

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ  
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
ESPECIALIZAÇÃO EM GESTÃO AMBIENTAL EM MUNICÍPIOS**

IVAN ROBERTO KAIBER

**A VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA  
PRODUÇÃO DE ENERGIA E BIOFERTILIZANTE ATRAVÉS DOS  
DEJETOS DE SUÍNOS EM UMA PROPRIEDADE RURAL DO  
MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA-SC.**

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

MEDIANEIRA

2014

IVAN ROBERTO KAIBER



**A VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA  
PRODUÇÃO DE ENERGIA E BIOFERTILIZANTE ATRAVÉS DOS  
DEJETOS DE SUÍNOS EM UMA PROPRIEDADE RURAL DO  
MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA-SC.**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista na Pós Graduação em Gestão Ambiental em Municípios - Polo UAB do Município de Concórdia, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR – Câmpus Medianeira.

Orientador: Prof. Dr Laercio Mantovani Frare

MEDIANEIRA

2014



---

## TERMO DE APROVAÇÃO

A VIABILIDADE DA IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA E BIOFERTILIZANTE ATRAVÉS DOS DEJETOS DE SUÍNOS EM UMA PROPRIEDADE RURAL DO MUNICÍPIO DE CONCÓRDIA-SC.

Por

**Ivan Roberto Kaiber**

Esta monografia foi apresentada às 9h:30min do dia **12 de abril de 2014** como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista no Curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios - **Polo de Concórdia**, Modalidade de Ensino a Distância, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Medianeira. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho: **Aprovado**

---

Prof. Dr. Laercio Mantovani Frare  
UTFPR – Câmpus Medianeira  
(orientador)

---

Prof. Dr. Augusto Vaghetti Luchese  
UTFPR – Câmpus Medianeira

---

Prof<sup>a</sup>. Dra. Fabiana Costa de Araujo Schütz  
UTFPR – Câmpus Medianeira

Dedico este trabalho aos meus pais Ilgo  
e Laudeti Kaiber, pelo exemplo de vida.  
A minha esposa Simone, minha filha Júlia,  
pelo incentivo, cooperação, compreensão,  
amizade e carinho recebido.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, pela fé e perseverança para vencer os obstáculos.

Aos meus pais, pela orientação, dedicação e incentivo nessa fase do curso de pós-graduação e durante toda minha vida.

Ao meu orientador professor Dr Laercio Mantovani Frare pelas orientações ao longo do desenvolvimento da pesquisa.

Agradeço aos professores do curso de Especialização em Gestão Ambiental em Municípios, professores da UTFPR, Câmpus Medianeira.

Agradeço aos tutores presenciais e a distância que nos auxiliaram no decorrer da pós-graduação.

Aos colegas de curso pelo companheirismo, amizade de todos os momentos.

Enfim, sou grato a todos que contribuíram de forma direta ou indireta para realização desta monografia.

A nossa maior glória não reside no fato de nunca cairmos, mas sim em levantarmo-nos sempre depois de cada queda. (Confúcio)

## RESUMO

KAIBER, Ivan Roberto, **A viabilidade da implantação de um biodigestor para produção de energia e biofertilizante através dos dejetos de suínos em uma propriedade rural do município de Concórdia-SC.** 2013. 39 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

A suinocultura é uma das principais fontes de renda de muitas famílias do meio rural, ela necessita de uso de técnicas em relação aos dejetos produzidos, uma vez que a criação de suínos acarreta uma grande produção de dejetos. O uso do biodigestor na propriedade rural para o controle integrado dos dejetos necessita de uma avaliação técnica de viabilidade ambiental e econômica. É preciso contabilizar, além dos custos de implantação, os ganhos ambientais com a não emissão de metano na atmosfera. Com a valorização dos ganhos ambientais o sistema poderá ser viável. Com o uso do biodigestor além da produção do biofertilizante pela fermentação dos dejetos, pode-se utilizar o biogás resultante do processo de fermentação como combustível em diversos processos. Com a utilização do biofertilizante como fonte de nutrientes para a adubação de culturas nas propriedades, estará diminuindo a utilização dos fertilizantes químicos industriais. Com a fermentação adequada dos dejetos através dos biodigestores estamos diminuindo o poder de poluição do dejetos dos suínos no nosso meio ambiente reduzindo os riscos ambientais da atividade no meio rural. O estudo realizado in loco na propriedade rural mostra a viabilidade técnica da instalação do biodigestor, para produção do biogás, embora a propriedade não possua a demanda necessária de todo o biogás produzido. Uma das principais conclusões é a necessidade de ampliar a utilização do biogás para viabilizá-la economicamente a instalação do biodigestor na propriedade.

