1806, na Inglaterra, Humphrey Davy identificou um gás rico em carbono e dióxido de carbono, resultante da decomposição de dejetos animais em lugares úmidos. (GOMES, 2014). Nogueira (1986) ressalta que apenas em 1857, em Bombaim, na Índia, foi construída a primeira instalação operacional destinada a produzir gás combustível, para um hospital de hansenianos.” (SILVA, Laíse Nathaine Medeiros, *et al.* 2018, P. 01)

O biogás é produzido por meio de um processo degradativo de matéria orgânica, resíduos de animais e vegetais, com a ajuda de bactérias e na ausência de oxigênio. Esse processo é conhecido como digestão anaeróbica e o biogás resultante contém metano, dióxido de carbono e outros elementos em menor grau. Por meio desse processo, o biodigestor passa a se constituir como uma fonte alternativa de energia com a destinação dos dejetos orgânicos, além da possível remoção de poluentes e organismos patogênicos presentes na biomassa e contribuir na melhoria das condições de saneamento. (UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO, 2013)

As bactérias anaeróbicas possuem características próprias, diferenciando-se das demais, sendo assim, possuem requisitos que favorecem seu desenvolvimento. São definidas por se desenvolverem em locais com baixa concentração de oxigênio, como por exemplo no intestino dos mamíferos. Além disso, foram originadas quando a Terra ainda não possuía quantidade de oxigênio suficiente para manter bactérias aeróbicas. Sendo assim, era mais fácil encontrar O_2 misturado a outros elementos do que na forma gasosa. É por isso que alguns cientistas irão dizer que as primeiras formas de vida foram

microrganismos anaeróbios. Ou seja, para produzir o ATP (fermentação), utilizavam compostos diferentes do O₂, como o sulfato, nitrato e carbonatos. (AVILA-CAMPOS, 2016, p. 02-05).

Por muitos anos, a digestão anaeróbica foi descrita como sendo um processo fermentativo de dois estágios: um de formação de ácidos orgânicos e outro de produção de gases, principalmente de metano e gás carbônico.

O primeiro estágio envolve bactérias fermentativas não metanogênicas na formação de ácidos, as quais obtêm energia para o seu crescimento através da hidrólise dos polímeros, que compõem a matéria orgânica, fermentando os produtos desta hidrólise a ácidos orgânicos, alcoóis, gás carbônico, hidrogênio, amônia e sulfetos. O segundo estágio envolve várias espécies de bactérias metanogênicas na formação de metano (CH₄), as quais obtêm energia para o seu crescimento catabolizando os produtos do primeiro estágio a gás carbônico e metano, segundo BRYANT (1979). (MANFRON, Melânia, 1991, p.1).

O material orgânico adicionado ao biodigestor passará pelo processo de fermentação, sendo necessárias condições específicas como a temperatura superior a 10 °C e inferior a 65 °C. Nessas condições, a produção de metano tem duas situações favoráveis, sendo elas:

Uma em fase mesofílica, etapa inicial, onde os microrganismos começam a agir para degradar os resíduos em temperatura ambiente, em torno de 40 °C, a outra em zona termofílica, parte mais longa com duração de até 2 meses, nesta a temperatura aumenta e os organismos atuantes são os que sobrevivem à microflora de 65 °C. Nessa fase é muito importante a oxigenação do ambiente, pois a temperatura alta evita a presença de fungos e bactérias nocivas à saúde. De um modo geral, CAEEB (1981) cita como temperatura ótima para o processo de biodigestão anaeróbica 35 °C, para uma amplitude térmica de 30 °C a 37 °C. (AVILA-CAMPOS, 2016, p. 12).

A faixa de pH para o crescimento de muitos microrganismos se encontra entre 6,4 e 7,2. Uma diminuição do pH pode resultar em uma elevação na concentração de ácidos graxos voláteis e, portanto, ocorrer inibição da metanogênese. (MANFRON, Melânia, 1991, p.1). Metanogênese seria a etapa final no processo global de degradação anaeróbica da matéria orgânica biodegradável em metano e dióxido de carbono, efetuada pelas Archaeobacterias metanogênicas. Seu metabolismo retira energia dos materiais orgânicos para seu crescimento e manutenção, e liberam parte da energia da matéria orgânica via metano.

Sobre a fermentação anaeróbica é possível dizer que segundo Seixas (1980), “a decomposição anaeróbica desenvolve-se ao longo de três fases distintas: o período de hidrólise, o período de acidulação e o período de metanogênese.”

No primeiro período é onde acontece a liberação pelas bactérias, no meio anaeróbico, de enzimas extracelulares, que causam a hidrólise das partículas orgânicas, transformando as moléculas em moléculas menores e solúveis ao meio. O segundo período consiste na fase em que as bactérias produtoras de ácidos degradam moléculas de proteínas, gorduras e carboidratos em ácidos orgânicos (como ácido láctico e butírico), álcool, como o etanol, e gases, como amônia, hidrogênio e dióxido de carbono, entre outros. E por último, a parte que as bactérias metanogênicas agem sobre o hidrogênio e o dióxido de carbono, transformando-os em álcool (metanol). (Biodigestores, 2013).

Após produzido o biogás, existem diversas tecnologias para efetuar a conversão energética, esse processo é utilizado para transformar um tipo de energia em outro. No caso do biogás, “a energia química contida em suas moléculas é convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada.” (Biodigestores, 2013, p.02). Essa energia mecânica ativa um gerador que a converte em energia elétrica. Logo, para a geração deste biogás é necessário efetuar a limpeza do mesmo, pois a presença de substâncias não combustíveis no biogás, como água e dióxido de carbono, prejudica o processo de queima, tornando-o menos eficiente.

Após a produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor sob a forma líquida, rica em material orgânico (húmus), com grande poder de fertilização. Este biofertilizante, aplicado ao solo, melhora as qualidades físicas, químicas e biológicas deste. Favorece também a multiplicação das bactérias aos milhões, dando vida e saúde ao solo. A intensa atividade das bactérias fixa o nitrogênio atmosférico, transformando-o em sais aproveitáveis pelas plantas. As bactérias radiculas, que se fixam nas raízes das leguminosas, têm seu desempenho e desenvolvimento melhorados. (Biodigestores, 2013, p. 04)

No Brasil, o potencial para produzir energia elétrica através de biogás é enorme. “Só no Sul, será possível fornecer para mais de 20% das casas domésticas. O Paraná é um dos estados que está bem à frente na corrida pela excelência no desenvolvimento de energias renováveis, principalmente em

relação ao biogás.” (Biodigestores, 2013, p.08). “Uma das vantagens é a característica agroindustrial do estado, com um potencial bastante grande e ainda pouco explorado.” (Biodigestores, 2013, p.09).

Desse modo, a relação entre a quantidade de resíduos produzida anualmente em propriedades rurais de grandes e pequenas dimensões e o desgaste ambiental causado será diminuído gradativamente, substituindo também, formas de produção de energia não renováveis e improcedente.

3.1. Metodologia

O modelo utilizado foi o semi-contínuo - tem entrada de massa, mas o produto não é removido durante a operação - são construídos para receber de maneira espaçada o material orgânico, permitindo que a cada momento que entre o substrato orgânico, haja a saída do material já processado. Geralmente este tipo de biodigestor é usado onde há criação de bovinos e suínos, cujo processo acarreta certa regularidade no fornecimento dos dejetos. (Biodigestores, 2013)

Os materiais do projeto biodigestor consistem em:

- ✓ Recipiente plástico (5,7L);
- ✓ Torneira com registro;
- ✓ Cano PVC (30cm de comprimento, 4,5cm de diâmetro);
- ✓ Funil (4cm de diâmetro);
- ✓ Equipo;
- ✓ Cola quente.

Já a montagem começou com uma abertura na tampa para passar o cano PVC, e em sua extremidade foi encaixado e colado o funil para a entrada da matéria orgânica. Depois de colado, para a saída dos dejetos, fez-se outra abertura na lateral do pote ao lado oposto do tubo de entrada, a aproximadamente 5 cm abaixo da tampa, logo após inseriu-se a torneira, conferir sua vedação. Em sequência conecta-se a mangueira de soro hospitalar sob a tampa do pote, já que será a tubulação de saída do biogás.

A preparação se inicia a partir da mistura do substrato, que ocorre dentro de um balde plástico, adicionando-se 2 litros de esterco, além da água na mesma proporção, até ficar homogêneo. Logo na primeira semana é esperado que o processo seja mais lento, obtendo-se um resultado de 2 litros diários de biogás.

