



**INSTITUTO
FEDERAL**
Piauí

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PIAUÍ
CAMPUS TERESINA CENTRAL
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM GESTÃO AMBIENTAL**

IGOR LINHARES AGUIAR

**ANÁLISE DA VIABILIDADE PARA INSTALAÇÃO DE UM BIODIGESTOR
CANADENSE EM UMA UNIDADE PRODUTORA DE SUÍNOS**

**TERESINA
2025**

IGOR LINHARES AGUIAR

ANÁLISE DA VIABILIDADE PARA INSTALAÇÃO DE UM BIODIGESTOR
CANADENSE EM UMA UNIDADE PRODUTORA DE SUÍNOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Central.

Orientador: Prof. Dr. Jovan Marques Lara Júnior.

TERESINA

2025

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD

Aguiar, Igor Linhares

A282a Análise da viabilidade para instalação de um biodigestor canadense em uma unidade produtora de suínos / Igor Linhares Aguiar. - 2025.

31 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Gestão Ambiental) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina Central, 2025.

Orientador: Prof Dr. Jovan Marques Lara Júnior.

1. Suinocultura. 2. Biogás. 3. Canadense. 4. Sustentabilidade. I. Título.

CDD - 577

Elaborado por Tanize Maria Sales CRB 3/1024

IGOR LINHARES AGUIAR

ANÁLISE DA VIABILIDADE PARA INSTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR CANADENSE
EM UMA UNIDADE PRODUTORA DE SUÍNOS

Trabalho de Conclusão de Curso (monografia)
apresentado como exigência parcial para obtenção
do diploma do Curso de Tecnologia em Gestão
Ambiental do Instituto Federal de Educação,
Ciência e Tecnologia do Piauí, Campus Teresina
Central.

Aprovada em: 04 / 02 / 2025.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Jovan Marques Lara Júnior (Orientador)
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof^a. Dr^a. Anna Kelly Moreira da Silva.
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Prof. Dr. Fabrício Napoleão Andrade
Instituto Federal do Piauí (IFPI)

Dedico este trabalho aos meus pais,
amigos e mestres.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pelo dom da vida, por estar presente em todos os momentos da minha vida e ter me dado forças e sabedoria para que eu conseguisse concluir esse trabalho.

Em segundo lugar, não poderia deixar de agradecer meus familiares e amigos, muitos por terem me ajudado diretamente com alguma parte do desenvolvimento do projeto, outros pelo apoio e terem acreditado que seria possível.

Ao meu orientador que decidiu embarcar junto comigo nesse projeto e ter feito parte de fato do desenvolvimento, não só da parte de metodologias e correção dos textos, mas ido a campo e procurado de fato me ajudar em todas as fases do trabalho.

Aos professores do IFPI que fizeram parte de toda minha formação acadêmica, ao longo desses três anos de curso.

RESUMO

Considerando a crescente relevância do papel estratégico da perspectiva experimental para as organizações, este trabalho investigou a viabilidade técnica e ambiental para a instalação de um biodigestor canadense em uma unidade produtora de suíno em José de Freitas no Piauí. Tratou-se de uma busca exploratória e aplicada, onde em uma unidade produtora de suíno, foi investigado a produção de biogás gerado através dos dejetos provenientes dos animais confinados na unidade. Com a viabilização dessa tecnologia, os resíduos recebem uma destinação ambientalmente adequada, evitando a contaminação do meio ambiente. Além disso, esses resíduos podem ser transformados em um gás altamente inflamável, que pode ser utilizado de diversas maneiras como fonte de energia. O biodigestor canadense, foi o modelo indicado para atender as necessidades da unidade, com a quantificação dos dejetos produzidos diariamente e mensalmente, foi calculado a capacidade do equipamento para suprir, com custos reduzidos, a demanda de dejetos da atividade. Outro ponto abordado foram os benefícios do biodigestor, uma vez que, com os dejetos sendo tratados, foi possível perceber a redução significativa dos impactos ambientais gerados, tanto da contaminação do solo, água e ar.

Palavras-chave: suinocultura; biogás; canadense; sustentabilidade.

ABSTRACT

Considering the increasing relevance of the strategic role of the experimental perspective for organizations, this study investigated the technical and environmental feasibility of installing a low-cost biodigester at a pig production unit in José de Freitas, Piauí. It was an exploratory and applied research, where at a pig production unit, the biogas production generated from the waste produced by the confined animals was investigated. With the implementation of this technology, the waste is given an environmentally appropriate destination, preventing environmental contamination. Furthermore, these waste materials are transformed into a highly flammable gas, which can be used in various ways as an energy source. The Canadian biodigester was the model selected to meet the needs of the unit. By quantifying the waste produced daily and monthly, the equipment's capacity was calculated to meet the waste demand of the activity at reduced costs. Another point addressed was the benefits of the biodigester, as the treatment of waste led to a significant reduction in environmental impacts, including soil, water, and air contamination.

Keywords: pig farming; biogas; canadian; sustainability.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 - CROQUI DA POCILGA DA UNIDADE PRODUTORA DE SUÍNO	20
FIGURA 2 - SETORES DA UNIDADE.....	24
FIGURA 3 - MODELO DE BIODIGESTOR CANADENSE	25
FIGURA 4 - DESTINAÇÃO FINAL DOS DEJETOS	27

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - QUANTIFICAÇÃO DOS ANIMAIS E RAÇÃO CONSUMIDA	21
TABELA 2 - QUANTIFICAÇÃO DO PESO E DEJETOS GERADOS PELO REBANHO.....	22

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REFERENCIAL TEÓRICO.....	16
2.1 SUINOCULTURA	16
2.2 BIODIGESTOR.....	16
2.3 ENERGIA RENOVÁVEL.....	17
2.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL	18
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	19
3.1 TIPO DE PESQUISA.....	19
3.2 LOCAL DA PESQUISA.....	19
3.4 COLETA DE DADOS NA PROPRIEDADE	19
3.5 VIABILIDADE TÉCNICA.....	19
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES	20
4.1 PROCESSO PRODUTIVO.....	20
4.2 AVALIAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR	23
4.2 AVALIAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR	26
5 CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS.....	30

1 INTRODUÇÃO

A carne de porco é uma das carnes mais consumidas do mundo, o Brasil atualmente ocupa a quarta posição como um dos países que mais produzem suínos (Miele, 2023). O Piauí, apesar das dificuldades de investimentos e infraestrutura, vem crescendo e com alto potencial, se destaca como um dos estados brasileiros que mais cresceu o abate da carne, 22% em relação ao ano de 2019 que teria sido de 3% (Paiva, 2021).

Na suinocultura, além dos benefícios, também tem seus malefícios. As questões ambientais não de serem levadas em consideração para quem trabalha na produção de suínos. Os resíduos gerados por esses animais, quando em processo de decomposição, apresentam uma alta taxa de produção de metano, gás esse, sendo um dos maiores impactantes ao meio ambiente, com gases do efeito estufa (GEE). Aproximadamente 50 m³ de metano são produzidos com apenas 1 m³ de esterco, o que acaba intensificando ainda mais os problemas como o aquecimento do planeta.

A lei 9.638/81, dispõe à Política Nacional do Meio Ambiente, sendo um dos principais objetivos a melhora da qualidade ambiental, penalizando atos que possam acabar levando a sua degradação. O manejo inadequado dos rejeitos suínos vai contra essa política, uma vez que os mesmos podem prejudicar a integridade do meio ambiente.

Os dejetos suínos se apresentam não somente na forma de fezes dos animais, mas constituem-se de urina, resto de ração, pelos, poeiras e água utilizada para lavar os recintos, esses, se descartados sem um devido tratamento e destinação ambientalmente adequada, podem causar sérios danos ao meio ambiente, tanto na questão dos recursos naturais quanto de saúde pública.

Biodigestores se apresentam como uma das alternativas benéficas a serem utilizadas para o gerenciamento de resíduos da suinocultura, pois além de mitigarem os impactos negativos ao meio ambiente, tornam-se rentáveis aos produtores, o biogás é um dos elementos gerados em um biodigestor. A matéria orgânica quando fermentada por micro-organismos anaeróbios, na ausência de oxigênio, produzem um gás inflamável que pode ser utilizado de diferentes formas, desde a utilização como gás de cozinha ou na transformação em energia elétrica, A aplicação desse tipo de tecnologia, desde pequenos a grandes produtores de suínos, pode trazer benefícios para o meio ambiente como também uma renda na produção do biocombustível.

Da necessidade de apresentar uma forma de gerenciar os resíduos orgânicos que diminuísse os impactos ao meio ambiente, o projeto tem por objetivo principal avaliar a viabilidade para instalação de um biodigestor canadense em uma unidade produtora de suínos, de modo mais específico, analisar a instalação e implementação técnica e avaliar a instalação e implementação do biodigestor para minimização dos danos ambientais gerados pelos dejetos produzidos na suinocultura.

A medida que os recursos naturais vão ficando mais escassos, houve-se a necessidade de se abordar novas formas de se obter energia limpa, na implementação desse tipo de tecnologia, inúmeros são os benefícios, para a natureza e para o produtor, que terá uma produção mais sustentável à medida que produz um gás, também chamado de biogás, resultado da decomposição orgânica dentro do biodigestor.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SUINOCULTURA

É uma área da agropecuária, destinada a prática e a criação de suínos, podendo ser comercializado tanto vivos, a carne e seus derivados. Sendo uma das proteínas mais comercializadas do mundo, em 2018 representou mundialmente pouco mais de 40% do consumo proteico, desbancando o consumo de frango 33,3% e bovinos 21,4% (Nascimento, 2020). Frente a isso, a atividade suinícola, caracteriza-se pela grande capacidade de poluição ambiental, com um manejo dos dejetos, podendo conter uma elevada demanda bioquímica de oxigênio (DBO) (Barros et al., 2019).