**Palavras-chave:** Dejetos. Suinocultura. Biodigestor. Biofertilizante. Biogás.

## ABSTRACT

KAIBER, Ivan Roberto, **The feasibility to implantation a digester to produce energy and fertilizer through swine waste on a farm in the municipality of Concordia-SC.** 2014. 39 f. Monografia (Especialização em Gestão Ambiental em Municípios). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Medianeira, 2014.

The Swine production is one of the principal source of income for many rural families, it requires the use of techniques in relation to the wastes produced, because the production of pigs causes a large production of waste. For the biodigester's uses on the farm from the integrated control of waste is necessary to do a technical analysis of viability, and also to do a analysis of technical, environmental and economic factors. Is necessary to do besides the costs of the implantation, the environmental gains with no emission of methane into the atmosphere, with the accounting system of environmental gains may be feasible. With biodigester's uses besides the production of biofertilizer by the fermentation of waste, we can use the biogas resulting from the fermentation process as fuel in various processes. With the use of biofertilizer as a nutrient source for fertilizing crops in properties will be decreasing the use of industrial chemical fertilizers. With proper fermentation of manure through the biodigester we are minimizing the swine manure's power pollution in our environment by reducing the environmental risks of the activity in rural areas. The study carried out in situ on the farm shows the technical feasibility of the digester facility for production of biogas, although the property does not have the necessary demand for all biogas produced. One of the main conclusions is the need to expand the use of biogas to make it viable economically installing the biodigester in the property.

**Keywords:** Manure, swine production, biodigester, biofertilizer, biogas.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Modelo de Funcionamento de um Biodigestor.....	19
Figura 2 – Propriedade Rural com Biodigestor.....	20
Figura 3 – Propriedade do Sr Ilgo Kaiber.....	25
Figura 4 – Vista da Área da Propriedade do Senhor Ilgo Kaiber.....	27

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Comparação do Biogás com Outras Fontes de Energia .....	20
Tabela 2 – Produção de Biogás de Diferentes Resíduos Orgânicos.....	21
Tabela 3 – Composição Qualitativa e Quantitativa do Biogás.....	22
Tabela 4 – Conteúdo Médio de Nutrientes (NPK) dos Dejetos de Suínos, de Acordo com o Teor de Sólidos:.....	23
Tabela 5 – Concentração Média de Nutrientes e Teor de Matéria Seca de Alguns Materiais Orgânicos.....	23
Tabela 6 – Custo de Implantação de um Biodigestor na Propriedade Rural com Capacidade de 288m <sup>3</sup> .....	30
Tabela 7 – Receita da Implantação do Biodigestor.....	33
Tabela 8 – Taxa Interna de Retorno.....	34

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	<b>11</b>
<b>2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>14</b>
2.1 GEOLOGIA REGIONAL.....	14
2.2 HIDROLOGIA REGIONAL.....	14
2.3 CAPACIDADE DE POLUIÇÃO DO DEJETO SUÍNO.....	15
2.4 POLUIÇÃO E VETORES.....	17
2.5 O USO DO BIODIGESTOR.....	18
2.6 UTILIZAÇÕES DO DEJETO SUÍNO COMO ADUBAÇÃO ORGÂNICA.....	22
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA</b> .....	<b>25</b>
3.1 LOCAL DA PESQUISA.....	25
3.2 TIPO DE PESQUISA.....	25
3.3 COLETA DE DADOS.....	26
<b>4 CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>27</b>
4.1 CARACTERIZAÇÕES DA PROPRIEDADE.....	27
4.2 APLICAÇÕES DO DEJETO.....	28
4.3 CARACTERIZAÇÕES DO DEJETO SUÍNO.....	28
4.4 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR.....	29
4.5 O USO DO DEJETO COM NUTRIENTE PARA A LAVOURA.....	32
4.6 RETORNO ECONÔMICO DA INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR.....	33
<b>5 CONCLUSÕES</b> .....	<b>35</b>
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>37</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma das bases da economia dos municípios do oeste de Santa Catarina e não é diferente no município de Concórdia e da propriedade agrícola estudada. Com a implantação de sistemas intensivos de criação de suínos, originou grandes quantidades de dejetos em pequenas áreas de terra.