A partir da conclusão desse processo de montagem, existem cuidados imprescindíveis que devem ser levados em conta, como: a escolha do local de armazenamento, sendo um ambiente com luz solar direta e ventilado. Além de alimentar diariamente o biodigestor e regular periodicamente a temperatura, o que é essencial, já que as bactérias anaeróbias que estão presentes no processo de fermentação se desenvolvem em temperaturas de 20 °C a 25 °C. O biodigestor tem que ser agitado pelo menos 2 vezes por semana, balançando manualmente, além de ser mantido longe de chamas e descargas elétricas. (FREITAS, F. F., *et al.* 2018, p. 69)

Somente deste modo será concedido o gás metano utilizado para a obtenção de biogás, podendo ser utilizado tanto para gás de cozinha, quanto para a geração de energia elétrica.

3.2. Resultados e discussões

Em primeira instância, construiu-se um biodigestor a partir de um galão de água (20 L) onde foi depositado 5 kg de esterco e 5 L de água, porém não se obteve o resultado esperado, afinal as fezes bovinas coletadas já haviam passado pelo processo de fermentação antes mesmo de ser inserida no galão, sendo assim não ocorreu a liberação do gás metano e conseqüentemente não foi gerado o biogás conforme a figura 1.

IMAGEM 1- BIODIGESTOR GALÃO 20L



FONTE: Própria (2023).

Logo em seguida foi realizado uma pesquisa para se constatar quantos litros de gás metano é emitido a partir do esterco. O que resultou em uma média de 2 L de gás provenientes de 2 kg de esterco conforme a figura 2.

IMAGEM 2- CÁLCULO DO GÁS



FONTE: Própria (2023).

Sendo assim, depois da falha com o primeiro biodigestor e o experimento analisado, foi montado o segundo biodigestor com o auxílio de um recipiente plástico (5,7L). Nesse reservatório foi concedido quatro testes, o primeiro não teve êxito, afinal as fezes coletadas se encontravam um estado de pós fermentação. O segundo não atingiu a temperatura correta para que as bactérias anaeróbicas constituíssem o processo de levedação. No terceiro, fezes frescas foram inseridas sem qualquer adição de água, o que acarretou o processo de fermentação indolente. Já no último experimento, usou-se esterco

fresco juntamente com água, e diariamente o biodigestor foi sendo alimentado com os mesmos materiais, o que acarretou um resultado satisfatório conforme a figura 3.

IMAGEM 3- PRIMEIRO TESTE



FONTE: Própria (2023).

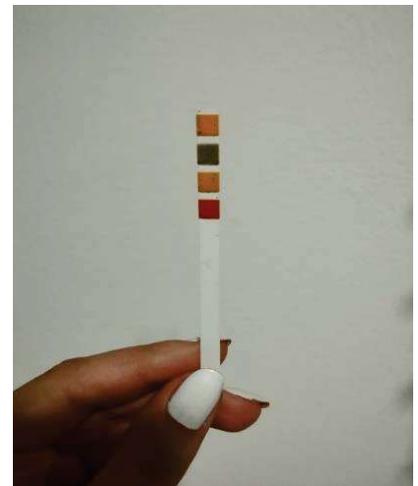
Contudo, durante todo esse processo, foi feita a medição contínua do pH das misturas obtidas, chegando à média de 6 (fracamente ácido) a 7 (neutro).

IMAGEM 4- pH 6



FONTE: Própria (2023).

IMAGEM 5- pH 7



FONTE: Própria (2023).

Com a fermentação dos dejetos adicionados ao biodigestor, forma-se um líquido nutritivo para as plantas, chamado biofertilizante. Ele possui alta concentração de nitrogênio e baixa concentração de carbono devido à liberação de CO_2 e CH_4 e possui inúmeros benefícios como a promoção de um melhor crescimento das plantas e a possibilidade da adição de substâncias necessárias

ao bom desenvolvimento das culturas, além de garantir maior produtividade, e produtos de melhor qualidade, sem impactos ao meio ambiente. (PARRA, 2023, p. 01)

IMAGEM 06- Biofertilizante



FONTE: Própria (2023).

A planta abaixo é conhecida popularmente como Babosa, do gênero *Aloe Vera*. No dia 12/11/2023 ela demonstrava desnutrição e amarelamento das folhas. Logo, por tal motivo, foi aplicado o biofertilizante em sua raiz e, nos próximos dias obteve-se um resultado satisfatório, observando-se um melhoramento da coloração das folhagens além de uma melhora significativa de sua vitalidade.