Historicamente, não se tinha uma preocupação quanto aos impactos ambientais, por ser uma atividade sem grandes proporções, mas dado o crescimento da mesma, os resíduos orgânicos dessa atividade, apesar de poderem ser usados como adubos em lavouras, podem causar riscos e danos ao meio ambiente, pelo fenômeno da infiltração. O solo pode acabar se sobrecarregando de nutrientes, podendo ainda atingir a água do subsolo, uma elevada carga desses materiais gera uma alta emissões de gases na atmosfera a exemplo, o Dióxido de Carbono (CO₂) e Metano (CH₄), como os principais vilões do efeito estufa (Winckler et al., 2017). Os dejetos suínos causam uma maior poluição quando comparados aos efluentes domésticos, isso se dá tanto pela alta carga orgânica concentrada, quanto pela forma que são descartados, porém, há pontos positivos para esses compostos, conhecidos pela alta eficiência energética, sendo excelente como uma energia renovável, quando tratado da forma correta, eliminando assim grande parte dos gases que iriam para a atmosfera, a contaminação do solo e recursos hídricos (Winckler et al., 2017).

2.2 BIODIGESTOR

Os biodigestores são câmaras fechadas, que apresentam diferentes tipos e formas na sua construção, são equipamentos projetados para fazerem a decomposição de matéria orgânica, matérias essas, que adicionadas nessas estruturas acabam sendo digeridas por organismos anaeróbicos, que na ausência de oxigênio produz um gás inflamável e um biofertilizante rico em matéria orgânica, utilizado como adubo. Os biodigestores mais comuns são, o modelo canadense,

chinês e indiano, que podem variar desde sua estrutura, preparo da matéria, caso necessite, tempo que a matéria demora para ser digerida, isso implica diretamente no preço de cada equipamento (Fernandes, 2018).

O modelo canadense se diferencia por ser do tipo horizontal, apresentando uma caixa de carga podendo ou não ser em alvenaria, possuindo largura maior que a profundidade, possuindo, então, uma maior área de exposição ao sol, possibilitando uma grande carga de produção de biogás. Uma câmara de fermentação que é revestida com uma lona plástica, uma geomembrana de polietileno de alta densidade superior para reter o gás produzido, de modo a formar uma câmpula de armazenamento, por fim, uma caixa de saída por onde o efluente é liberado (Garcia et al., 2023)

A digestão anaeróbica, constitui-se de uma série de processos químicos e uma ótima ação de microrganismos ao qual a matéria orgânica passa dentro do biodigestor até que comece a se transformar em Metano (CH_4) e Dióxido de Carbono (CO_2). Alguns parâmetros específicos como, temperatura, sólidos dispersos, tempo em que a matéria permanece no equipamento, tem grande influência na produção de biogás. O processo no qual a matéria passa até se transformar em gás ocorre por parte, começando pela hidrólise, acidogênese, acetogênese e metanogênese, cada etapa sendo respectiva para decomposição e produção do gás (Kuns, 2019).

O biogás, hoje, pode se tornar um grande aliado para produtores pecuaristas, que precisam de uma forma de destinar os resíduos geradores pelos animais de uma forma sustentável e que não traga danos ao meio ambiente. Essa forma vem sendo feita com a utilização de biodigestores, tecnologia essa que funciona como uma estufa, onde são colocados os resíduos orgânicos que acabam produzindo o biogás. Com o avanço dessa estratégia, o produtor acaba descartando esses rejeitos de forma com que não prejudique o meio ambiente, ao mesmo tempo que produz um gás que pode ser acrescentado junto a sua unidade, na forma de energia ou com a venda do mesmo (Teixeira, 2022).

2.3 ENERGIA RENOVÁVEL

Após o período da Primeira revolução industrial, com o uso desordenado dos recursos naturais, o mundo começou a pensar de forma mais convicta sobre meio ambiente e a utilização dos recursos. Com a demanda energética sendo frenética,

buscou-se alternativas para a substituição de combustíveis fósseis, sendo ela, a energia renovável, que nada mais são, energias advindas de fontes renováveis, ou seja, que não se esgotam ou tem uma capacidade de se regenerarem rapidamente. Diferente da energia proveniente de combustíveis fósseis, que

são poluentes ao meio ambiente, a energia renovável, apresenta inúmeras vantagens, sendo a principal dela baixo impacto ambiental, sustentabilidade, economia, a exemplo dessas energias, energia solar, eólica, das hidrelétricas, são as mais conhecidas, outra pouco conhecida, como o biogás, apresentando grande capacidade energética (Goldemberg, 2006).

2.4 DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O termo desenvolvimento sustentável começou a ser especulado e trabalhado em 1972, na Conferência Nacional Sobre o Meio Ambiente, em Estocolmo, na Suécia, mas somente no relatório de Brundtland, no texto “Nosso futuro comum” 1987, o termo foi definido como, “É a forma como as atuais gerações satisfazem suas necessidades sem, no entanto, comprometer a capacidades das futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades. Para que uma sociedade ou empresa se desenvolva de forma sustentável, ela precisa manter em equilíbrio três pilares, o social, o econômico e o ambiental, qualquer desequilíbrio pode-se afirmar que o desenvolvimento não seja sustentável, há de haver uma harmonia entre o desenvolvimento econômico e a utilização dos recursos naturais (Moreira, 2008).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 TIPO DE PESQUISA

A pesquisa tratou-se de uma busca exploratória e aplicada em uma unidade produtora de suíno, com o objetivo de analisar o manejo produtivo dos suínos para novas possibilidades e cenários da atividade a fim de apresentar a viabilidade técnica e ambiental sobre a produção de biogás através dos rejeitos produzidos pelos animais na suinocultura.

3.2 LOCAL DA PESQUISA

O presente estudo foi realizado em uma propriedade rural, no município de José de Freitas-Piauí tendo como principal atividade a suinocultura. O método de coleta foi idealizado em uma pesquisa exploratória aplicada, a fim de conhecer a atividade, os danos causados pelos dejetos e uma melhor forma de destinação dos mesmos.

3.4 COLETA DE DADOS NA PROPRIEDADE

A coleta de dados foi realizada a partir de uma visita técnica à propriedade, com o objetivo de conhecer a atividade. Foram feitos registros fotográficos, junto a obtenção de dados referentes a quantidade de animais no rebanho, a alimentação e o potencial produtivo de dejetos, com o uso de dados da literatura, uma média do quanto de biogás pode ser gerado, mediante a obtenção dessas informações, pôde ser estipulado o biodigestor mais adequado e com menor custo de construção e manutenção, com isso, a melhor forma de utilização do biogás gerado.

3.5 VIABILIDADE TÉCNICA

A viabilidade técnica para a instalação do equipamento se deu a partir de uma análise a todo sistema produtivo, avaliando o tamanho do plantel, a rotatividade dos animais e o potencial produtivo de dejetos. Para diferentes tipos de resíduos, existem diferentes modelos de biodigestores, atendendo a necessidade para utilização do biogás, exigindo, então, uma adaptação a realidade local, se tratando de uma pequena propriedade rural, com uma produção relativamente pequena, o fluxo de

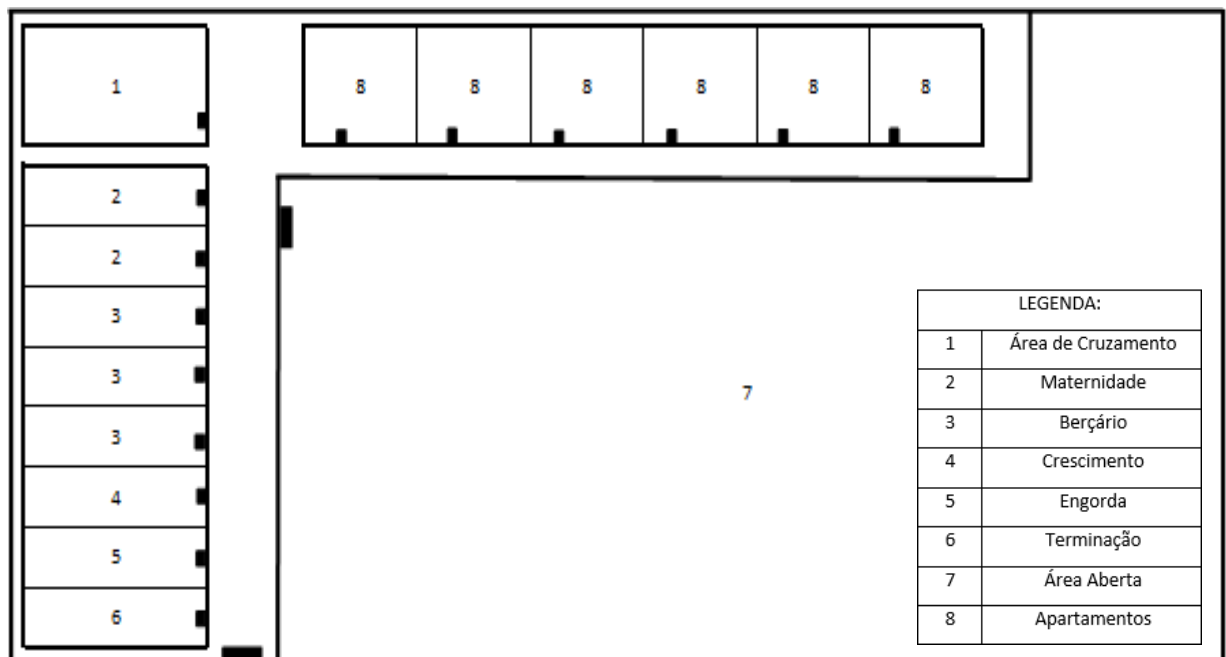
abastecimento será contínuo, reduzindo os custos com a fabricação de um local de armazenamento.

4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 PROCESSO PRODUTIVO

Foi observado que o processo produtivo da unidade funciona de maneira rotativa, de acordo com o croqui apresentado na Figura 1, onde as fêmeas ficam em média três dias em cruza com o macho reprodutor, após isso são soltos em uma área aberta fora das baias. Já grávidas, após 60 (sessenta) dias, vão para compartimentos chamados de “apartamentos” ficando quase todo período de gestação. Antecedendo ao parto as fêmeas são realocadas para as “maternidades”, onde serão realizados os partos e ficarão em observação para acompanhamento dos filhotes recém-nascidos e possíveis complicações.

Figura 1 - Croqui da pocilga da unidade produtora de suíno



Fonte: Autor (2025).

Após o nascimento dos filhotes, são analisados os pesos dos mesmos, mediante atingirem 6 (seis) quilogramas ou após 30 (trinta) dias são transferidos para o próximo estágio que é o berçário e, as fêmeas voltam para as áreas abertas, podendo andar, tomar sol e banho de lama. Os berçários são divididos em três estágios de crescimento, mudando de um para o outro a cada 30 (trinta) dias, posterior

ao berçário vem as fases de crescimento e engorda, por último a terminação, onde os animais já estão prontos para serem abatidos.

A tabela abaixo apresenta dados relacionados a quantidade de animais presentes na propriedade, juntamente com a quantificação do alimento ofertado, dividido por cada setor do sistema.

Tabela 1 - Quantificação dos animais e ração consumida

Animais	Quantidade de animais	Quantidade de ração por animal/dia	Quantidade de ração diária	Quantidade de ração/mês
Reprodutor	01	02 kg	02 kg	60 kg
Berçário 01	11	500 g	5,5 kg	165 kg
Berçário 02	12	800g	9,6 kg	288 kg
Berçário 03	10	1,0 kg	10 kg	300 kg
Matrizes	20	02 kg	40 kg	1.200 kg
Crescimento	12	1,4 kg	16,8 kg	504 kg
Crescimento	09	2,0 kg	18 kg	540 kg
Terminação	10	2,5 kg	25 kg	750 kg

Fonte: Autor (2025).

O manejo alimentar dos animais é respectivo a sua fase de crescimento e finalidade, as fêmeas reprodutoras e o macho reprodutor são alimentados duas vezes ao dia, sendo 1 (um) quilograma de ração pela manhã e 1 (um) quilograma de ração a tarde, totalizando 2 (dois) quilogramas de ração por dia para cada indivíduo.

Para os animais do berçário, é preparado primeiramente 50 kg de uma mistura de milho triturado e soja, também chamada de núcleo ou ração inicial, colocadas em cochos dentro das baias, levando em consideração que cada indivíduo nessa fase consome em média 500 g de ração diariamente, essa quantia é multiplicada pela quantidade de animais que estão nas baias, a fim de evitar contaminações e desperdícios e manter o padrão de qualidade do alimento, só é preparado a medida que a ração é consumida, em vez de colocar grandes quantidades.

Para os animais em fase de crescimento/engorda e terminação, 100 kg de ração é preparado, seguindo a mesma lógica anterior dos berçários, sendo colocados em cochos e preparadas quantidades que não durem muitos dias nas baias, mantendo a qualidade da alimentação. Para essa fase, o alimento preparado,

diferente dos animais menores, já é focado primordialmente para engorda dos mesmos, uma vez que são indivíduos preparados também para a fase de abate e comercialização. A água é disposta por meio de chupetas direto na canalização, dispensando a utilização de pequenos tanques, mantendo a qualidade da mesma.

A Tabela 2 traz dados informativos quanto ao peso dos animais em cada fase e a quantificação dos resíduos produzidos por cada animal diariamente e mensalmente para cada fase.

Tabela 2 - Quantificação do peso e dejetos gerados pelo rebanho

Animais	Quantidade de animais	Média de peso por animal	Média de dejetos gerados por animal/dia	Média de dejetos gerados pelo rebanho/mês
Matrizes	20	185 kg	12,31 l	7386 l
Reprodutor	01	200 kg	13,94 l	419 l
Berçário 01	11	6,5 kg	435 ml	144 l
Berçário 02	12	10 kg	670 ml	241 l
Berçário 03	10	18 kg	1,2 l	360 l
Crescimento 01	12	30 kg	2,0 l	720 l
Engorda	09	70 kg	4,6 l	1242 l
Terminação	10	100 kg	6,7 l	2.010 l
Total de dejetos gerados mensalmente por toda unidade			12.522 l	

Fonte: Autor (2025).

Com base nos dados *in loco* na propriedade, foram coletadas informações quanto ao peso dos animais em suas respectivas fases, e para quantificação dos resíduos produzidos pelos mesmos, foi utilizada uma fórmula disponibilizada por Fraga (2019) onde cada animal pode produzir entre 4,9 a 8,5% do seu peso vivo em dejetos (fezes e urina), levando em consideração a média desses valores foi utilizado 6,7% para se calcular os dejetos produzidos no sistema.

Mediante o exposto, os dados de quantificação de dejetos foram utilizados para o dimensionamento e capacidade do biodigestor e, estipular uma média do quanto de biogás pode ser gerado a partir dos resíduos orgânicos produzidos, essa informação é apenas uma estimativa, pois, para gerar biogás, tem que ser levado em consideração a temperatura, modelo de biodigestor e a composição da matéria orgânica.

O dimensionamento do biodigestor é a primeira etapa a se determinar a capacidade e melhor desempenho na produção do gás. Primeiramente, deve-se analisar toda produção de dejetos dos suínos, a qualidade e proporção entre o substrato (dejetos) e a água, sendo eles proporcionais. O tempo de retenção hidráulica (TRH), que pode variar entre 30 a 40 dias dentro do equipamento, é utilizado para a base de cálculos de volume, expresso pela Equação 1.

$$V_b = V_c * TRH \quad [Equação 1]$$

Onde:

V_b é o volume do biodigestor em (m^3);

V_c é o volume da carga em (m^3);

TRH é o tempo de retenção hidráulica (Dias).