A poluição provocada pelo manejo inadequado dos dejetos suínos cresce em importância a cada dia, quer seja por uma maior consciência ambiental dos produtores, quer seja pelo aumento das exigências dos órgãos fiscalizadores e da sociedade em geral. Essa combinação de fatores tem provocado grande demanda junto aos técnicos no sentido de viabilizar soluções tecnológicas adequadas ao manejo e disposição dos dejetos de suínos, que sejam, ao mesmo tempo, compatíveis com as condições econômicas dos produtores, atendam as exigências legais e que possam ser de fácil operacionalização.

Mas a criação de suínos tem apresentado vários problemas para o meio ambiente, como a contaminação do solo, rios, lençol freático e também para o aquecimento global devido à emissão do metano.

Convém ressaltar que os suínos produzem um grande volume de dejetos por dia, são em média de 7 litros diários desde fezes, urina e água e com a concentração da suinocultura o volume em cada propriedade é grande.

É preciso evitar que uma massa tão grande de dejetos continue a ser lançada nos mananciais d'água destas regiões, pois comprometem a qualidade de vida das populações rurais e urbanas do país e a sobrevivência da fauna e da flora das regiões vizinhas a tais mananciais.

Em muitos casos o lençol freático esta contaminada com coliformes e até com nitratos provenientes da incorreta forma de aplicação dos dejetos, com isso existe a preocupação com a suinocultura devida ela ser a principal fonte de renda no meio rural e de trabalho nos frigoríficos que fazem o processamento das carnes. Somente com um manejo adequado dos dejetos produzidos, disponibilizado técnicas adequadas de manejo e o aproveitamento dos dejetos como fonte de nutrientes e energia. A saída não está na diminuição da criação de suínos, mas sim no uso de tecnologias que possam minimizar os impactos por ela produzidos.

Um dos meios é o uso do biodigestor que é uma pratica bastante antiga,

mas pouco utilizada. Com o uso do biodigestor ocorrerá a coleta do metano, com isso evitará a emissão do gás para a atmosfera e, conseqüentemente, o agravamento do efeito estufa. Pode-se utilizar o metano, também na produção de energia para a manutenção da propriedade.

Os biodigestores além da geração de energia através do biogás, resultante da fermentação anaeróbica dos dejetos, gera o biofertilizante que contém vários macros e micronutrientes que são fundamentais para a nutrição de várias culturas. Com o uso do biofertilizante nas lavouras de propriedades, pode-se reduzir a utilização de fertilizantes químicos com a diminuição dos custos de produção das outras atividades.

O uso dos dejetos como fonte de nutrientes para as atividades agrícolas tem sido a principal alternativa para a disposição dos dejetos, mas sempre se devem lembrar as quantidades de dejetos utilizadas com adubação para não contaminar o solo e o ambiente.

Desta forma estes equipamentos proporcionam aliar a geração de energia, nutrientes com o saneamento ambiental da propriedade, reduzindo no máximo os impactos ambientais gerados pela atividade suinícola, aproximando-se ainda mais com o conceito de sustentabilidade.

Para que isso possa acontecer deverá ter o envolvimento de toda a sociedade desde o início da cadeia produtiva até o próprio consumidor final, principalmente das empresas integradoras, pois são elas que controlam a cadeia produtiva e que ficam com a maior lucratividade da atividade.

Os dejetos de suínos, usados nos biodigestores quando submetidos à digestão anaeróbica, perdem, exclusivamente, carbono na forma de metano ( $\text{CH}_4$ ) e gás carbônico ( $\text{CO}_2$ ) na forma de gases, com isso existe a diminuindo a relação carbono/nitrogênio (C/N) da matéria orgânica, o que resulta em um resíduo final mais apropriado para uso como adubo orgânico, em função da mineralização do nitrogênio e da solubilização parcial de alguns nutrientes. Com o uso dos dejetos de suínos, na forma de biofertilizante, na propriedade adequadamente pode possibilitar o desenvolvimento sustentável e integrado entre a atividade suinícola com a lavoura (milho e pastagem) correspondem a uma somatória de alternativas produtivas que diversifiquem as fontes de renda, promovendo maior estabilidade ambiental, econômica e social. Como o processo de fermentação anaeróbica existe a formação de um gás chamado de biogás que pode ser utilizado em uma propriedade rural

como fonte de energia, para inúmeras finalidades desde a utilização doméstica, uso em motores e até na transformação em energia elétrica por meio de geradores de energias movidos a biogás.

O objetivo geral deste trabalho é avaliar a viabilidade de implantação de um biodigestor em uma propriedade rural criadora de suínos. Sendo os objetivos específicos: analisar o volume de dejetos produzidos na propriedade, verificar a viabilidade dos dejetos como fonte de nutrientes e verificar a viabilidade de instalação de um biodigestor com fonte de energia.

## 2 DESENVOLVIMENTO DA PESQUISA BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 GEOLOGIA REGIONAL

Conforme Schobbenhaus et al.1984, o Estado de Santa Catarina é dividido entre o Embasamento, que é encontrado em todo o planalto litorâneo do estado e a bacia Sedimentar do Paraná que compre o restante do estado. O embasamento ou também conhecido como escudo é formado por rochas metamórficas e magmáticas mais antigas que 570 milhões de anos e recobertas pelas rochas vulcânicas e sedimentares que constituem a bacia do Paraná. Sendo que esta cobertura foi erodida, devido ao surgimento da crosta continental, exposto todo o embasamento.

A Bacia do Paraná esta situada no centro-leste da América do Sul, que abrange uma área total de 1.600.000 km<sup>2</sup>, sendo que no território brasileiro estão aproximadamente 1.000.000km<sup>2</sup>. Os estados que fazem parte da Bacia do Paraná são: Santa Catarina, Rio grande do Sul (região norte, central e ocidental) Paraná e São Paulo. Também é incluída nesta bacia parte sudoeste de Minas Gerais, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul e o sul de Goiás de acordo com Zalán et al (1987).

Conforme Leite (2009) a Bacia do Paraná é considerada uma típica bacia intracratônica, com característica de uma depressão topográfica, que a milhares de anos foi alvo de incursões marinhas e que recebeu sedimentação provinda de áreas mais elevadas.

### 2.2 HIDROLOGIA REGIONAL

Santa Catarina possui uma boa distribuição de chuvas:

A diversidade de ambientes geológicos, aliado as condições climáticas, deficiências hídricas nulas, e bons índices de excedentes hídricos conferem a Santa Catarina um excelente potencial hídrico subterrâneo, com ocorrência de águas minerais de ótima qualidade distribuídas nas mais diversas regiões. Inserida na Província Hidrogeológica Basáltica e Gondwânica Mesozóica, esta classificação leva em consideração as características geológicas, morfológicas e climáticas, uma vez que a

ocorrência e o comportamento das águas subterrâneas são em parte reflexo delas. Esta província possui pelas suas características litológicas um meio hidrogeológico heterogêneo ou anisotrópico. (HAUSMAN, apud LEITE, 2009, pág. 51).

De acordo com Leite (2009) no Oeste Catarinense existe praticamente dois reservatórios subterrâneos de água, o Aquífero Guarani ou Botucatu e o Aquífero da Serra Geral. O Aquífero Guarani é um imenso reservatório de água subterrâneo, com área aproximada de 1,2 milhões de km<sup>2</sup>, com capacidade de armazenar 46 milhões de metros cúbicos que abrange vários países da América do Sul. Considerado como o maior depósito de água doce da América Latina, sendo que sua profundidade varia de 360 a 1267 metros.

De acordo com Leite (2009) o Aquífero da Serra Geral é o mais explorado em Santa Catarina, uma vez que a captação desta água é de baixo custo comparado ao Aquífero Guarani, resultante da baixa profundidade para a sua captação. A recarga ocorre através das chuvas, principalmente em locais com cobertura vegetal, topografia pouco acidentada. Esta água é usada para o consumo humano, de animais e da indústria.

Pela redução da quantidade e qualidade das águas superficiais, teve início uma procura maior pelas águas subterrâneas para o consumo humana, animal e pelas indústrias. Alguns poços estão sendo perfurados sem o uso dos critérios técnicos adequados, que pode comprometer toda a água subterrânea (SANTA CATARINA, 2002).

### 2.3 CAPACIDADE DE POLUIÇÃO DO DEJETO SUINO

Segundo Oliveira (1993) cada suíno produz em média de 7 litros de dejetos, desde dejetos sólidos, urina e água, variando conforme a idade dos animais, o manejo realizado com os bebedouros, na higienização das instalações e também da existência de cobertura sobre as esterqueiras.

Os dejetos suínos são constituídos por fezes, urina, água desperdiçada pelos bebedouros e de higienização, resíduos de ração, pêlos, poeiras e outros materiais decorrentes do processo criatório (KONZEN, 1993). O esterco, por sua vez, é constituído pelas fezes dos animais que, normalmente, se apresentam na

forma pastosa ou sólida.

A capacidade poluente dos dejetos suínos, em termos comparativos, é muito superior a de outras espécies. Utilizando-se o conceito de equivalente populacional um suíno, em média, equivale a 3,5 pessoas. (LINDNER, 1999).

A causa principal da poluição é o lançamento direto do esterco de suínos sem o devido tratamento nos cursos de água, que acarreta desequilíbrios ecológicos e poluição em função da redução do teor de oxigênio dissolvido na água, disseminação de patógenos e contaminação das águas potáveis com amônia, nitratos e outros elementos tóxicos segundo a EPAGRI (1995)

Segundo Diesel et al. (2002) a legislação de proteção do ambiente é muito mais rígida com relação aos dejetos produzidos pelas criações, devido à dificuldade de distribuição dos mesmos. A partir de 1991 começaram no Brasil o cumprimento da legislação ambiental através do Ministério Público, com a aplicação de sanções desde advertências, multas e até mesmo o fechamento de granjas.

Os principais danos causados ao meio ambiente são entre muitos, a contaminação do lençol freático. Estima-se que perto de 85 % das fontes de água na região Oeste de Santa Catarina estão contaminados com coliformes fecais (levantamento realizado pela ACARESC, 1989) sendo que hoje a contaminação é maior. Também existe a contaminação por salmonelose e leptospirose (segundo OLIVEIRA et al, apud GOSMANN, 1997). Além disso, o manejo ineficiente dos dejetos tem trazido muitas consequências indesejáveis: a concentração de amônia, mau cheiro, o nitrato nas águas subterrâneas, o elevado potencial de eutrofização dos corpos hídricos e a exasperação de aspectos sanitários (BAUSFORDERUNG, LANDWIRTSCHAFT, HANNOVEL, 1993 apud GOSMANN, 1997) e a proliferação de moscas (PEDROSO 1993).

Os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são matéria orgânica, nutrientes, bactérias fecais e sedimentos. Nitratos e bactérias são os componentes que afetam a qualidade da água subterrânea (DIESEL et al., 2002).

A produção de suínos acarreta, também, outro tipo de poluição que é aquela associada ao problema do odor desagradável dos dejetos. Isto ocorre devido à evaporação dos compostos voláteis, que causam efeitos prejudiciais ao bem estar humano e animal. Os contaminantes do ar mais comuns nos dejetos são: amônia, metano, ácidos graxos voláteis, H<sub>2</sub>S, N<sub>2</sub>O, etanol, propanol, dimetil sulfidro e carbono

sulfídrico. A emissão de gases pode causar graves prejuízos nas vias respiratórias do homem e animais, bem como, a formação de chuva ácida através de descargas de amônia na atmosfera, além de contribuir para o aquecimento global da terra (PERDOMO, 1999; LUCAS et al., 1999).

Segundo Scherer, 2002 a aplicação de dejetos no solo, segundo pesquisas, pode inicialmente até acusar um pequeno aumento do pH do solo e reduzir temporariamente os efeitos nocivos do alumínio trocável. Mas, em geral os efeitos do pH do solo são mínimos, principalmente em se tratando de solos altamente tamponados como os da região oeste de Santa Catarina.

## 2.4 POLUIÇÃO E VETORES

Foi realizado um levantamento da real situação da região em relação à questão de saúde, levando em conta alguns indicadores: exame bacteriológico da água e exames parasitológicos. Onde que em um universo de 236 análises de água, foi constatado que mais de 91 % das amostras possuíam a presença de coliformes fecais e totais. Isso demonstra que a água consumida no meio rural é incompatível com a proteção à saúde. E dos 129 exames parasitológicos realizados em estudantes, 61 % apresentavam verminose e algumas com mais de três tipos de vermes. (MPB/SANEAMENTO 2008).

Isso demonstra que a situação vem se agravando nos últimos anos:

Talvez o caso mais gritante de contaminação das águas no Brasil seja o verificado no Sul, por conta da suinocultura. Os problemas ambientais provocados pelo despejo nos rios de dejetos suínos não são uma decorrência direta do aumento do rebanho e sim de sua concentração e dos métodos de criação atuais. Entre 1985 e 1998, técnicos de Santa Catarina realizaram 18.000 exames bacteriológicos da água de consumo de famílias rurais, abrangendo todo o estado e os resultados foram impressionantes: de cada dez amostras examinadas, oito, em média, apresentaram contaminação bacteriológica (BEZERA;VEIGA, 2000, p.19)

A portaria Intersetorial nº. 01/92 de 27/10/1992 define o potencial de poluição da atividade suinícola como grande em relação à água; pequena em relação ao ar e também pequena em relação ao solo, mas em geral o potencial de degradação da suinocultura é considerado grande (MIRANDA, 2005).

Em relação aos vetores temos em destaque as moscas e os borrachudos e, em bem menor escala, os roedores. O agravamento do problema do borrachudo é decorrente do desequilíbrio causado pelo dejetos suíno que é lançado diretamente e indiretamente nos cursos de água, matando os peixes, que são seus predadores naturais. Conforme Brasil (2006), a ocorrência dos borrachudos é considerada de média a alta, nas propriedades rurais e os locais com maior incidência é próximo de rios, nas lavouras e arredores de casa.

### 3.5 O USO DO BIODIGESTOR

Conforme FAO apud Zago (2003), na China devido à escassez de energia nas propriedades rurais e os altos custos dos fertilizantes fez com que o país por volta de 1930, iniciasse o estudo e o desenvolvimento da tecnologia dos biodigestores na província de Shangai. Sendo que no ano de 1973 fosse criado na província de Sichuan um centro de difusão do uso do biogás e, a partir de 1982, este centro foi transformado em instituto de pesquisa. Com isso os modelos de biodigestores chinês são confiáveis, é facilmente construída, estrutura confiável e de baixo custo.

O papel do biodigestor no processo da digestão anaeróbia consiste na transformação de compostos orgânicos complexos em substâncias mais simples, como metano e dióxido de carbono, através da ação combinada de diferentes microorganismos que atuam na ausência de oxigênio. O biodigestor pode ser construído de pedra ou tijolo e a campânula de ferro, fibra de vidro ou PVC. (ZAGO, 2003).

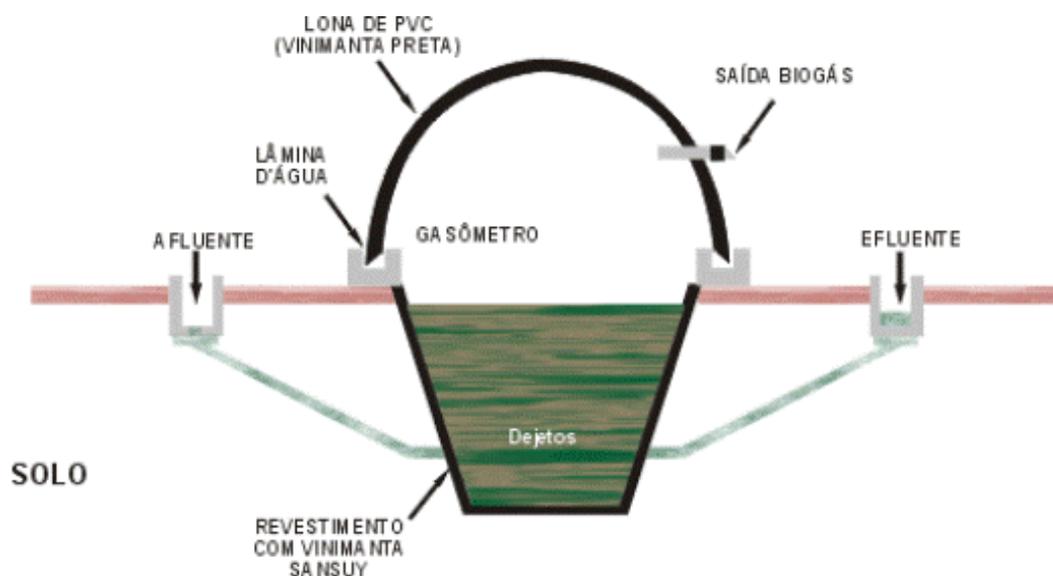
Outro conceito de biodigestor é:

O biodigestor é o equipamento que proporciona um meio anaeróbio, por meio do qual as bactérias metanogênicas transformam a matéria orgânica presente nos dejetos. Dois elementos da maior importância são produzidos pelo processamento dessa biomassa: o biogás, composto principalmente de gás metano e dióxido de carbono, e, em percentuais menores, de outros resíduos gasosos; o biofertilizante, que além de servir como nutriente para as plantas, é um importante agente condicionador de solos (CHRISTMAN apud MIRANDA pág.180, 2005)

A princípio, a utilização dos biodigestores não acaba com o problema da

produção dejetos dos suínos, mas auxilia no tratamento do mesmo (DIESEL et al. 2002).

Existem dois tipos principais de biodigestores, o de batelada e o contínuo (Figura 1). No Brasil, o modelo contínuo (indiano) foi o mais difundido pela sua simplicidade e funcionalidade. (DIESEL et al. 2002)



**Figura 1: Modelo de Funcionamento de um Biodigestor.**

**Fonte: Uso do PVC em Biodigestor e Armazenamento de Biogás, 2002.**

Segundo Zago (2002) os dejetos de suínos possuem um bom potencial energético em termos de produção de biogás, tendo em vista, que mais de 70% dos sólidos totais são constituídos pelos sólidos voláteis, que são o substrato dos microrganismos produtores de biogás. O biogás liberado pela atividade de fermentação anaeróbia do dejetos tem elevado poder energético e a sua composição varia de acordo com a biomassa. Na Tabela 1 observa-se a comparação do potencial calorífico do biogás em relação a outras fontes de energia.

**Tabela 1 - Comparação do Biogás com Outras Fontes de Energia**

<b>COMBUSTÍVEL</b>	<b>VALOR CALÓRICO (J.cm<sup>-3</sup>)</b>	<b>VALOR CALÓRICO (Kcal.m<sup>-3</sup>)</b>
Biogás (65-70%, CH <sub>4</sub> )	21,50 -27,70	5.155 – 6.622
Metano	33,20 – 39,60	7.931 – 9.460
Gás carvão	16,70 – 18,50	3.990 – 4.420
Gás Natural	38,90 – 81,40	9.293 – 9.446
Propano	81,40 - 96,20	19.446 – 22.982
Butano	107,30 – 125,80	24.561 – 30.054

Fonte: OTSUBO, 2002.

No meio rural o biogás pode atender quase que totalmente às necessidades energéticas básicas, tais como: cozimento, iluminação e geração de energia elétrica para diversos fins (OTSUBO, 2002).

O tamanho do biodigestor (Figura 2) deve estar de acordo com as necessidades energéticas da propriedade e conforme o número de animais alojados em uma propriedade rural, com a capacidade de consumo do biogás produzido. (EMBRAPA, 2003).



**Figura 2: Propriedade Rural com Biodigestor.**

Segundo Massoti (2002) devido à fermentação ser anaeróbica, ocorre a potencial redução do poder de contaminação dos dejetos, bem como o potencial de contaminação infecto contagiosa. Ocorre também a estabilização do dejetos, com isso a diminuição da relação C/N, aumento do teor de fósforo disponível bem como os macros e micros nutrientes, o pH é de 6,5 a 7,5. Além disso, existe a possibilidade de utilização do biogás, a ausência de cheiro desagradável, não atraindo moscas e possibilita a aplicação diretamente nas culturas desejadas. Na Tabela 2 é apresentado o potencial teórico de produção de biogás a partir do resíduo que será tratado.

**Tabela 2 – Produção de Biogás de Diferentes Resíduos Orgânicos**

Animal (peso vivo)	kg Esterco/animal/ dia	m <sup>3</sup> Biogás/kg esterco	m <sup>3</sup> Biogás/kgSV	m <sup>3</sup> Biogás/animal/dia
Bovino (500 kg)	10 – 15	0,038	0,094 - 0,31	2,00
Suíno (90 kg)	2,30 - 2,80	0,079	0,37 - 0,50	0,24
Aves (2,5 kg)	0,12 - 0,18	0,050	0,31 - 0,62	0,014

Fonte: OTSUBO 2002

No processo de fermentação do dejetos gera-se o biofertilizante que é o efluente resultante da fermentação anaeróbia da matéria orgânica, na ausência de oxigênio, por um determinado período de tempo. Pode ser utilizado como adubo do solo tanto puro quanto na formação de compostagem. (MASSOTI 2002).

O biogás produzido no biodigestor é o resultado da fermentação anaeróbia de dejetos de animais, de resíduos de vegetais e de lixo industrial ou residencial. Em condições adequadas de umidade e temperatura sua decomposição qualitativa e quantitativa pode ser analisada conforme a Tabela 3.

Mas o biogás tem que ser mais bem estudado devido:

A presença de vapor d'água, CO<sub>2</sub> e gases corrosivos no biogás *in natura*, constitui-se o principal problema na viabilização de seu armazenamento e na produção de energia. Equipamentos mais sofisticados, a exemplo de motores à combustão, geradores, bombas e compressores têm vida útil extremamente reduzida. A remoção de água, H<sub>2</sub>S e outros elementos através de filtros e dispositivos de resfriamento, condensação e lavagem é

imprescindível para a viabilidade de uso a longo prazo. O esforço desenvolvido pela indústria brasileira na adaptação e desenvolvimento de equipamentos para o uso do biogás é ainda muito pequeno sendo preciso avançar nesta questão, colocando a disposição dos produtores serviços, materiais e equipamentos mais adequados e confiáveis. (Kunz et al. pág. 2

**Tabela 3 - Composição Qualitativa e Quantitativa do Biogás**

<b>Gás</b>	<b>Porcentagem</b>
Metano	55 a 66%
Dióxido de carbono	35 a 45%
Nitrogênio	0 a 3%
Hidrogênio	0 a 1%
Oxigênio	0 a 1%
Gás Sulfídrico	0 a 1%

**Fonte: Lenz apud ZAGO 2003**

### 3.6 UTILIZAÇÕES DO DEJETO SUÍNO COMO ADUBAÇÃO ORGÂNICA

Após os dejetos passarem pelo biodigestor, ou outro processo de fermentação, será considerado um biofertilizante com uma composição química com nutrientes que podem ser utilizados como fertilizante de culturas e pastagem.

A maior parte dos criatórios suinícola produz dejetos líquidos com sólidos que variam de 1,7% a 3,0%. Os dejetos coletados em sistemas de lâminas de água e canaletas variam em conteúdo sólido de 1,7% a 2,6% e os da criação sobre cama chegam a atingir a 78,5%. