



Lucas Roratto

**ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA
PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**

Horizontina

2014

Lucas Roratto

**ANÁLISE E CONSTRUÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA
PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia Mecânica, pelo Curso de Engenharia Mecânica da Faculdade Horizontina.

ORIENTADOR: Dr. Fabiano Cassol, Graduação em Engenharia Mecânica, Mestrado e Doutorado em Fenômenos de Transporte.

Horizontina

2014

**FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA MECÂNICA**

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a monografia:

“Análise e construção de um biodigestor para atenuação dos danos ambientais causados por criação de suínos em pequenas propriedades rurais”

Elaborada por:

Lucas Roratto

como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia Mecânica

**Aprovado em: 26/11/2014
Pela Comissão Examinadora**

Dr. Fabiano Cassol
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Me. Anderson Dal Molin
FAHOR – Faculdade Horizontina

Me. Jonas Rigodanzo
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina
2014**

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha família, que é a base e princípio de tudo, aos meus pais, Claudino e Clacir, e a minha companheira Flaviha, que eu amo muito, e ambos estiveram ao meu lado dando-me força e coragem para ter mais esta conquista em minha vida, e ao meu irmão Carlos, para que se espelhe e seja melhor do que eu. Dedico aos meus colegas da faculdade e amigos, que tiveram sua participação nessa caminhada, e também dedico a mim mesmo pelo esforço.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que foi o guia e o iluminador do meu caminho.

A minha família pela força e créditos depositados em mim, sempre com muito carinho.

Ao meu orientador, Doutor Fabiano Cassol, pela paciência, incentivo e dedicação que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

O cavalo se ajeita no freio e o
homem na luta que passa. Um se
conhece em rodeio e o outro na causa em
que abraça.

Mano Lima

RESUMO

O presente trabalho tem por objetivo o dimensionamento e construção de um biodigestor para propriedades rurais priorizando o baixo investimento de capital financeiro, assim como a análise de benefícios ao meio ambiente que este pode trazer em relação à poluição provida por dejetos de animais. Levando como base uma pequena comunidade do interior de Santa Rosa, RS, pode-se analisar a poluição causada pelos dejetos com análises laboratoriais do sistema hídrico da região, sendo que na região de estudo não há nenhum método utilizado para tratamento de dejetos, e acompanhar a eficiência do biodigestor na descontaminação dos dejetos suínos com a decomposição anaeróbica com base na geração de biogás do mesmo. Como principais resultados têm-se a construção de um biodigestor com um pequeno capital financeiro investido, a constatação da poluição do poço artesiano da região e do Rio Lajeado Capoeira e sobre o biodigestor temos a eliminação de resíduos tóxicos liberados no meio ambiente, além da produção de biofertilizante e de metano, que no nosso caso já no 18° dia está gerando 0,0972 m³ de biogás.

Palavras-chave: Biodigestor. Biogás. Biofertilizante.

ABSTRACT

This work aims at the design and construction of a digester to farms prioritizing low investment of financial capital, as well as the analysis of environmental benefits that this can bring in relation to pollution provided by animal waste. Taking as a basis a small community in the interior of Santa Rosa, RS, one can analyze the pollution caused by the waste of laboratory tests of the water system of the region, and in the study area there is no method of waste treatment and monitor the digester performance in the decontamination of pig manure with anaerobic decomposition based on the same biogas generation. The main results are the construction of a digester with a small financial capital invested, the finding of pollution of artesian well in the region and the Rio Paved Capoeira and the digester have the disposal of toxic waste released into the environment, in addition to production biofertilizer and methane, which in our case already on day 18 is generating 0.0972 m³ of biogas.

Keywords: Bio digester. Biogas. Bio fertilizer.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Biodigestor modelo indiano.....	21
Figura 2: Biodigestor modelo chinês.....	22
Figura 3: Biodigestor modelo da marinha.....	23
Figura 4: Poder calorífico versus teor de pureza.....	25
Figura 5: Foto de satélite da propriedade.....	28
Figura 6: Foto de satélite da localização da nascente e da foz do rio Lajeado Capoeira.....	28
Figura 7: Imagem de propriedade sem tratamento de dejetos.....	29
Figura 8: Imagem de propriedade com fossa para armazenagem de dejetos.....	29
Figura 9: Esterco sendo lançado no solo sem tratamento.....	30
Figura 10: Foz do rio Lajeado Capoeira.....	30
Figura 11: Poço artesiano da comunidade de lajeado capoeira, Santa Rosa.....	31
Figura 12: Pocilga antes da instalação do biodigestor.....	33
Figura 13: Figura ilustrativa do biodigestor.....	34
Figura 14: Instalação da câmara de fermentação 1.....	37
Figura 15: Câmara 1 instalada e início da instalação da 2.....	38
Figura 16: Gasômetro e câmaras instaladas.....	38
Figura 17: Figura ilustrativa do funcionamento do biodigestor.....	39
Figura 18: Dados gráficos de análise do biodigestor.....	43
Figura 19: Biogás sendo queimado.....	44

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	JUSTIFICATIVA	12
1.2	OBJETIVO	13
1.2.1	OBJETIVOS GERAIS	13
1.2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	13
2	REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1	POLUIÇÕES PROVIDAS POR DEJETOS SUÍNOS	14
2.1.1	POLUIÇÃO DOS RECURSOS HÍDRICOS CAUSADOS PELA SUINOCULTURA	15
2.1.2	POLUIÇÃO DO SOLO CAUSADO PELA SUINOCULTURA	15
2.1.3	POLUIÇÃO DO AR CAUSADA PELA SUINOCULTURA	16
2.2	PROTOCOLO DE KYOTO	16
2.2.1	CRÉDITOS DE CARBONO	17
2.3	BIODIGESTOR	17
2.3.1	HISTÓRICO	18
2.3.2	VANTAGENS DOS BIODIGESTORES	18
2.3.3	TIPOS DE BIODIGESTOR	19
2.3.3.1	BATELADA	19
2.3.3.2	CONTÍNUO	19
2.3.4	MODELOS DE BIODIGESTOR	20
2.3.4.1	BIODIGESTOR INDIANO	20
2.3.4.2	BIODIGESTOR CHINÊS	21
2.3.4.3	BIODIGESTOR DA MARINHA BRASILEIRA	22
2.3.5	PRODUTOS GERADOS PELA DECOMPOSIÇÃO ANAERÓBICA DOS BIODIGESTORES	23
2.3.5.1	BIOGÁS	23
2.3.5.2	BIOFERTILIZANTE	23
2.3.6	EQUIVALÊNCIA ENERGÉTICA	24

2.3.7PURIFICAÇÃO DO BIOGÁS.....	25
3 METODOLOGIA	27
3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS	27
3.1.1ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DE INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR	27
3.1.2ESTUDO DE CAMPO.....	29
3.2MATERIAIS E EQUIPAMENTOS	31
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	33
4.1 SITUAÇÃO ATUAL	33
4.2DIMENSIONAMENTO DO BIODIGESTOR.....	34
4.3CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR.....	37
4.4FUNCIONAMENTO DO BIODIGESTOR.....	38
4.5RESULTADO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DE ÁGUA	39
4.6ANÁLISE E RESULTADOS DO BIODIGESTOR	42
5 CONCLUSÕES.....	45
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	46
ANEXO A	49
ANEXO B	50
ANEXO C	51

1 INTRODUÇÃO

Estamos vivenciando em nosso planeta uma constante mudança climática, além de termos grande parte dos nossos recursos hídricos já poluídos e o nosso solo muito degradado pela ação do homem.

A população está ficando mais consciente em relação ao meio ambiente, e os governos do mundo inteiro estão respondendo a isso com muitas ações para diminuir a poluição e recuperar áreas e recursos poluídos. Uma destas ações é o Protocolo de Kyoto, onde 175 países estão inseridos e fazendo de tudo para que seja cumprida as suas metas.

Segundo o site Agrolink nos últimos 46 anos, a produção mundial de suínos cresceu por ano uma taxa de 3,1% e a produção nacional aumentou 2,2%. Conforme a Associação Brasileira de proteína animal do Brasil ocupa o quarto lugar no ranking de produção e exportação mundial de carne suína.

No ramo agrícola, a suinocultura tornou-se uma fonte de poluição devido ao crescimento do consumo da carne suína nos últimos anos. Como não há leis específicas e eficientes que regram esta atividade os produtores não efetuam o tratamento correto dos detritos gerados pelos animais. Os dejetos destes animais quando não tratados agridem o solo, poluem os recursos hídricos e sua decomposição gera metano, um dos gases causadores do efeito estufa.

Atualmente o sistema mais eficaz para o tratamento destes resíduos é a utilização de biodigestores, que eliminam quase toda a poluição decorrente desta atividade, além de gerar como subprodutos o biogás, componente com grande capacidade calorífica, e o biofertilizante, adubo natural muito rico para o solo sem agentes que agridam ao meio ambiente.

Com a motivação que surgiu a partir do Mecanismo de Desenvolvimento Limpo, que foram propostos pelo Protocolo de Kyoto, muitos projetos são executados para simples queima de biogás visando a redução da poluição gerada pelos dejetos (BLEY Jr. 2009).

1.1 JUSTIFICATIVA

Justifica-se este trabalho pelo fato de haver inúmeras propriedades de pequeno e médio porte que possuem criação de suínos, além de aves, ovinos,

eqüinos e bovinos ou qualquer outra espécie que gere quantidade significativa de dejetos, onde não ha tratamento de resíduos para amenizar a poluição destes que na maioria das vezes são despejados diretamente no solo, ou em córregos ou rios causando gradativamente a poluição destes recursos.

Se analisarmos as proporções da poluição de uma pequena propriedade, esta não é significativa, pois ela é mínima perante a poluição causada por grandes granjas de criação de animais, porém, se analisarmos estas propriedades em conjunto veremos que a poluição ganha um âmbito maior. Muitas vezes tal tratamento não é feito por falta de informação técnica para pequenos agricultores. A construção de um pequeno biodigestor, além de obter retorno para o meio ambiente, gera benefícios para o agricultor com subprodutos gerados deste tratamento, que são o gás metano que pode ser utilizado como fonte de energia térmica na propriedade e o biofertilizante que pode ser utilizado diretamente no solo.

1.2 OBJETIVO

1.2.1 Objetivos gerais

Este trabalho tem por objetivo a análise e construção de um biodigestor tendo como foco um pequeno investimento financeiro em uma pequena comunidade do interior de Santa Rosa, RS, para atenuação dos danos causados pelos dejetos de animais a natureza.