4.2 AVALIAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR

Foi analisado todo o sistema de criação dos suínos, desde o manejo alimentar dos animais, processo em que as matrizes passam pela cruza até a fase de terminação. Após a avaliação foi possível verificar que existe viabilidade técnica para instalação de um biodigestor. Observou-se que a unidade conta com um rebanho que varia entre 80 e 85 exemplares por ciclo produtivo e que eles contam com uma capacidade produtiva de dejetos o suficiente para instalação, uma vez que esses efluentes são descartados de forma irregular no meio ambiente.

Figura 2 - Setores da unidade



Fonte: Autor (2025).

De acordo com os dados, obtidos e avaliados, na propriedade rural, o biodigestor indicado é o canadense (Figura 3), por se tratar de um equipamento com uma boa viabilidade técnica e econômica, sendo ideal para instalação em pequenas propriedades. Em relação a outros modelos, construídos em alvenaria ou aço, o modelo canadense, também conhecido como biodigestor de geomembrana, conta com um custo menor para sua construção e manutenção quando comparado aos outros modelos, por tanto, uma solução bem mais acessíveis para empreendimentos rurais que precisam reduzir gastos e reduzir os impactos ambientais.

Figura 3 - Modelo de biodigestor canadense



Fonte: CiBiogás (2016).

Outra justificativa para escolha do modelo é a durabilidade e eficiência na armazenagem do biogás, que expande a lona à medida que é produzido, adaptando-se facilmente para pequenos produtores que não contam com elevada produção de dejetos. O modelo canadense ainda apresenta grande facilidade de expansão, podendo sofrer modificações e alterações futuras. O baixo impacto também se apresenta como um dos benefícios, pois além de não gerar grandes impactos em sua construção, diminui a emissão de gases, produzindo uma energia limpa à medida que ajuda no tratamento de efluentes orgânicos.

O cálculo para o dimensionamento do biodigestor foi feito com base nos dados obtidos em campo sobre o volume diário dos dejetos produzidos na unidade, transformados em m^3 e levando em consideração o Tempo de Retenção Hidráulica (TRH). Sabendo-se que, em um mês é produzido uma média de 12.522 L de dejetos, dividimos essa quantidade por 30, chegamos em 417 L de dejetos gerados em um só dia, transformados em m^3 , o Volume da Carga (V_c) é de $0,417 m^3$, a partir do valor obtido, para um melhor desempenho do biodigestor e produção de gás. Para o cálculo, foi utilizado o tempo de retenção hidráulica de 30 dias.

Então, o volume do biodigestor (V_b), foi calculado multiplicando o Volume de Carga (V_c) diária que é de $0,417 m^3$ pela TRH de 30 dias, resultando em um total do volume útil de $12,522 m^3$. Esse resultado corresponde ao volume interno necessário para o biodigestor canadense poder fazer o tratamento dos dejetos e produzir o biogás, valor esse sendo ideal para uma boa eficiência do equipamento, permitindo

que não haja rompimento da geomembrana pelo gás.

Em relação aos outros modelos de biodigestores, o canadense, apesar de ter uma vida útil menor, contém uma alta capacidade de produção, elencado ao seu baixo custo, torna-se ideal em pequenas propriedades rurais. Vale ressaltar que, a eficiência dos gases gerados torna-se maior, por conta da alimentação e pelo modelo de criação, visto que, animais em confinamento tendem a produzir um dejetos com alta concentração de CH₄ (Collato; Langer, 2011).

Para a construção do biodigestor, primeiramente, é necessária uma escavação no solo em formato de trapézio, onde a parte superior da escavação seja mais larga que a base, com medidas que dependeram do tamanho e capacidade do equipamento, importante salientar que, a largura do biodigestor seja maior que a profundidade, para que haja uma maior exposição solar, potencializando a produção de gás, esse compartimento será responsável pela fermentação do substrato. Posteriormente, uma impermeabilização com manta de polietileno, com espessuras que variam entre 0,8 e 2 mm, a fim de evitar infiltrações, ressaltando a importância de materiais de qualidade, uma vez que ficaram expostos a intempéries (Delgrossi, 2021).

Na mesma etapa de construção do compartimento de fermentação, é importante que haja orifícios de entrada dos dejetos, podendo ser contínuas ou semi-contínuas, e o orifício de saída dos dejetos na forma de biofertilizante. Outro compartimento a ser construído é a lagoa, onde o biofertilizante ficará, pronto para ser usado como adubo em lavouras.

A próxima fase consiste na colocação de uma lona cobrindo todo o compartimento, essa lona ficará responsável pela retenção do biogás, uma das características dessa lona é a capacidade de inflar, à medida que o gás é produzido, isso é importante para que seja possível perceber visivelmente quando o gás é produzido. Outra característica é a área de ocupação, em relação a outros modelos, em que o tamanho deve ser proporcional a média máxima de gás, evitando a alta pressão e o rompimento da estrutura (Delgrossi, 2021).