IMAGEM 07- *Aloe Vera*



FONTE: Própria (2023).

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Uma das conclusões que obtivemos foi a não obtenção de um gás inflamável, afinal em ambos os biodigestores, após alguns testes, foi possível observar que não houve a geração de fogo. E com base nas pesquisas e teste precedidos, foram levantadas algumas hipóteses do grupo juntamente com trabalhadores da área de zootecnia, das possíveis influências que poderiam ter acarretado a falha para alcançar o objetivo esperado.

Em primeira hipótese, temos a alimentação a base de silagem, com uma dieta regrada empregada ao gado que foi recolhido as fezes. E em segunda análise temos a aplicação diária de alguns medicamentos, tendo em vista que muitos já passaram por procedimentos cirúrgicos. Estes animais são utilizados para testes e pesquisas para fins educacionais na USP de Piracicaba, deste modo as fezes dos mesmos podem sofrer alterações biológicas.

Outro fator que pode ter desregulado a pesquisa seria a proporção da escala escolhida, levando-se em conta que os exemplos de biodigestores analisados eram construídos em tambores de 200 litros, sendo que nosso protótipo foi produzido em um recipiente plástico de 2,7 L, se mostrando uma proporção muito reduzida.

Porém, a presente pesquisa demonstra êxito se realizada com gado criado a pasto, com uma alimentação a base de forragem, e biodigestores em uma escala maior. Dessa forma, é possível concluir que todas as características e parâmetros do gado e do ambiente utilizado são de extrema importância para a obtenção do biogás.

Contudo um dos maiores sucessos do projeto foi a obtenção de um biofertilizante rico em nutrientes para o solo, proveniente da fermentação das fezes bovinas. Este subproduto pode ser aplicado em plantações para o fortalecimento das plantas enriquecimento da terra.

Sendo assim, é de grande viabilidade a ascensão do mecanismo mencionado nas propriedades rurais. Aderir esse sistema colaboraria com a preservação do meio ambiente sem que houvesse a interrupção da criação de gado, a qual é uma das bases da economia nacional.

É notório que a longo prazo, se não corrigido, os problemas de acúmulo de resíduos, contaminação de afluentes e do solo, a alta emissão de gases poluentes na atmosfera e a saturação dos dejetos inseridos no meio ambiente se agravarão já que a tendência da pecuária é se alastrar cada vez mais, alcançando níveis inimagináveis e interferindo na saúde e bem-estar da população, desde a poluição dos solos, até a água e alimentos.

Tal projeto oferece uma mão de obra barata e mecanismo de fácil entendimento, o que facilita a inserção dele no dia a dia. Além disso, seu retorno a quem faz o uso é totalmente viável, dispensando a necessidade de distribuidoras de energia a todo momento, cortando custos e dessa forma, evitando a dispersão de problemas ambientais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. G. et al. **MANEJO DAS FEZES PRODUZIDAS NA BOVICULTURA EM CONFINAMENTO DA REGIÃO DE MARINGÁ.** Maringá/PR 2017. Disponível em: <https://rdu.unicesumar.edu.br/bitstream/123456789/9611/1/Gabriely%20Araujo%20de%20Almeida.pdf> Acesso em: 27 maio 2023.

AMARAL, Luiz Augusto *et al.* **Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica.** São Paulo, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/mQzHtkZ3CQpT7NcHsmnvB6C/>. Acesso em: 16 de junho de 2023.

AVILA-CAMPOS, Mario Julio. **Bactérias Anaeróbias E Diagnóstico Microbiológico.** [S. l.], p. 02, 12 jul. 2016. Disponível em: <http://www.icb.usp.br/bmm/mariojac/>. Acesso em: 11 maio 2023.

BIODIGESTORES. Piracicaba: ESALQ, 2013. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7444104/mod_resource/content/2/Biodigestores.pdf. Acesso em: 13 jun. 2023.

BRASIL é maior exportador de carne bovina e quarto maior produtor de grãos do mundo, diz estudo - A Lavoura. 04 jun. 2023. Disponível em: <https://alavoura.com.br/colunas/panorama/brasil-e-maior-exportador-de-carne-bovina-e-quarto-maior-produtor-de-graos-do-mundo-diz-estudo/#:~:text=Rebanho%20bovino%20brasileiro%20foi%20o%20maior%20do%20mundo,seguido%20pela%20Índia%20com%20190%20milhões%20de%200cabeças> Acesso em: 27 maio 2023.