1.2.2 Objetivos específicos

- Análise da poluição dos mananciais de água da região de Lajeado Capoeira, Santa Rosa, RS.
- Dimensionar um biodigestor para uma pequena propriedade rural tendo em vista um pequeno investimento de capital financeiro.
- Verificar a eficiência do biodigestor na contenção da poluição com gás metano.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 POLUIÇÕES PROVIDAS POR DEJETOS SUÍNOS

A suinocultura cresceu muito nos últimos anos, deixando de ser uma cultura empregada somente em pequenas propriedades para se tornar fonte de renda para muitos produtores na região sul do Brasil. Com o aumento do número em animais de cada propriedade, deu-se um aumento simultâneo na quantidade de dejetos produzidos, tendo como conclusão um aumento significativo da poluição ambiental do ar, dos recursos hídricos e do solo.

Miranda expõe os principais danos causados pela aglomeração de suínos na mesma região:

A grande quantidade de animais e conseqüentemente de dejetos numa mesma área pode causar poluição do solo, ar e água. Os principais efeitos são provocados pela emissão de formas de nitrogênio, fósforo e outros minerais presentes nesses dejetos. As emissões provêm dos dejetos existentes nas instalações, em depósitos de armazenamento e dos aplicados no solo. (MIRANDA, 2005, p. 73).

As instituições responsáveis não têm atribuído a devida importância para as questões ambientais que os dejetos provenientes de animais causam no meio ambiente. Uma das circunstâncias, segundo Palhares, para este contexto é que o setor de suinocultura cresce demasiadamente em certas partes do país, enquanto em outras regiões ele não apresenta um crescimento considerável, dificultando assim a implantação de certas leis, por dependerem de desenvolvimento tecnológico e por conseqüência o investimento de capital, resultando apenas em leis e programas ambientais que são implementados somente após consideráveis danos ambientais provocados em casos específicos. (PALHARES, 2008).

Entretanto o sistema de produção de suínos deve seguir algumas normas ambientais que incidem no seu contexto, como o código de águas e o código florestal, que são fiscalizadas por órgãos federais e estaduais do meio ambiente e que estão citadas no Anexo A: Legislação Ambiental Federal Incidente na Suinocultura.

2.1.1 Poluição dos recursos hídricos causados pela suinocultura

Após 1978 a carne suína firmou-se mundialmente como a mais importante fonte de proteína animal, e a produção mundial de suínos cresceu numa taxa anual de 3,1% nos últimos 46 anos (Central de Inteligência de Aves e Suínos, 2013).

Seganfredo expõe bem as agressões que a suinocultura causa se jogada em recursos hídricos:

Com o aumento do número de animais por propriedade, os rios, que antigamente eram o principal local de destino dos dejetos suínos, não mais se mostraram capazes de comportar o despejo desses resíduos não tratados. Na falta do emprego de algum tipo de tratamento para reduzir a sua carga potencialmente poluidora, os dejetos suínos transformaram-se num fator de desequilíbrios ambientais, destacando-se entre esses a morte de peixes, proliferação de borrachudos e moscas e a contaminação dos recursos hídricos por nitrogênio e fosfatos e organismos de risco sanitário. (SEGANFREDO, 2007, p. 04).

Contudo, a maior parte dos dejetos gerados é despejada em rios e córregos, ou lançados no solo sem nenhum tratamento adequado.

Os dejetos lançados nos recursos hídricos são consumidos, para a manutenção biológica, por bactérias e microorganismos aeróbicos que necessitam do oxigênio para este processo. Com grande quantidade de dejetos jogados no meio aquático essas bactérias e microorganismos ocasionarão o esgotamento de oxigênio no ambiente, resultando na morte de peixes e outros organismos. Apesar disso, uma grande quantidade de organismos patogênicos é encontrada nos dejetos suínos, transmitindo inúmeras doenças. (GAMA, 2003).

2.1.2 Poluição do solo causado pela suinocultura

È costumeiro observar a utilização dos dejetos providos da suinocultura para a adubação do solo em pequenas propriedades rurais. O adubo orgânico é muito rico em nutrientes para o solo, porém em seu estado natural acarreta riscos para este por causa de sua composição química, tendo que passar por um tratamento antes de ser lançado ao solo.

Segundo Gaspar (2003), os dejetos suínos são formados por componentes poluentes como o nitrogênio (N), o fósforo (P), micro minerais como o zinco (Zn) e o cobre (Cu) são componentes que agridem o solo, especialmente a ação deteriorante do nitrogênio no solo.

2.1.3 Poluição do ar causada pela suinocultura

Uma das principais preocupações com a poluição dos dejetos suínos é a causada no ar, pois, os dejetos suínos liberam para a atmosfera óxido nitroso (N_2O , que corresponde a 14% do volume total), metano (CH_4 , que corresponde a 60% do volume total) e dióxido de carbono (CO_2 , que corresponde a 26% do volume total) que contribuem muito para o chamado efeito estufa, causador de grandes desequilíbrios ambientais.

Essa poluição está incidida dentro do contexto do Protocolo de Kyoto, onde os países concordantes têm o compromisso em reduzir a emissão dos gases causadores do efeito estufa que são produzidos pela decomposição dos dejetos suínos.

2.2 PROTOCOLO DE KYOTO

Buscando a diminuição da liberação dos agentes causadores do efeito estufa no globo terrestre, onde se tem como intento a atenuação dos danos que o aquecimento impacta em nosso planeta, diversos países promoveram debates e acordos desde 1980 para que em fevereiro de 2005 fosse plenamente efetivado o protocolo de Kyoto, onde os países desenvolvidos juntamente com os países em desenvolvimento comprometem-se em reduzir sua emissão de gases do efeito estufa pelo menos 5% abaixo dos níveis registrados no ano de 1990.

As mudanças climáticas afetam a todos, independentemente de quem as ocasiona, quando esta acontece ela abrange todas as partes que estão no seu raio de ação. Ferreira reconhece o meio ambiente como sendo compartilhado por todos os países:

O reconhecimento do sistema climático, como um recurso compartilhado, é de extrema importância, já que demonstra que não basta que cada país por si só tome providências para solucionar questões ambientais internas. A cooperação internacional é indispensável, sob pena de tais medidas isoladas não surtirem qualquer efeito se os demais países não se conscientizarem da necessidade de tomar medidas ambientais, já que a poluição de um afetará a todos. (FERREIRA, 2010, p. 26).

O ingresso do Brasil no protocolo de Kyoto deu-se com sua promulgação em 23 de Agosto de 2002 por meio do decreto n. 5.445, de 12 de maio de 2005, porém o Brasil já se utilizava das atribuições do protocolo de Kyoto mesmo antes do seu

ingresso no mesmo, promovendo mudanças que visavam atender as principais normas do protocolo (MARTINELLI, 2008).

Alguns países não conseguiram atingir a meta de redução de emissão dos gases do efeito estufa até o prazo determinado do período de 2008 até 2012, acordado no protocolo e Kyoto, criando-se assim negociação entre os países que já tinham atingido e passado a sua meta em vender esses créditos para os mesmos, instituindo assim os chamados créditos de carbono.

2.2.1 Créditos de carbono

Quando uma empresa ou uma pessoa reduz a sua cota de emissão de gases poluentes causadores do efeito estufa ela recebe um certificado chamado de crédito de carbono. A cada tonelada de dióxido de carbono (CO₂) que é reduzido adquire-se um crédito de carbono que por sua vez pode ser vendido para outra empresa ou pessoa que não conseguiu atingir a sua cota.

Rezende descreve o que são os créditos de carbono:

Os créditos de carbono são títulos financeiros gerados a partir da comprovação de que determinado projeto reduz as emissões de gases de efeito estufa com relação a uma linha de base. Entre os segmentos que despontam nos projetos de créditos de carbono, o energético é um dos principais, devido à sua grande participação nas emissões globais e ao seu grande potencial de mitigação. (REZENDE, 2008, p. 13).

2.3 BIODIGESTOR

O biodigestor é composto basicamente de duas partes que são: a câmara de biodigestão e o gasômetro, possuindo um sistema com funcionamento bem simples. Apresenta inicialmente uma câmara fechada que se destina a alocar detritos, em geral de animais, na qual ocorre a fermentação anaeróbica desses dejetos que resulta na liberação de biogás, na produção de biofertilizante, e gasômetro, onde o biogás produzido fica retido para o seu devido aproveitamento (GASPAR, 2003).

Em relação ao seu funcionamento primeiramente deve-se abastecer o sistema, que pode ser continuamente ou intermitente. Estes dejetos serão inseridos na câmara de combustão onde entram em degradação pela ação de determinadas bactérias, obtendo-se como produto deste a liberação do gás metano. Posteriormente ao seu processamento o gás metano é levado ao gasômetro onde é

armazenado para posteriormente ser utilizado. Além do biogás, o biodigestor gera ainda um subproduto chamado de biofertilizante, que é a sobra dos dejetos após a fermentação que se destina a adubação do solo.

2.3.1 Histórico

O Processo de decomposição anaeróbica acontece naturalmente em pântanos cobertos por água quente onde os dejetos são decompostos pelas bactérias anaeróbicas no fundo do lago sem o contato com o ar.

Em 1776 Alessandro Volta descobriu que a formação do gás depende de um processo de fermentação e que este misturado com ar forma uma mistura explosiva, em 1800 Dalton, Henry e Davy descreveram pela primeira vez a estrutura química de metano, que teve sua estrutura final, CH₄, em 1821 e na segunda metade do século XIX as pesquisas foram aprofundadas na França para melhor compreensão do processo (DEUBLEIN, STEINHAUSER 2008).

Foram datados relatos da tentativa de construção de um biodigestor para a decomposição de dejetos animais provido de vacas em Bombaim na Índia em 1890, e o relatório emitido da China em 26 de Abril de 1960 onde consta que os chineses usavam “lagoas cobertas” para produção de metano ocupado no abastecimento de suas fábricas (FRY, 1973).

Portanto o gás metano produzido da decomposição anaeróbica vem sendo explorado há muito tempo pela humanidade, e até na segunda guerra foi utilizado pela Alemanha como combustível para tratores. Mas a utilização de biodigestores hoje se destaca na Índia que utiliza a sua produção do biogás para melhorar o padrão de vida da população rural pobre utilizando o biogás como fonte de calor.

2.3.2 Vantagens dos biodigestores

Os biodigestores trazem muitas vantagens para o campo e para a população mundial, pois o seu funcionamento ocorre de maneira natural não agredindo o meio ambiente e proporcionando a geração de um combustível.

Os biodigestores proporcionam produção de biogás, que reduz o consumo de outros combustíveis, produção de biofertilizante, atenuando o uso de adubos químicos, auxílio no saneamento básico, eliminando em seu ciclo microrganismos

patogênico ao homem e servem para o controle de ervas daninhas que se disseminam nos dejetos de animais que não são tratados pelo biodigestor (FERRAZ, MARRIEL 1980).

Contudo, seu principal papel na sociedade nos tempos atuais é servir como instrumento de redução da poluição gerada pelos dejetos animais. O biodigestor, portanto, reduz a poluição do ar, do solo e dos mananciais aquáticos.

2.3.3 Tipos de biodigestor

Os biodigestores são classificados conforme seu tipo pelo método que estes são abastecidos com dejetos para a decomposição anaeróbica. Eles podem ser dois tipos: Biodigestor de batelada ou biodigestor contínuo.

2.3.3.1 Batelada

O biodigestor do tipo batelada tem como característica a carga única do sistema de operação do biodigestor, onde toda a carga de dejetos para fermentação é depositada no biodigestor em uma única vez permanecendo fechado até o processo anaeróbico estar totalmente concluído (FERRAZ; MARRIEL, 1980).

As vantagens desse sistema é que facilita a limpeza do biodigestor por ele ser totalmente descarregado após o término de seu ciclo, a desvantagem é que juntamente com sua limpeza as bactérias anaeróbicas são também retiradas do sistema tendo de se multiplicarem novamente na próxima carga reduzindo assim um pouco da eficiência.

2.3.3.2 Contínuo

Esse tipo de sistema se caracteriza pela carga contínua de matéria para alimentação do biodigestor, sendo normalmente construído abaixo do nível do solo, possuindo uma canalização de entrada e uma canalização de saída onde a quantidade de dejetos alimentados corresponde à quantidade de biofertilizante que sai do sistema (FERRAZ; MARRIEL, 1980).

As vantagens que esse tipo de biodigestor proporciona é uma taxa contínua de geração de gás sem interrupção de produção, já a desvantagem é que esse

sistema se limita a utilização de dejetos triturados ou só o esterco, pois, os materiais de grande porte iriam ocasionar um entupimento de seu sistema.

2.3.4 Modelos de biodigestor

Os modelos de biodigestores são basicamente os mesmos mudando algumas características em sua construção, porém mantendo quase o mesmo princípio de funcionamento. Eles pode se dividir em modelo Indiano, modelo Chinês e modelo da Marinha Brasileira.

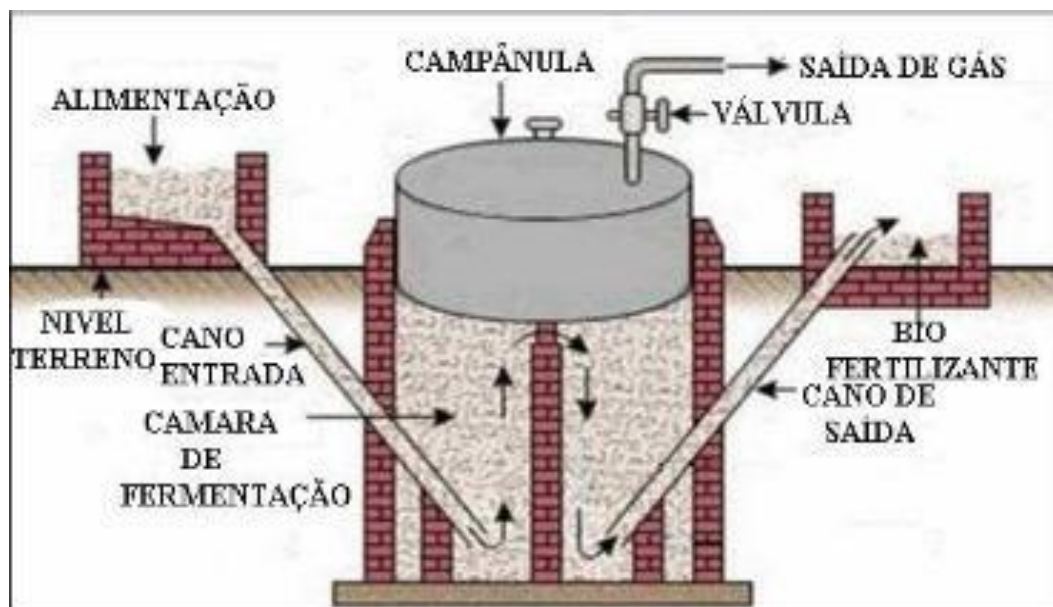
2.3.4.1 Biodigestor indiano

O modelo indiano possui como principal característica uma campânula como gasômetro a qual pode encontrar-se mergulhada sobre os dejetos dentro do biodigestor, e também dispõe de uma parede central alojada no centro de seu tanque de dejetos que serve como divisória para que o material que entrará em composição circule por todo o interior do biodigestor (DEGANUTI, 2002).

Este modelo pode ser construído acima do nível do solo, desde que seu abastecimento não seja dificultado como pode ter seu corpo quase todo soterrado feito em alvenaria, o que torna ele muito trabalhoso.

A sua vantagem é que com o auxílio da campânula ele mantém a pressão de saída dos gases estável, pois, não importa à quantidade de gás que existe no biodigestor a campânula sobe e desce mantendo sempre a mesma pressão no sistema o que resulta na uniformidade da pressão de saída de gás conforme vemos na Figura 01.

Figura 01 – Biodigestor modelo indiano



Fonte: Fonseca et al., 2009, p.10.

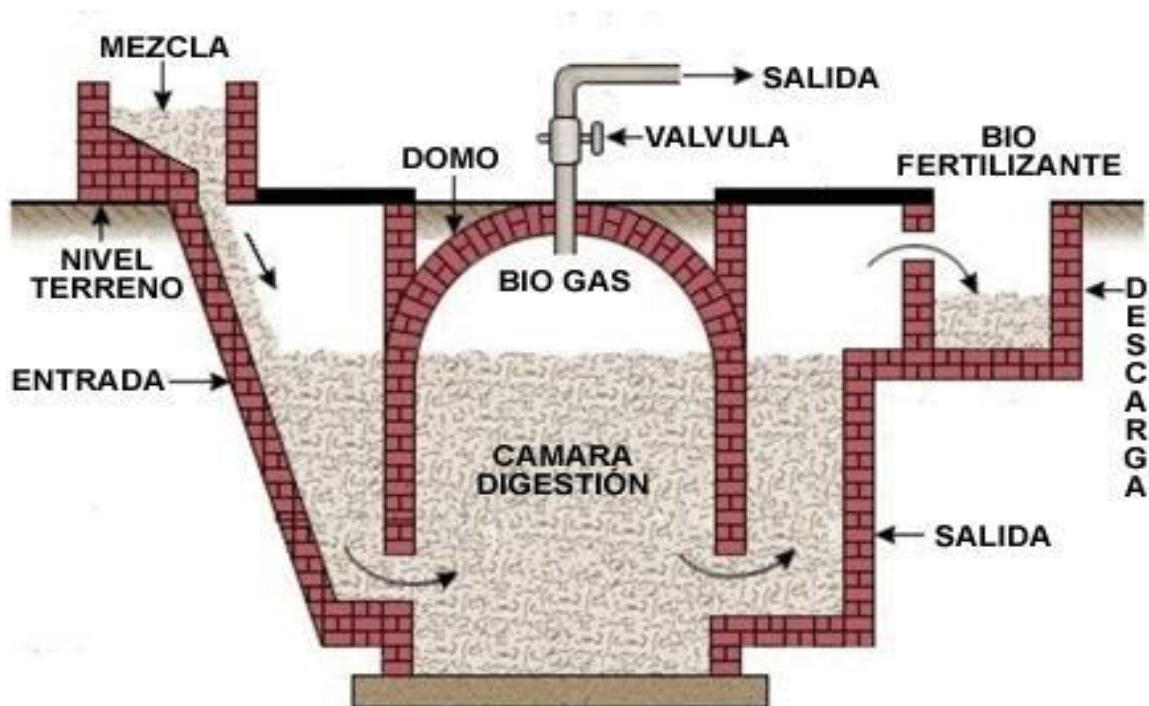
2.3.4.2 Biodigestor chinês

O modelo de biodigestor chinês é construído em alvenaria ficando quase que inteiramente enterrado no solo. Funciona normalmente em alta pressão a qual terá uma variação em função do abastecimento de dejetos e da quantidade de biogás consumida (GASPAR, 2003).

O modelo chinês também possui uma construção cara, pois além de ser quase todo abaixo do nível do solo, o que se torna necessário uma escavação ele é construído todo de alvenaria o que requer mão de obra com experiência como é demonstrado na Figura 02. Além disso, é necessário colocar uma camada de impermeabilizante em suas paredes para que ocorra infiltrações de água, trincas e rachaduras.

Ainda segundo Gaspar (2003), outra crítica acerca desse modelo é a variação de pressão dentro do mesmo em relação ao consumo do gás. Isso ocorre devido a não existir um regulador de pressão, ocasionando uma maior pressão de saída no gás quando o gasômetro estiver cheio e uma menor pressão quando o gasômetro tiver em níveis baixos.

Figura 02 – Biodigestor modelo chinês



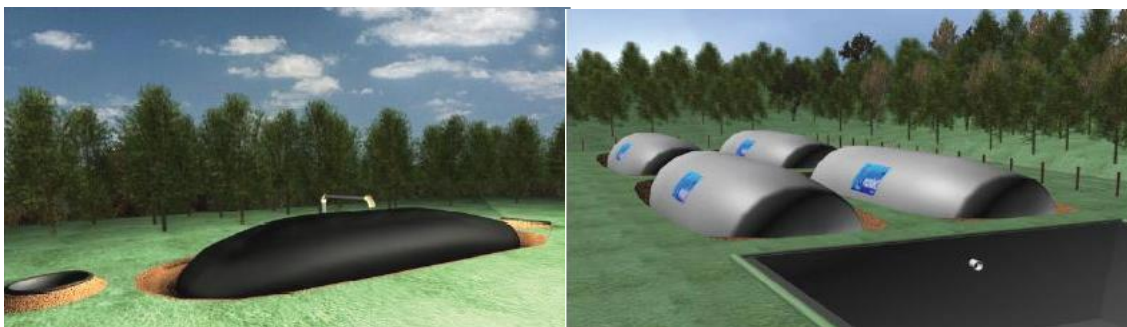
Fonte: Fonseca et al., 2009, p.9.

2.3.4.3 Biodigestor da Marinha Brasileira

Esse modelo possui uma estrutura simplificada, sua construção é do tipo horizontal com a câmara de biodigestão podendo ser construída abaixo do nível do solo ou não, tendo com característica de projeto uma largura maior do que a profundidade do seu reservatório e contendo um gasômetro feito de material plástico, material maleável de PVC que infla quando a quantidade de biogás aumenta (França Jr. 2008).