4.2 AVALIAÇÃO PARA A INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR

A destinação final dos dejetos dos animais na propriedade, consiste na utilização de lagoas, onde as fezes, urinas, sobras de ração, poeiras e a água utilizada para lavagem das baias são drenadas por meio de canais (Figura 4) que são

conectados em todas as baías, seguem um córrego direto no solo, sem nenhum tipo de impermeabilização, direto para buracos feitos no solo, sem nenhum tipo de tratamento, à medida que essas lagoas vão se enchendo, mais lagoas são construídas para comportarem todo material a ser produzido.

Figura 4 - Destinação final dos dejetos



Fonte: Autor (2025).

Esse material contendo líquidos e sólidos não tem controle de sua produção e nem uma destinação adequada, isso gera grandes prejuízos ao meio ambiente, como a contaminação do solo, pois é destinado em lagoas permeáveis, à medida que é disposto nesses locais ocorre a infiltração dos líquidos no solo, podendo contaminar quaisquer corpos d'água subterrâneo. O tempo que fica exposto a radiação solar, acaba liberando GEE (Gases do Efeito Estufa), como o metano, devido a decomposição da matéria orgânica. Dada a quantidade significativa de animais e uma produção considerável de efluentes, os principais compostos poluidores são o Nitrogênio (N), o Fósforo (P), e metais como o Zinco (Zn), Cobre (Cu), além de coliformes fecais, (Fernandes, 2012).

Barros et al. (2019), afirmam que, por se tratar de um material com alta carga de nutrientes, alta demanda bioquímica de oxigênio (DBO), havendo um manejo indevido desses dejetos, podem causar impactos negativos. Apesar de poderem ser usados como adubos em culturas, os dejetos suínos sem um pré-tratamento, contém uma concentração muito alta de nutrientes, podendo sobrecarregar tanto o solo, quanto a corpos hídricos, existe a chance desses compostos de acumularem na camada superficial, podendo serem arrastados pela precipitação, aumentando a sua área de contaminação.

A poluição da água também se manifesta na forma de microrganismos (Oliveira, 1993), podendo causar sérios riscos à saúde humana e dos animais que a ingerirem, transmitindo doenças como a leptospirose, tularemia e febre aftosa.

Na presente situação, a utilização do biodigestor, foi a maneira indicada mais eficiente para o tratamento e disposição dos dejetos produzidos na propriedade, uma vez que são dispostos de maneira irregular na natureza, causando danos ao solo, recursos hídricos e emitindo gases, como o metano (CH_4) e o dióxido de carbono (CO_2). Elencado a um manejo ecologicamente corretos dos compostos, foi possível perceber outras vantagens, uma delas, a produção do biogás, elemento que apresenta diversas vantagens, na utilização como gás de cozinha, além da obtenção do biofertilizante, rico em nutrientes, usado como adubo.

O uso de biodigestores traz benefícios tanto para o meio ambiente quanto para os produtores rurais. Embora essa tecnologia não seja recente, ela contribui significativamente para a economia. Ao adotar essa abordagem, os produtores não apenas melhoram a qualidade da proteína animal, mas também tratam de forma eficiente os resíduos orgânicos, que, se não gerenciados corretamente, podem poluir a natureza. Dessa forma, os biodigestores agregam valor à atividade agropecuária, desafiando a ideia de que a criação de suínos causa mais danos ao meio ambiente devido ao mau manejo dos dejetos.

5 CONCLUSÃO

Analizando todo sistema de gerenciamento dos dejetos produzidos pelos animais, esse que é feito de modo ineficiente e a causar prejuízo ao meio ambiente, o biodigestor torna-se uma peça fundamental para o tratamento, sendo uma alternativa para destinação da matéria orgânica, evitando a poluição da natureza, destinando uma nova função ao produzir biogás e biofertilizante, compostos tratados e pronto para serem utilizados.

Após levantamento dos dados de toda unidade, avaliando todo sistema produtivo, quantificação dos animais e dejetos gerados, conclui-se que há viabilidade para instalação de um biodigestor canadense, equipamento com menor custo de instalação e manutenção, ideal para a empreendimento rurais e a propriedade em questão.

A partir da análise dos dados obtidos, foi possível também, calcular as dimensões necessárias do biodigestor canadense, considerando um volume útil de 12,522 m³ de dejetos, que teria 5m de comprimento, 1,67m de largura e 1,5m de profundidade. Nessas proporções o equipamento respeitaria as características de um biodigestor canadense com seu formato retangular, com seu comprimento maior que a largura e profundidade, sendo mais eficiente pois os dejetos sofreriam mais exposição, aumentando a capacidade produtiva de biogás.

REFERÊNCIAS

- BARROS, E. C.; NICOLOSO, R.; OLIVEIRA, P. A.; CORULLI, J. Potencial Agrônômico dos Dejetos Suínos. Concórdia; **Embrapa Suínos e Aves**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1117243/potencial-agronomico-dos-dejetos-de-suinos>. Acesso em: 23 dez. 2024
- COLATTO, L.; LANGER, M. Biodigestor – Resíduo Sólido Pecuário Para Produção de Energia. **Unoesc e Ciência**, V. 2, n. 2, p. 119-128, 2011 APUD CARLOS, J. A. A. Uso de Biodigestor na Suinocultura: Uma Alternativa à Sustentabilidade Ambiental na Região do Maciço Baturité, Ceará. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. 2, p. 783-818, abr/jun. 2020. Disponível em: https://r.search.yahoo.com/_ylt=AwriizLdyZxoEgIA6Fnz6Qt.;_ylu=Y29sbwNiZjEEcG9zAzEEdnRpZAMEc2VjA3Ny/RV=2/RE=1756315357/RO=10/RU=https%3a%2f%2fperiodicos.unoesc.edu.br%2facet%2farticle%2fdownload%2f738%2fpdf_203%2f/RK=2/RS=bQeKV8Uhs6pcYqRN7e1ACuWyVLc-. Acesso em: 09 out. 2024.
- DELGROSSI, Talita. **Agroenergia. Embrapa**, 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/agroenergia/residuos/biogas/biodigestores/indiano>. Acesso em: 15 nov. 2024.
- FERNANDES, D. M. **Biomassa e Biogás da Suinocultura**, 209p Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura – Programa de Pós-graduação em Energia na Agricultura, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Cascavel, Paraná, 2012). Disponível em: <https://tede.unioeste.br/bitstream/tede/821/1/Dangela%20Maria%20Fernandes.pdf>. Acesso em: 09 out. 2024.
- FERNANDES FILHO, A. C.; SANTANA, C. O. S.; GATTAMORTA, M. A. Utilização de biodigestores para geração de energia elétrica a partir de dejetos de suínos no Brasil. **INOVAE-Journal of Engineering, Architecture and Technology Innovation**, v. 6, p. 67- 84, 2018. Disponível em: https://brcris.ibict.br/vivo/display/journ_0134c00a-8251-4b87-876a-2d2969ab618d. Acesso em: 14 jan. 2025.
- FRAGA, Alícia. **Gestão de Resíduos na Suinocultura**. Unesp, 2019. Disponível em: https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/zootecnia/lucianohauschild/novratamento_dejetos.pdf. Acesso em: 16 jan. 2025.
- GARCIA, Cleiton; LOPES, Eliane; MELO, Jorge; COSTA, Maria; NERES, Thamires; BUENO, Veronica. Tipos de biodigestores. **Simpósio InterAgro**, 2023. Disponível em: <https://ric.cps.sp.gov.br/handle/123456789/16054>. Acesso em: 23 dez. 2024
- GOLDEMBERG, JOSÉ. Energias Renováveis: Um Futuro Sustentável. **Revista USP**: [s. n.], 2006. 6-15 p. *E-book*. Disponível em: <https://revistas.usp.br/revusp/article/view/13564>. Acesso em: 10 set. 2024

KUNS, Airton; RADIS, Ricardo; CESTONÁRIO, André. Fundamentos da digestão anaeróbica, purificação do biogás, uso e tratamento do digestato. 1º ed, Concórdia/SC. **Embrapa**, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1108617/fundamentos-da-digestao-anaerobia-purificacao-do-biogas-uso-e-tratamento-do-digestato>. Acesso em: 13 jan. 2025.

MIELE, Marcelo; JARBAS, Ari. Panorama da suinocultura. **Anuário Embrapa nº 06**, 2023. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1160306/1/final10267.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

MOREIRA, Tercia. O CONCEITO DO DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. Sustentabilidade, **Terceiro Setor**, 2008. Acesso em 20 fev 2024. NASCIMENTO, Rafaela et al. Viabilidade econômica na construção e implantação de biodigestor e esterqueira na suinocultura. Viabilidade econômica, s. l. 13 dez. 2021. Disponível em: file:///C:/Users/igorl/Downloads/admin_ojs,+Journal+manager,+6+-+O+conceito+artigo4.pdf. Acesso em: 16 jan. 2025.

NASCIMENTO, H. A produção e o consumo de carne suína no mundo. **Suinocultura industrial**. 2020. Disponível em: <https://www.suinoculturaindustrial.com.br/imprensa/a-producao-e-o-consumo-de-carne-suina-no-mundo/20200512-110921-k561>. Acesso em: 14 jan. 2025.

OLIVEIRA, A. V. P. (coord). **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**, Embrapa: Concórdia, 1993. Documentos, n 27). Disponível em : <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/434003/manual-de-manejo-e-utilizacao-dos-dejetos-de-suinos>. Acesso em: 28 dez. 2024.

PAIVA, Liana. Piauí desponta na produção de carne suína. **MeioNorte.com**, 17 set. 2021. Disponível em: <https://www.meionorte.com/programas/painel-agrook/piaui-desponta-na-producao-de-carne-suina-334729>. Acesso em: 10 out. 2024.

TEIXEIRA, Gabriel *et al.* A cadeia do biogás: Uma alternativa de transição energética para o Brasil. Biogás: Uma alternativa sustentável, **Revista de Administração IMED**, v. 13, ed. 2, 2022. Disponível em: <https://seer.atitus.edu.br/index.php/raimed/article/view/4932>. Acesso em: 18 fev. 2024.

WINCKLER, Silvana Teresinha; RENK, Arlene; LESSA, Lizete. Impactos socioambientais da suinocultura no oeste catarinense e a iniciativa de implantação de biodigestores pelo Projeto Alto Uruguai. **Revista Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 41, p. 237-251, 2017. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/made/issue/view/2407/showToc>>. Acesso em: 10 jan. 2025.