BRASIL é o quarto maior produtor de grãos e o maior exportador de carne bovina do mundo, diz estudo - EMBRAPA. 01 jun. 2021 Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/62619259/brasil-e-o-quarto-maior-produtor-de-graos-e-o-maior-exportador-de-carne-bovina-do-mundo-diz-estudo> . Acesso em: 26 maio 2023.

CARDOSO, Dennis. **Os maiores exportadores e importadores de carne bovina em 2022.** 10 fev. 2023. Disponível em: <https://portaldbo.com.br/anuario-dbo-os-maiores-exportadores-e-importadores-de-carne-bovina-em-2022/> . Acesso em: 27 maio 2023.

CASSIA PARRA, Amanda. **Biofertilizantes: conceitos, funções e benefícios na agricultura.** Disponível em: <https://blog.mfrural.com.br/biofertilizantes-beneficios/>. Acesso em: 14/11/2023.

CONFINAMENTO ou pasto? Conheça as vantagens e desvantagens. Nutri+ 2019. Disponível em: <https://nutrimais.ind.br/confinamento-ou-pasto-conheca-as-vantagens-e-desvantagens-para-o-gado/> . Acesso em: 24 maio 2023.

FREITAS, Flávio Ferreira, *et al.* **Construção de um biodigestor didático para a Estação Ciências do Parque Tecnológico de Itaipu.** Itaipu, 2018. Disponível em: <https://1drv.ms/b/s!AnIOP2fuuAPDhFKSzB1rVpV6idLP?e=SevTpt>. Acesso em: 24 de junho de 2023.

GESTÃO Ambiental na Sanidade e Produção Animal. Disponível em: [https://www.ufrgs.br/napead/projetos/gestao-ambiental/def.php#:~:text=O%20lançamento%20de%20grandes%20quantidades%20de%20dejetos%20em,de%20oxigênio%20\(DBO\)%20e%20da%20carga%20orgânica%20integrante](https://www.ufrgs.br/napead/projetos/gestao-ambiental/def.php#:~:text=O%20lançamento%20de%20grandes%20quantidades%20de%20dejetos%20em,de%20oxigênio%20(DBO)%20e%20da%20carga%20orgânica%20integrante) . Acesso em: 23 maio 2023.

GLEBER, L.; PALHARES, J. C. P. **Gestão ambiental na agropecuária.** Brasília, 2007. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/542940> . Acesso em: 8 de junho de 2023.

GUARALDO, MARIA. **Ciência e tecnologia tornaram o Brasil um dos maiores produtores mundiais de alimentos.** Brasília, 2022. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/75085849/ciencia-e-tecnologia-tornaram-o-brasil-um-dos-maiores-produtores-mundiais-de-alimentos>. Acesso em: 24 de junho de 2023.

MEDEIROS DA SILVA, Laíse Nathaine; LIMA DE SÁ, Francieli. **Biodigestor Em Propriedades Rurais: Uma Alternativa Para Confinamentos Bovinos.** UNIFACVEST, p. 01, 29 nov. 2018. Disponível em: <https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/4b497-silva,-l.-n.-m.-biodigestor-em-propriedades-rurais-uma-alternativa-para-confinamentos-bovinos.-tcc,-2019..pdf>. Acesso em: 21 maio 2023.

MORAIS, Fabiana Terezinha Leal. **Biodigestor: uma tecnologia sustentável.** Universidade Federal de Campina Grande, 2017. Disponível em: https://scholar.google.com.br/scholar?hl=pt-BR&as_sdt=0,5&q=biodigestor+tem+a+função+de+acelerar+o+processo+de+d+ecomposição+de+matéria+orgânica,+se+trata+de+uma+câmara+fechada+que+é+alimentada+com+resíduos+orgânicos+misturados+com+água&btnG=#d=gs_qabs&t=1685318429369&u=#p=fGzEyv5o7psJ. Acesso em: 21 maio de 2023.

OLIVEIRA, B. F. *et al.* **Projeto do Protótipo de um Biodigestor Caseiro.** XL ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO “Contribuições da Engenharia de Produção para a Gestão de Operações Energéticas Sustentáveis” Paraná, 23 de outubro de 2020. Disponível em: https://abepro.org.br/biblioteca/TN_STO_346_1779_41385.pdf. Acesso em: 22 maio 2023.