Esse modelo de biodigestor vem se difundindo muito no Brasil por apresentar um projeto simples e de fácil execução, sua principal vantagem é que ele utiliza o calor do sol para aumentar a taxa de biodigestão e a principal desvantagem é o custo da lona do gasômetro de PVC, pois esta cobre toda a sua extensão conforme Figura 03.

Figura 03 – Biodigestor modelo da marinha



Fonte: França Jr., 2008 p.37.

2.3.5 Produtos gerados pela decomposição anaeróbica dos biodigestores

A decomposição anaeróbica que ocorre no processo do biodigestor gera dois produtos finais. Um deles é o biogás que é o produto primário do processo e como sobra de detrito temos a geração do biofertilizante.

2.3.5.1 Biogás

O principal produto gerado pelo biodigestor anaeróbico é o biogás, que se forma da decomposição dos dejetos em fermentação após alguns dias de processo.

O biogás que é resultado da mistura de gases gerados pelo biodigestor é um componente de grande poder calorífico, sendo que esse poder dependerá basicamente da quantidade de metano na sua composição, que é o principal componente do biogás sendo incolor, inodoro e quando queimado apresenta uma chama azul-lilás e pequenas chamas vermelhas no seu interior (FARRET, 2010).

O biogás possui a utilidade de gerar energia térmica com sua queima, portanto, é utilizado em fogões, aquecedores, motores movidos a gás e qualquer outro tipo de trabalho que necessite de um combustível gasoso.

2.3.5.2 Biofertilizante

Após o término do processo de decomposição química os dejetos suínos são retirados do biodigestor em forma de biofertilizante, matéria líquida rica em nutrientes para o solo com grande poder de fertilização.

O biofertilizante não possui o poder de poluição que possui antes de ser decomposto pelas bactérias anaeróbicas, pois ao passar pelo biodigestor teve seu teor de carbono drasticamente diminuído e com isso teve um acréscimo no teor de nitrogênio e demais nutrientes. Além disso, o seu nível de pH fica em torno de 7,5, fazendo com que o biofertilizante funcione como corretor de acidez eliminando o alumínio e liberando os sais insolúveis, e dificultando a propagação de fungos patogênicos (GASPAR, 2003).

2.3.6 Equivalência energética

Para princípio de cálculo e estudos é necessário obter a equivalência energética de cada tipo de dejetos de animais especialmente do que se está sendo tratado no trabalho que são os dejetos suínos.

Tabela 1 – Produção de gás por dejetos de animais semiestabulados

Material (esterco)	Kg de dejetos/ dia	m³ de gás/ Kg de dejetos	m³ de gás/ animal/ dia
Aves	0.09	0.055	0.0049
Bovinos	10.00	0.040	0.4000
Equinos	6.50	0.048	0.3100
Ovinos	0.77	0.070	0.0500
Suínos	2.25	0.064	0.1400

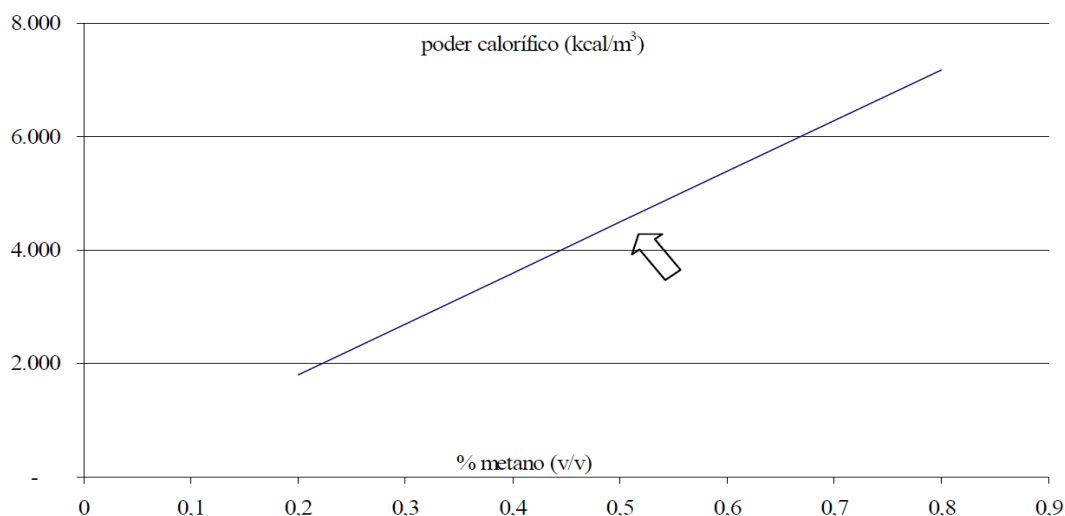
Fonte: Farret (2010) pg. 126.

Na Tabela 1 podemos verificar a quantidade de dejetos produzidas em um dia pelas espécies mais comuns no campo qual a eficiência desses dejetos e quanto de biogás cada animal irá produzir diariamente.

Analisando a tabela 1 podemos verificar que os dejetos gerados pelos suínos têm um grande rendimento de m³ de gás por Kg de dejetos perdendo somente para os ovinos.

O poder calorífico do biogás depende exclusivamente do teor de pureza deste gás, ou seja, quanto maior a concentração de água, gás sulfídrico e outros elementos, menor será o seu poder calorífico e quanto maior a taxa de gás metano maior será o poder calorífico conforme Figura 04.

Figura 04 – Poder calorífico versus teor de pureza



Fonte: ALVES, 2000 pag. 56 apud ETSU, 1996

Segundo Farret (2010) podemos considerar a energia equivalente de um metro cúbico de biogás como 6148,98 Kcal, então, deste modo pode-se executar uma análise comparando o rendimento do biogás gerado pelo biodigestor com outras fontes de calor conforme Tabela 2.

Tabela 2 – Equivalentes energéticos por metro cúbico de biogás para aquecer 6148,98 Quilocalorias

Combustível	Quantidades equivalentes
Gasolina	0,98 litros
Álcool	1,34 litros
Óleo cru	0,72 litro
Gás natural	1,50 m ³
Carvão	1,51 m ³
Eletricidade	2,21 kWh

Fonte: Farret (2010) pg. 130 apud Auerbach

2.3.7 Purificação do biogás

O biogás que se obtém a partir da decomposição anaeróbica não é puro, este tem que passar por um processo de tratamento e purificação que aumentarão o

poder calorífico, o rendimento térmico e eliminarão a característica corrosiva do mesmo devido à presença de gás sulfídrico e água (OLIVEIRA, 2005).

Desta forma, qualquer processo de purificação e limpeza, com a finalidade de evitar qualquer dano nos equipamentos de queima e aumentar o seu poder calorífico, consiste essencialmente em isolar o Metano, dos restantes constituintes do biogás. Assim é atingida uma redução nas emissões de CO₂ para a atmosfera e ao mesmo tempo um aumento do seu potencial energético (SILVA, 2009, pag. 57)

Para a remoção do ácido sulfídrico que está presente no biogás pode-se empregar limalhas de ferro que é um método bastante utilizado na remoção de compostos de enxofre do biogás. Essa técnica consiste em fazer o gás produzido pela decomposição anaeróbica passar por um recipiente onde está alocada limalha de ferro para a sua purificação. As vantagens que essa técnica apresenta é o baixo custo de instalação por ser simples e a possibilidade da completa remoção do ácido sulfídrico que reage com o óxido de ferro, formando sulfeto (BEDUSCHI, ORTOLANI e COAN, 1985).

Para a remoção da umidade contida no gás pode-se empregar o uso de glicóis sílica gel, e outros. O método utilizado depende da utilização final do gás e consiste em remover a umidade do biogás antes de sua queima para que esta não prejudique no seu rendimento calórico (SUZUKI ET AL, 2011).

3 METODOLOGIA

Numa primeira etapa foi utilizado o método da pesquisa bibliográfica que abrange a bibliografia em relação ao tema que já foi tornado público (MARCONI; LAKATOS, 2010).

A segunda etapa foi feito um levantamento da região de Lajeado Capoeira, interior de Santa Rosa, para verificar a manutenção e o destino de dejetos de animais dados pelos produtores rurais da localidade.

Na terceira etapa, realizou-se a coleta de amostras de água da região. Uma amostra corresponde ao poço artesiano localizado na comunidade e outra amostra foi coletada na barra do Rio Lajeado Capoeira que deságua no Rio Santa Rosa.

Na quarta etapa foram realizados os cálculos necessários para instalação de um biodigestor baseado em uma pequena propriedade rural da região. Foram estes, a quantidade de dejetos produzidos diariamente da propriedade e a capacidade de geração de biogás dos mesmos, juntamente com o volume do biodigestor instalado e o tempo de retenção de dejetos.

Na última etapa foram analisados os resultados de laboratório sobre a poluição da água e coletados os dados do biodigestor instalado na propriedade rural.

3.1 MÉTODOS E TÉCNICAS UTILIZADOS

Os métodos e técnicas utilizados foram entre eles o estudo da região onde se desenvolveu o trabalho juntamente com um estudo de campo para verificação da situação das propriedades locais. Partindo destes foi desenvolvido a relação de materiais para a construção do biodigestor.

3.1.1 ESTUDO DAS CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DE INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR

O estudo de caso e implantação do biodigestor foi realizado no interior do município de Santa Rosa, Rio Grande do Sul, na comunidade de Lajeado Capoeira que faz divisa com o município de Tuparendi, mais precisamente na propriedade de Claudino Antônio Roratto. A Figura 05 mostra a imagem de satélite da propriedade

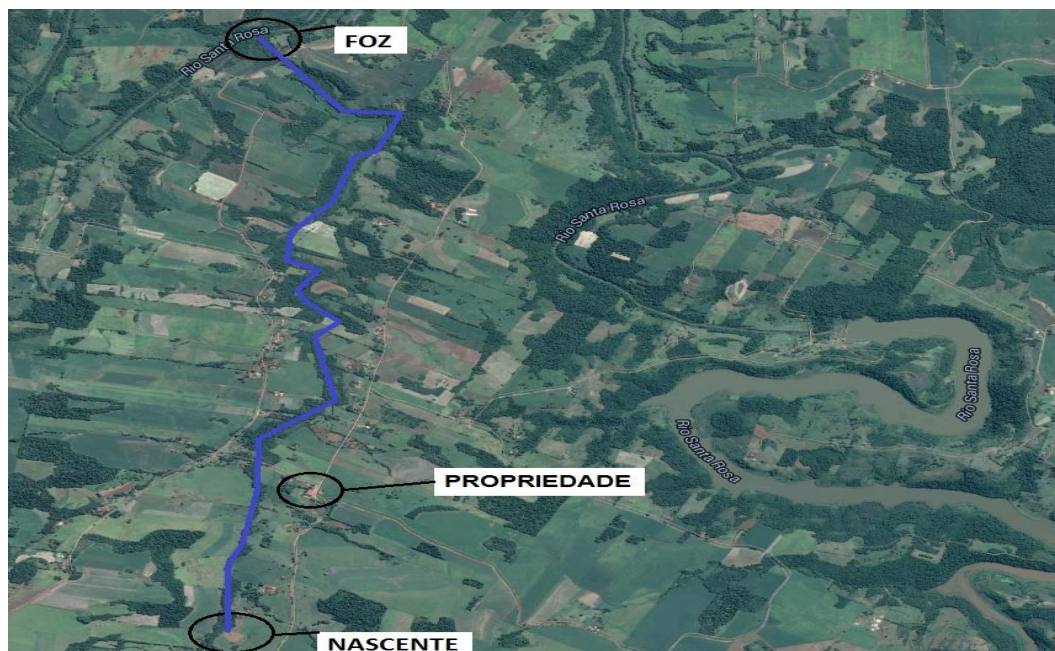
em que o biodigestor foi instalado. Observa-se na imagem à área de mata que esconde o rio Lajeado Capoeira, um dos afluentes do rio Santa Rosa.

Figura 05 – Foto de satélite da propriedade



A área foi escolhida pela razão que a água do poço artesiano da comunidade que podemos observar na Figura 05 foi declarada imprópria para consumo humano devido à quantidade de coliformes fecais e totais contidas na mesma.

Figura 06 – Foto de satélite da localização da nascente e da foz do rio Lajeado Capoeira



O rio Lajeado Capoeira tem aproximadamente 10 km de extensão e sua foz fica próxima da usina hidrelétrica Santo Antônio que é situada no rio Santa Rosa conforme podemos verificar na Figura 06.

3.1.2 ESTUDO DE CAMPO

Inicialmente foi feito uma pesquisa na região com visitas nas propriedades da localidade e consulta com moradores locais pra averiguação da existência de algum sistema de tratamento de dejetos. Contudo conclui-se que não a nenhum tipo de tratamento de dejetos antes de serem lançados no solo conforme Figura 07. Algumas propriedades ainda possuem um sistema de fossas abertas para acúmulo de dejetos, mas sem nenhum tratamento como podemos ver na Figura 08.

Figura 07 – Imagem de propriedade sem tratamento de dejetos



Figura 08 – Imagem de propriedade com fossa para armazenagem de dejetos



Após apurar esta situação partimos para a busca de dados para comprovação da poluição por dejetos na região de Lajeado Capoeira. Em relação à poluição do ar,

dejetos sem tratamento geram gás metano, um dos gases responsáveis pelo efeito estufa. Em relação ao solo conforme relato dos proprietários o esterco é utilizado diretamente para adubar pastagens e outras culturas, de acordo com a Figura 09, isso acarreta na contaminação do solo, pois o esterco não passou por um processo de tratamento.

Figura 09 – Esterco sendo lançado no solo sem tratamento



E por fim, a contaminação dos recursos hídricos foi constatada a partir de análise de laboratório com a coleta de amostras da água na foz do rio, Figura 10, e no poço artesiano que se localiza ao lado da igreja da comunidade de Lajeado Capoeira, Figura 11.

Figura 10 – Foz do Rio Lajeado Capoeira





Figura 11 – Poço artesiano da comunidade de lajeado capoeira, Santa Rosa, RS



3.2 MATERIAIS E EQUIPAMENTOS

Para a construção do biodigestor na propriedade rural foram utilizados os materiais com pouco valor agregado apresentados no Quadro 1 que foram comprados em uma loja de materiais de construção de Santa Rosa, RS, podendo apresentar uma variação nos preços em relação a outra região do país.

Quadro 1 – Materiais para construção do biodigestor

FOTO	DESCRIÇÃO	QUANTIDADE	CUSTO
	Tambor plástico de 200 litros	2 UN.	R\$ 120,00
	Tubo PVC soldável 25mm	4 metros	R\$ 7,80

	Joelho 90° soldável 25mm	2 UN.	R\$ 1,40
	Te soldável 25mm	1 UN.	R\$ 1,20
	Cano PVC 75mm	2 metros	R\$ 13,60
	Registro borboleta	3 UN.	R\$ 56,70
	Adaptadores para cano 25mm	3 UN.	R\$ 2,40
	Adaptador c/ flange soldável	2 UN.	R\$ 21,80
	Joelho PVC esgoto 90° 75mm	4 UN.	R\$ 23,60
	Durepoxi	2 UN.	R\$ 6,00
	Cola de cano	1 UN.	R\$ 6,90
TOTAL			R\$ 261,40

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Para obtenção dos resultados foi analisado primeiramente a situação que se encontrava a propriedade de instalação do biodigestor, dando sequência foi executado o dimensionamento e sua construção conforme cálculos. Em seguida foi colocado o biodigestor em funcionamento e retirado os dados de produção de biogás além de efetuar a análise dos testes laboratoriais de água da região.

4.1 SITUAÇÃO ATUAL

Para implantação do biodigestor foi selecionado uma pequena propriedade que conta com dois suínos que servem apenas para o consumo do próprio agricultor e está localizada no interior de Santa Rosa, RS. Conforme podemos verificar na Figura 12 os dejetos da propriedade em estudo não possuem um destino adequado para os dejetos dos animais eles são alocados em uma pequena área atrás da pocilga de onde são lançados direto no solo para adubação ou são arrastados junto com as águas quando há chuva.

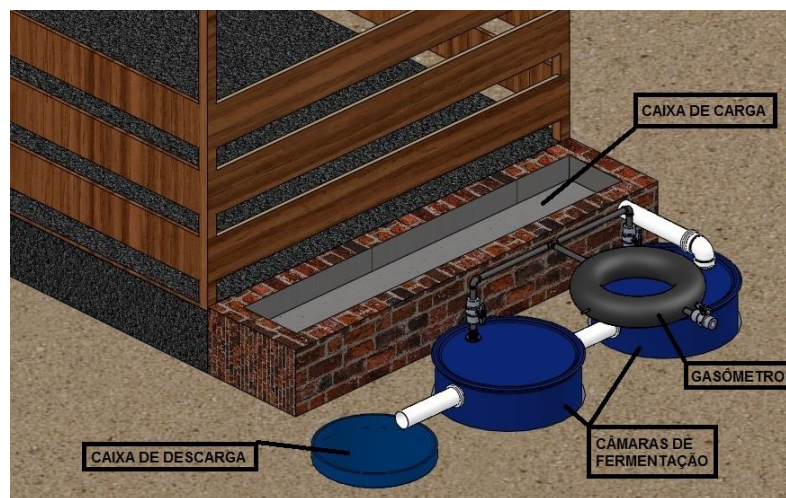
Figura 12 – Pocilga antes da instalação do biodigestor



4.2 DIMENSIONAMENTO DO BIODIGESTOR

O modelo utilizado se assemelha muito com o modelo de biodigestor chinês, pois sua construção se dará abaixo da superfície do solo somente com a saída de gás para o gasômetro conforme Figura 13. Porém a sua construção não será feita de alvenaria, ele será executado com materiais simples e de baixo custo tendo como câmara de fermentação o uso de tambores de plástico de 200 litros.

Figura 13 – Figura ilustrativa do biodigestor



Primeiramente tem-se que analisar quanto de gás esse número de animais irá produzir diariamente, dados que são fornecidos na Tabela 1 que vimos anteriormente.

Analisando a Tabela 1 podemos verificar que a produção de esterco por dia de cada suíno é de 2,25 Kg e que cada Kg de dejetos geram 0,064 m³ de gás. A produção diária de biogás será então dada pela equação 1:

$$T_{\text{dejetos}} = N \times m \quad (1)$$

Onde temos que T_{dejetos} é o total de dejetos que serão produzidos pelos animais da propriedade em um dia (Kg/dia), N é número de animais da propriedade e m corresponde a quantidade de dejetos produzidos diariamente por animal, retirado da Tabela 1 (Kg). Considerando N igual a 2 e m igual a 2,25 Kg temos uma produção diária de **4,5 Kg** de dejetos.

Com o total de dejetos calculado diariamente podemos calcular quantos m³ serão produzidos de biogás por dia, pela equação 2:

$$T_{\text{biogás}} = T_{\text{dejetos}} \times R \quad (2)$$

Sendo que $T_{\text{biogás}}$ é o total de biogás que serão produzidos pelos animais da propriedade em um dia (Kg/dia) e R que corresponde a quantidade em m³ que um Kg dejeito pode prover de biogás, retirado da Tabela 1 (m³/Kg). Então teremos T_{dejetos} , calculado anteriormente, 4,5 Kg/dia e R sendo 0,064 m³/Kg teremos uma produção de **0,288 m³** de biogás por dia.

O cálculo do volume do biodigestor é baseado na Tabela 3, pois, essa nos trás as características dos dejetos suínos frescos, esterco e urina, como a densidade que será utilizada para calcular o volume de dejetos que temos diariamente.

Tabela 3 – Características dos dejetos frescos de suínos, considerando-se somente esterco e a urina, expresso por 1.000 kg de peso vivo.

Parâmetro	Unidade	Valor	Desvio Padrão
Volume total	Kg	86,0	17,00
Urina	Kg	26,0	4,30
Densidade	Kg/m ³	990,0	63,00
Sólidos totais	Kg	12,0	2,70
Sólidos Voláteis	Kg	10,0	0,79
pH	-	7,0	0,45

Fonte: Adaptado de ASAE (2003) pag.683.

Sabendo a densidade dos dejetos podemos executar o seguinte cálculo da equação 3:

$$D = m / V \quad (3)$$

Sendo que D corresponde à densidade do material (Kg/m³), m é a massa, ou seja, total de dejetos produzido por dia (Kg) e V representa o volume (m³). A densidade D é retirada da Tabela 3 tendo um valor de 990 Kg/m³ a massa de dejetos que é produzido diariamente m é de 4,5 Kg, conforme calculado anteriormente. Levando esses dados em consideração temos um volume diário de **0,00454 m³**.