PALERMO MANFRON, Melânia. **Biodigestão Anaeróbica: Uma Alternativa Para Usinas De Laticínios.** [S. l.], p. 01, 12 jun. 1991. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cr/a/7Wwtw63NPLg6jhWp4VQWG8z/>. Acesso em: 8 jun. 2023.

PEREIRA, A.F. **Esterco de vaca, um reservatório de bactérias resistentes a antibióticos.** abr.2014 Disponível em: https://www.em.com.br/app/noticia/internacional/2014/04/22/interna_internacional,521548/esterco-de-vaca-um-reservatorio-de-bacterias-resistentes-a-antibioticos.shtml Acesso em: 23 maio 2023.

RODRIGUES, M.A. *et al.* **Concentrações e quantidades de macronutrientes na excreção de animais em pastagem de capim-mombaça**

fertilizada com fontes de fósforo. Revista brasileira de zootecnia - Forragicultura jun.2008. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rbz/a/Skkv5K5PgYrFHw6L8Z9by8g/?lang=pt>. Acesso em: 24 maio 2023.

ROMANI, André. **Impacto da pecuária o meio ambiente incentiva adesão ao vegetarianismo.** São Paulo, 2019. Disponível em: <https://aun.webhostusp.sti.usp.br/index.php/2019/02/05/impacto-da-pecuaria-no-meio-ambiente-incentiva-adesao-ao-vegetarianismo/>. Acesso em: 18 de maio de 2023.

SANTANA, Kathamania. **Esterco bovino pode ser transformado em biocombustível e outros produtos, mostra pesquisa.** PORTAL UFS. 05 jun. 2017, p. 01. Disponível em: <https://ciencia.ufs.br/conteudo/57646-esterco-bovino-pode-ser-transformado-em-biocombustivel-e-outros-produtos-mostra-pesquisa>. Acesso em: 29 maio 2023.

SCHMIDT, V.; CARDOSO, M. **Gestão Ambiental na Produção Animal.** Rio Grande do SUL, 2015. Disponível em: <https://lume-re-demonstracao.ufrgs.br/gestao-ambiental/def.php>. Acesso em: 25 de maio de 2023.

SEIXAS, Jorge *et al.* **Construção e funcionamento de biodigestores.** Brasília: EMBRAPA -DID, 1980. EMBRAPA-CPAC. Circular técnica, 4. Disponível em: Construção e Funcionamento de Biodigestores. (embrapa.br). Acesso em: 16 de maio de 2023

TEIXEIRA, J. C.; HESPANHOL, A. N. **A TRAJETÓRIA DA PECUÁRIA BOVINA BRASILEIRA.** Caderno Prudentino de Geografia, [S. l.], v. 2, n. 36, p. 26–38, 2015. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2672>. Acesso em: 17 set. 2023.

TRES COMÉRCIO DE PUBLICAÇÕES LTDA, EDITORA. **Esterco de vaca, um reservatório de bactérias resistentes a antibióticos.** S. l.], p. 01, 22 abr. 2014. Disponível em:

<https://www.unifacvest.edu.br/assets/uploads/files/arquivos/4b497-silva,-l.-n.-m.-biodigestor-em-propriedades-rurais-uma-alternativa-para-confinamentos-bovinos.-tcc,-2019.pdf>. Acesso em: 18 maio 2023.

Universidade de São Paulo. **Recursos Energéticos e Ambiente – Biodigestores**. Piracicaba, 2013. Disponível em: [https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5078824/mod_resource/content/2/Biodigestores.pdf#:~:text=Este%20processo%20ocorre%20em%20um%20reservat%C3%B3rio%20denominado%20biodigestor%2C,anaer%C3%B3bia%2C%20resultando%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biofertilizante%20e%20biog%C3%A1s](https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/5078824/mod_resource/content/2/Biodigestores.pdf#:~:text=Este%20processo%20ocorre%20em%20um%20reservat%C3%B3rio%20denominado%20biodigestor%2C,anaer%C3%B3bia%2C%20resultando%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o%20de%20biofertilizante%20e%20biog%C3%A1s.). Acesso em: 29 maio de 2023.

VENDRAMINI, J.M. B *et al.* **ENVIRONMENTAL impacts and nutrient recycling on pastures grazed by cattle**. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbz/a/pTTKgcnKj44KmDZgPcLNHKv/?lang=em>. Acesso em: 25 maio 2023.