Segundo Farret, 2010 o período de retenção do substrato no biodigestor deve variar de 20 a 50 dias tendo como fatores influentes o pH, volume do material utilizado e temperatura interna do biodigestor. Levando em consideração que utilizaremos a quantidade de água de 1:1, ou seja, colocaremos o volume de água correspondente ao volume de dejetos. Temos então a equação 4:

$$V_{\text{total/dia}} = V_{\text{dejetos}} + V_{\text{água}} \quad (4)$$

Onde $V_{\text{total/dia}}$ corresponde ao volume total de detritos mais água que serão depositados no biodigestor por dia (m^3), V_{dejetos} é o volume de dejetos calculado anteriormente (m^3) e $V_{\text{água}}$ é o volume de água a ser adicionado que corresponde a mesmo valor do volume de dejetos (m^3). Considerando que o volume dos dejetos e o volume da água são iguais temos pros dois valores $0,00454 \text{ m}^3$, então, o $V_{\text{total/dia}}$ será de **$0,00908 \text{ m}^3$** .

Para a construção do biodigestor serão utilizados dois tambores de plástico de 200 litros cada. Segundo a ficha técnica do tambor 200L do fabricante de plástico Raft Embalagens as dimensões dos tambores são diâmetro de $597 \pm 10 \text{ mm}$ e altura e $888 \pm 10 \text{ mm}$. Tendo por base essas medidas e levando em consideração que o nosso reservatório possui um nível de 750 mm de altura por causa da posição de saída do encanamento que irá evacuar os dejetos poderemos calcular o volume do nosso reservatório que corresponde **$0,21 \text{ m}^3$** .

Como teremos dois tambores alocados com o mesmo volume teremos que multiplicar o volume do tambor por 2 para que tenhamos o volume total do nosso biodigestor e pra que cheguemos em um período de retenção conforme equação 5:

$$X \text{ dias} = (V_{\text{res}} \times 2) / V_{\text{total/dia}} \quad (5)$$

Onde **X dias** corresponde ao período de retenção (dias). Então teremos um V_{res} igual a $0,21 \text{ m}^3$ e um $V_{\text{total/dia}}$ de $0,00980 \text{ m}^3$ com um resultado de aproximadamente **46 dias** de retenção de dejetos dentro do biodigestor.

Com base nos cálculos podemos afirmar que nosso biodigestor terá um volume de reservatório de $0,42 \text{ m}^3$, possuindo um volume de dejetos + água de $0,00908 \text{ m}^3$ por dia e um período de retenção de 46 dias dos dejetos, ou seja, ele levará 46 dias para ter sua carga completa, sendo esse valor correspondente ao

ciclo interno que os dejetos permanecerão dentro do biodigestor para a decomposição anaeróbica.

4.3 CONSTRUÇÃO DO BIODIGESTOR

Primeiramente realizou-se um estudo de qual será o melhor layout para a instalação do biodigestor na propriedade. Contudo, levando-se em conta a facilidade para o manejo, e que na parte posterior do estábulo existe um área para alocação dos dejetos que pode ser usada com caixa de carga, ficou determinado que a instalação o biodigestor fosse realizado nesse local conforme Figura 14.

Dando prosseguimento a instalação, foi realizado o acoplamento dos canos de entra e saída de dejetos da câmara 1 e dos canos de ligação do gasômetro conforme Figura 15. Com a câmara 1 alocada foi executado sua carga com dejetos para que esta já possa entrar em funcionamento e iniciou-se o início da instalação da câmara 2.

Figura 14 – Instalação da câmara de fermentação 1



A câmara 2 foi posicionada próxima a câmara 1 para que os dejetos passem de uma para a outra sem terem muitos obstáculos para percorrer, pois quanto mais próximos um do outro maior será a facilidade de deslocamento.

Figura 15 – Câmara 1 instalada e início da instalação da 2



Com a câmara 2 instalada foi realizado a instalação interna dos tubos de carga e descarga desta, a ligação entre as duas câmaras e a ligação dos canos que sairão para o gasômetro, dos registros de abertura e fechamento e o gasômetro adaptado com uma câmara de pneu conforme Figura 16.

O gasômetro foi feito de uma câmara de pneu de carro para que seu custo não se torne elevado. Este foi montado com tubos PVC entrando em seu interior e sendo colados usando cola de cano.

Figura 16 – Gasômetro e câmaras instaladas

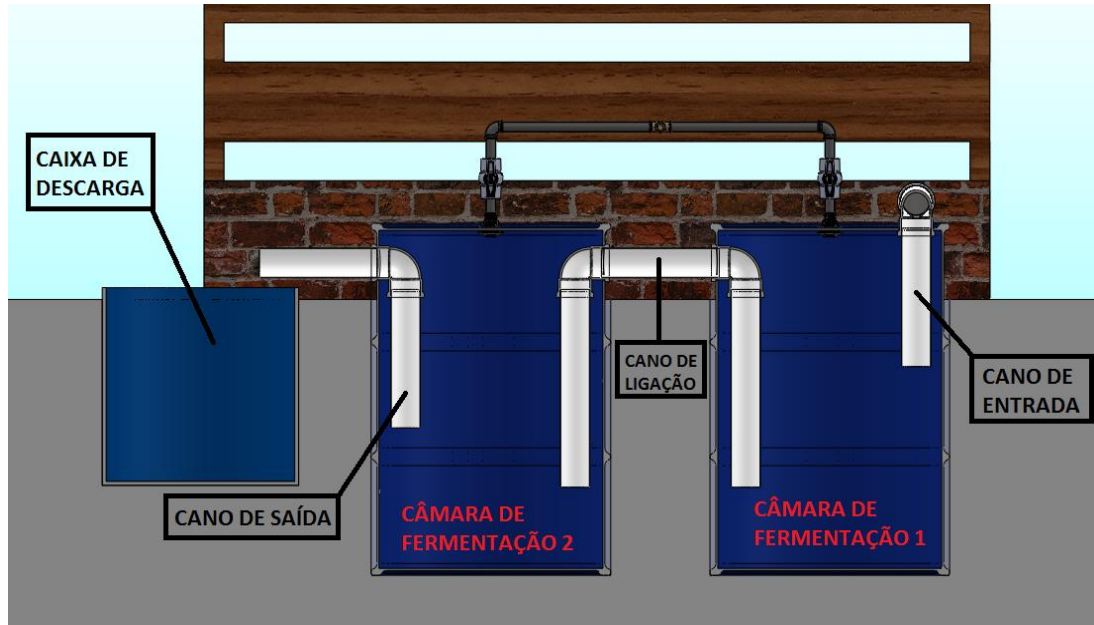


4.4 FUNCIONAMENTO DO BIODIGESTOR

O funcionamento do biodigestor é simples, pois, os dejetos devem passar pela sua parte interna a fim de serem decompostos pelas bactérias anaeróbicas. O primeiro passo é fazer com que os dejetos cheguem até a caixa de carga que está

localizada na parte posterior do estábulo onde, nesse local serão misturado os dejetos com a água na proporção de 1 pra 1, ou seja, o volume de água e de dejetos será o mesmo.

Figura 17 – Figura ilustrativa do funcionamento do biodigestor



Em seguida a mistura é levada pelo cano de entrada até a câmara 1. As câmaras são interligadas, porém o seu funcionamento pode ser independente, pois as duas trabalham separadamente e utilizam o mesmo gasômetro conforme Figura 17. Após a câmara 1 estar cheia ela irá encaminhar os dejetos para a câmara 2, que após o término do ciclo irá despejar os dejetos na caixa de descarga.

4.5 RESULTADO DAS ANÁLISES LABORATORIAIS DE ÁGUA

A água pode conter microrganismos que transmitem doenças para aos seres humanos, como os organismos do grupo de coliformes, que são constituídos pelo gênero *Escherichia*, juntamente com os gêneros *Enterobacter*, *Citrobacter* e *Klebsiella*. Nas amostras de água tem-se como resultado a contagem de coliformes que se pode diferenciar em dois grupos: os coliformes totais, utilizados para avaliar as condições higiênicas, limpeza e sanificação, e os coliformes termotolerantes que são indicadores de contaminação fecal (SIQUEIRA, 1995). A análise do poço

artesiano da comunidade de Lajeado Capoeira que está inserida no Anexo B e teve como resultado:

Coliformes Totais: >23 NMP / 100 mL (conforme Quadro 2).

Segundo o Anexo I da Portaria nº 2.914, de 12 de Dezembro de 2011, o padrão aceitável para este resultado é na saída do tratamento a ausência em 100 ml, e no sistema de distribuição (reservatórios e rede) pode apenas uma amostra, entre as amostras examinadas no mês, poderá apresentar resultado positivo para sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem menos de 20.000 habitantes e a ausência em 100 ml em 95% das amostras examinadas no mês para sistemas ou soluções alternativas coletivas que abastecem a partir de 20.000 habitantes.

Quadro 2 – Resultado análise poço artesiano

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	TÉCNICA	L.D.	Portaria 2914
Coliformes Totais	NMP/100 mL	> 23	Tubos Múltiplos	1,1	Ausência
Coliforme Termotolerantes	NMP/100 mL	3.6	Tubos Múltiplos	1,1	-

Fonte: Anexo B

Pelos resultados do Quadro 2 podemos perceber que a água do poço está com um padrão de contaminação muito elevado, o que a torna imprópria para consumo humano.

A análise coletada na foz do Rio Lajeado Capoeira está inserida no Anexo C e teve como resultado:

Coliformes termotolerantes: 7000 NMP / 100 mL (conforme Quadro 3).

Para a recreação em águas com contato primário deverão ser obedecidos os padrões de qualidade de balneabilidade, previstos na Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Esta por sua vez diz no Art. 2º que as águas doces destinadas à balneabilidade (recreação de contato primário) terão sua condição avaliada nas categorias própria e imprópria. O § 1º diz que as águas consideradas próprias poderão ser subdivididas nas seguintes categorias:

- a) Excelente: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no

máximo, 250 coliformes fecais (termotolerantes) ou 200 *Escherichia coli* ou 25 enterococos por 100 mililitros;

- b) Muito Boa: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo, 500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 400 *Escherichia coli* ou 50 enterococos por 100 mililitros;
- c) Satisfatória: quando em 80% ou mais de um conjunto de amostras obtidas em cada uma das cinco semanas anteriores, colhidas no mesmo local, houver, no máximo 1.000 coliformes fecais (termotolerantes) ou 800 *Escherichia coli* ou 100 enterococos por 100 mililitros.

Já o § 4º trás que as águas serão consideradas impróprias quando no trecho avaliado, for verificada uma das seguintes ocorrências:

- a) não atendimento aos critérios estabelecidos para as águas próprias;
- b) valor obtido na última amostragem for superior a 2500 coliformes fecais (termotolerantes) ou 2000 *Escherichia coli* ou 400 enterococos por 100 mililitros;
- c) incidência elevada ou anormal, na Região, de enfermidades transmissíveis por via hídrica, indicada pelas autoridades sanitárias;
- d) presença de resíduos ou despejos, sólidos ou líquidos, inclusive esgotos sanitários, óleos, graxas e outras substâncias, capazes de oferecer riscos à saúde ou tornar desagradável a recreação;
- e) pH < 6,0 ou pH > 9,0 (águas doces), à exceção das condições naturais;
- f) floração de algas ou outros organismos, até que se comprove que não oferecem riscos à saúde humana;
- g) outros fatores que contra-indiquem, temporária ou permanentemente, o exercício da recreação de contato primário.

Pode-se constatar com o que foi ilustrado que a água do rio é imprópria para a recreação por se poluída.

Quadro 3 – Resultado análise Rio Lajeado Capoeira

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	TÉCNICA	LD
Coliformes Totais	NMP/100 mL	22.000	Tubos Múltiplos	2
Coliforme Termotolerantes	NMP/100 mL	7.000	Tubos Múltiplos	2

Fonte: Anexo C.

4.6 ANÁLISE E RESULTADOS DO BIODIGESTOR

O biodigestor foi inicialmente ativado em 05 de outubro de 2014 sendo alimentado diariamente com dejetos de dois suínos mais a mesma quantidade de água correspondendo ao volume de dejetos que é $V_{total/dia} = 0,00908 \text{ m}^3$, que foi calculado anteriormente.

O dado coletado em relação ao biodigestor foi a quantidade de gás produzida diariamente. Para isso foi necessário uma balança de precisão para obter os dados referentes à massa.

Se considerarmos os dados da Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB, 1990) o valor da densidade do biogás é de $0,72 \text{ Kg/m}^3$, se comparado 1m^3 de biogás com 1m^3 de gás natural veicular (GNV).

Considera-se também que o nosso recipiente tem um peso inicial de 1,865 Kg. Partindo dessa medida estipulou-se a equação 6 tomando por base a Equação 03 já vista:

$$D = (m_{amostra} - m_{amostr anterior}) / V \quad (6)$$

Onde **D** é a densidade (Kg/m), **m_{amostra}** corresponde a massa coletada atualmente (Kg), **m_{amostr anterior}** é a massa que se obteve na medição passada (Kg) e **V** é o volume que se quer obter (m^3).

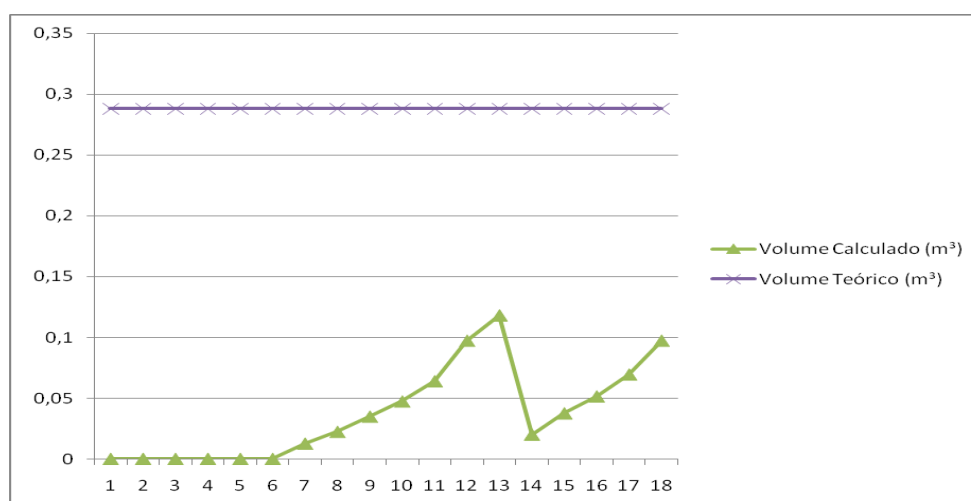
Para calcular o volume, foi inserida a Equação 08 no software excel, e utilizando as leituras das massas retiradas da amostragem foi gerado o Quadro 4 e o gráfico de rendimento representado pela Figura 18.

Quadros 4 – Dados da análise do biodigestor

Dias	Massa total diária (Kg)	Massa diária (kg)	Volume Calculado (m ³)	Volume Teórico (m ³)
05/10/2014	1,865	0	0	0,288
06/10/2014	1,865	0	0	0,288
07/10/2014	1,865	0	0	0,288
08/10/2014	1,865	0	0	0,288
09/10/2014	1,865	0	0	0,288
10/10/2014	1,865	0	0	0,288
11/10/2014	1,874	0,009	0,0125	0,288
12/10/2014	1,89	0,016	0,022222222	0,288
13/10/2014	1,915	0,025	0,034722222	0,288
14/10/2014	1,949	0,034	0,047222222	0,288
15/10/2014	1,995	0,046	0,063888889	0,288
16/10/2014	2,065	0,07	0,097222222	0,288
17/10/2014	2,15	0,085	0,118055556	0,288
18/10/2014	2,1644	0,0144	0,02	0,288
19/10/2014	2,1914	0,027	0,0375	0,288
20/10/2014	2,2284	0,037	0,051388889	0,288
21/10/2014	2,2784	0,05	0,069444444	0,288
22/10/2014	2,3484	0,07	0,097222222	0,288

No Quadro 4 foram recolhido os dados referente ao peso do gasômetro para medir a quantidade de gás produzida pelo biodigestor. A medição ocorreu dos dias 05/10/2014, dia em que foi feito a carga do biodigestor até o dia 22/10/2014 totalizando 18 dias.

Figura 18 – Dados gráficos de análise do biodigestor



Com os dados obtidos gerou-se um gráfico para acompanhamento do rendimento do biodigestor que é ilustrado na Figura 18. Analisando este gráfico de produção de biogás pode-se verificar que nos primeiros dias não teve produção, isso

se explica porque o processo de desenvolvimento das bactérias anaeróbicas demora até que estas estejam em quantidade adequada para efetuar a decomposição dos dejetos.

Observando o gráfico constatamos uma queda na produção e logo uma retomada que se inicia no 13º dia. Isso ocorre porque o biodigestor está com a caixa de carga exposta e no 12º e 13º dia ocorreram chuvas, onde devido a uma infiltração na instalação resultou em queda na produção.

Até o momento ele tem apresentado um resultado bom, pois está cumprindo a finalidade de evitar que o gás gerado pelos dejetos seja lançado diretamente no ar reduzindo assim a poluição causada pelo gás metano, presente no biogás, na atmosfera terrestre, sendo queimado conforme Figura 19.

Figura 19 – Biogás sendo queimado



O biodigestor se mostrou eficiente e de baixo custo, estando acessível para pequenos agricultores rurais que tenham o interesse de tratar os dejetos gerados em sua propriedade independentemente da natureza deles resultaria em uma grande diminuição da poluição se fosse adotado por pequenas propriedades que tenham produção de dejetos.

5 CONCLUSÕES

O trabalho apresentou uma proposta para pequenos produtores rurais tratarem os dejetos de sua propriedade com um sistema eficiente, que é o biodigestor, e com um baixo custo, usando recipientes descartáveis e tubulação de PVC. Nele foram coletados dados em relação à poluição da região de Lajeado Capoeira, Santa Rosa, RS, que os dejetos de animais causam em relação ao meio ambiente e feito um levantamento que constatou que nenhum produtor rural dessa região possui tratamento de dejetos.

Como objetivo principal possuía o propósito de dimensionamento de um biodigestor, levando em conta o baixo custo de investimento para sua instalação e de seus componentes, que foi evidenciado na instalação do biodigestor na pequena propriedade rural situada na região de estudo, que teve um custo de R\$ 261,40.

Outro objetivo era comprovar a poluição causada por dejetos no meio ambiente. Este foi alcançado, principalmente, com a análise de água da região que teve como resultado o poço artesiano condenado para consumo humano por apresentar coliformes totais em sua composição, sendo que o resultado teria que ser negativo para ser própria para o consumo, e a análise da água do Rio Lajeado Capoeira que teve como resultado 7.000 coliformes termotolerantes sendo que o máximo a ser tolerável apenas para a recreação seria de 2.500 coliformes.

O objetivo da verificação da eficiência do biodigestor mostrou-se também positivo, pois já nas primeiras semanas foi possível retirar gás metano dos dejetos, mesmo em pequena quantidade.

Se considerarmos uma pequena propriedade veremos que sozinha ela não agride de forma expressiva o meio ambiente, porém, se analisarmos uma grande quantidade de pequenas propriedades podemos constatar que esta poluição é expressiva para o ar, a água e o solo, e isso fica evidenciado na retirada de biogás dos dejetos que foram impedidos de serem jogados na atmosfera e principalmente a poluição dos recursos hídricos da região que possui um poço artesiano com 120 metros de profundidade com a água poluída. Da mesma maneira que um rio de aproximadamente 10 km de extensão apresenta um nível de poluição que impede até o banho recreativo em suas águas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXO I DA PORTARIA Nº 2.914, DE 12 DE DEZEMBRO DE 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.

AGOLINK. Disponível em: <http://www.agrolink.com.br/noticias/porkexpo-2014--ultimos-dias-para-garantir-o-desconto-nas-inscricoes_205624.html>. Acesso em: 15 Outubro 2014

ALVES, João Wagner Silva; **Diagnóstico técnico institucional da recuperação e uso energético do biogás gerado pela digestão anaeróbia de resíduos**. São Paulo, SP. Dissertação apresentada ao Programa Interunidades de Pós Graduação em Energia da Universidade de São Paulo (Escola Politécnica, Instituto de Física, Faculdade de Economia e Administração e Instituto de Eletrotécnica e Energia) para obtenção do título de Mestre em Energia. 2000.

ASAE. Manure Production and Characteristics. **American Society of Agricultural Engineers**, ASAE D384.1 FEB03.

A SUINOCULTURA NO BRASIL. Centra de Inteligência de Aves e Suínos, 2013. Disponível em: <http://www.cnpsa.embrapa.br/cias/index.php?option=com_content&view=article&id=5&Itemid=19>. Acesso em: 07 maio 2014.

BLEY Jr. Cícero. **Agro energia da biomassa residual: Perspectivas energéticas, socioeconômicas e ambientais**. 2º edição. Revista Itaipu Binacional/FAO. Foz do Iguaçu/Brasília 2009.

BEDUSCHI, L. C.; ORTOLANI A. F. & COAN, O. Considerações gerais sobre a estação da UNESP de biogás automotivo a baixa pressão, in II encontro sobre biogás automotivo - Coletânea dos trabalhos apresentados, EMBRATER, Serviço de extensão rural, EMBRATER/UNESP, Jaboticabal.1985

CETESB – COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL. **“Pesquisa sobre emissões de metano dos depósitos de lixo no Brasil”**. São Paulo, 1999.

DEGANUTTI, Roberto; PALHACI, Maria do Carmo Jampaulo Plácido; ROSSI, Marco et al. **Biodigestores rurais: modelo indiano, chinês e batelada**. In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 4., 2002, Campinas. Anais eletronicos... Disponível em:

<http://www.proceedings.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=MSC0000000022002000100031&lng=pt&nrm=abn>. Acesso em: 22 Jun. 2014.

DEUBLEIN, Dieter and STEINHAUSER, Angelika. **Biogas from Waste and Renewable Resources**. Wiley-VCH, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE TAMBORES DE METAL E PLÁSTICO E BALDE RAFT EMBALAGENS. Ficha técnica do tambor de plástico de tampa fixa. Disponível em: <<http://www.raftembalagens.com.br/ver-produto/6/tambor-plastico-br-tampa-fixa/#ancprod>>. Acesso em 01 Outubro 2014.

FAREET, Felix Alberto. **Aproveitamento de pequenas fontes de energia elétrica**. 2ª edição – revista e ampliada, Santa Maria: Editoraufsm, 2010.

FERRAZ, J.M.G. e MARRIEL, I.E. **Biogás; fonte alternativa de energia**. Sete Lagoas, EMBRAPA-CNPMS, 1980.

FERREIRA, Milena Fagundes Baptista; **Aspectos tributários dos créditos de carbono**. Rio de Janeiro, RJ. Monografia apresentada à Escola da Magistratura do Estado do Rio de Janeiro – EMERJ como requisito parcial a obtenção do grau de pós-graduação em Direito lato sensu. 2010.

FRANÇA Jr., Antonio Tavares de; **Análise do aproveitamento energético do biogás produzido numa estação de tratamento de esgoto**. Ilha Solteira, SP. Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Mecânica. 2008.

FRY, L. John; **Methane Digesters For Fuel Gas and Fertilizer**. Santa Barbara, Califórnia, 1973.

GAMA, Márcio Luiz da Silva; **Planejamento e gestão do tratamento de dejetos suínos no Distrito Federal: Aplicação de instrumentos de avaliação multicriterial**. Brasília, DF. Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Planejamento e gestão Ambiental. Universidade Católica de Brasília. 2003.

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme; **Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR**. Florianópolis, PR. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção da Universidade Federal de Santa Catarina, para a obtenção do Grau de Mestre em Engenharia de Produção. 2003.

LUCAS JR., J. **Geração e Utilização de Biogás em Unidades de Produção de Suínos**. Revista de Administração em empresas (RAE-eletrônica), 0Jul/Dez 2003.
MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 7ª edição, São Paulo: Editora Atlas S.A. , 2010.

MARTINELLI, Gyanni Amálie Martins de Oliveira Santos; **Protocolo de Kyoto e mercado de carbono**. Itajaí, SC. Monografia submetida a Universidade do Vale do

Itajaí – UNIVALI, como requisito parcial à obtenção do grau de Bacharel em Direito . 2008.

MIRANDA, Cláudio Rocha de; **Avaliação de estratégias para sustentabilidade da suinocultura.** Florianópolis, SC. Tese (Doutorado) apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. 2005.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victória de; **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia, SC. EMBRAPA-CNPSA, 1993. 188p.

PALHARES, Julio Cesar Pascale. **Licenciamento Ambiental na Suinocultura: os Casos Brasileiro e Mundial.** Local de publicação: Versão eletrônica; Embrapa Suínos e Aves, 2008. Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58228/1/doc123.pdf> >. Acesso em 06 Julho 2014.

RESOLUÇÃO N° 357, DE 17 DE MARÇO DE 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.

REZENDE, Bruna Baumgarten; **O mercado de créditos de carbono como incentivo a um modelo energético e climático sustentável.** Florianópolis, PR. Monografia submetida ao Departamento de Ciências Econômicas da Universidade Federal de Santa Catarina para obtenção do título de Bacharel em Ciências Econômicas. 2008.

SEGANFREDO, Milton Antonio. **Gestão Ambiental na Suinocultura.** Local de publicação: Brasília, DF; Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

SILVA, Cláudio Alexandre Batista Veloso e. **Limpeza e Purificação de Biogás.** Local de publicação: Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro, escola de ciências e tecnologia, departamento de engenharias. 2009.

SILVESTRE, Maria Elisabeth Duarte; **Água doce no Brasil: razões de uma nova política.** Fortaleza, CE. Programa regional de pós-graduação em desenvolvimento e meio ambiente - PRODEMA . Mestrado em desenvolvimento e meio ambiente. Universidade federal do Ceará. 2003.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos.** Rio de Janeiro, RJ. Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos – CTAA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, 1995.

SUZUKI, Ana Beatriz Prenzier; FERNANDES, Dangelma Maria; FARIA, Rui Alexandre Pereira; VIDAL, Thais Cristina Moraes. Revista Brasileira de Tecnologia Aplicada nas Ciências Agrárias, Guarapuava-PR, v.4, n.1, p.221–237, 2011.

ANEXO A

Legislação ambiental federal incidente na suinocultura

As legislações aqui relacionadas são produto de pesquisa aos sítios dos órgãos ambientais federais. Como o ato de legislar é dinâmico, sugere-se que estes sítios sejam sempre consultados a fim de se manter atualizado o conhecimento da legislação.

- Decreto n 24.643, de 10 de julho de 1934 - Código de Águas.
- Lei no 4.771, de 15 de setembro de 1965 - Código Florestal.
- Lei no 6.938/81 - Estabeleceu a finalidade e mecanismos de formulação e aplicação da Política Nacional do Meio Ambiente, constituiu o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e instituiu o Cadastro de Defesa Ambiental e o Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA).
- Lei n.º 7.347/85 Disciplina a ação civil pública de responsabilidade por danos causados ao meio ambiente, ao consumidor e dá outras providências.
- Resolução CONAMA no 001, de 23 de janeiro de 1986 – Estabelece diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental.
- Resolução CONAMA no 1/86 - Procedimentos relativos a EIA. 48 Licenciamento Ambiental na Suinocultura: os Casos Brasileiro e Mundial
- Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 - Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente.
- Lei no 9.433, de 08 de janeiro de 1997 - Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Portaria IBAMA n 113, de 25 de novembro de 1997 - Institui Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos Ambientais.
- Lei no 9.984, de 17 de julho de 2000 - Cria a Agência Nacional de Águas - ANA, para implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e coordenação do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos.
- Resolução CONAMA no 357, de 18 de junho de 2005 – Estabelece classificação das águas doces, salobras e salinas.

ANEXO B



UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias
Ministeriais n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM 00076/2011
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE

Nº 1340/14B

SOLICITANTE Lucas Roratto
ENDEREÇO Rua das Azaleias nº 185 - Santa Rosa/RS
TIPO DE ANÁLISE Microbiológica
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA Água de Poço Artesiano - Lajeado Capoeira Santa Rosa
NÚMERO DA AMOSTRA 1340
RESPONSÁVEL PELA COLETA Claudino Roratto
DATA E HORA DE COLETA 8/10/14 8:10
DATA E HORA DE RECEBIMENTO 8/10/14 13:45
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE 8/10/14 à 14/10/14
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO 14/10/14

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	TÉCNICA	L.D.	Portaria 2914
Coliformes Totais	NMP/100 mL	> 23	Tubos Múltiplos	1,1	Ausência
Coliforme Termotolerantes	NMP/100 mL	3.6	Tubos Múltiplos	1,1	-

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo responsável da coleta.

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

Valores de referência, Portaria 2.914, de 12 de dezembro de 2011, do Ministério da Saúde, publicada no D.O.U dia 14.12.2011.

N.D. Não Detectado, abaixo do limite de detecção do método - P.P Plaqueamento em Profundidade - LD Limite de detecção


 Alessandro Hermann
 CRQ 5ª Região Nº 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.

Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUI - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br FIDENE -
Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA

ANEXO C



UNIVERSIDADE REGIONAL DO NOROESTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL
Reconhecida pela Portaria Ministerial n.º 497 de 28/06/85 – D.O.U 01/07/85, Regionalizada pelas Portarias Ministeriais
n.º 1626 de 10/11/93 – D.O.U. 11/11/93 e n.º 818 de 27/05/94 – D.O.U. 30/05/94

Central Analítica

Registro CRQ 5ª Região 4.022 - Certificado de Cadastro FEPAM N° 00031/2014
DCVida - Departamento de Ciências da Vida

RELATÓRIO DE ANÁLISE

N° 1341/14B

SOLICITANTE Lucas Roratto
ENDEREÇO Rua das Azaléias n° 185 - Santa Rosa/RS
TIPO DE ANÁLISE Microbiológica
IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA Rio Lajeado Capocira Santa Rosa
NÚMERO DA AMOSTRA 1341
RESPONSÁVEL PELA COLETA Claudino Roratto
DATA E HORA DE COLETA 8/10/14 8:00
DATA E HORA DE RECEBIMENTO 8/10/14 13:45
PERÍODO DE REALIZAÇÃO DA ANÁLISE 8/10/14 à 14/10/14
DATA DE EMISSÃO DO RELATÓRIO 14/10/14

PARÂMETRO	UNIDADE	RESULTADO	TÉCNICA	LD
Coliformes Totais	NMP/100 mL	22.000	Tubos Múltiplos	2
Coliforme Termotolerantes	NMP/100 mL	7.000	Tubos Múltiplos	2

OBS.: A amostra foi coletada e enviada a Central Analítica pelo responsável da coleta.

Todas as técnicas analíticas estão baseadas no Standard Methods for Examination of Water and Wastewater, American Public Health Association, Washington, 2005.

Valores de referência, Resolução 357, de 17 de março de 2005, do Ministério do Meio Ambiente - Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA.

N.D. Não Detectado, abaixo do limite de detecção do método - P.P. Plaqueamento em Profundidade - LD Limite de detecção

Alessandro Hermann
CRQ 5ª Região N° 05101418

É proibida a reprodução total ou parcial deste documento, sem a autorização formal deste laboratório.
Este relatório é válido exclusivamente para a(s) amostra(s) analisada(s) descrita(s), nas condições especificadas, no momento da análise.

CAMPUS IJUÍ - Rua do Comércio, 3000 - Caixa Postal 560 CEP 98700-000 Fone:0xx (55) 3332 0442 E-mail: centralanalitica@unijui.edu.br FIDENE -
Fundação de Integração, Desenvolvimento e Educação do Noroeste do Estado - MANTENEDORA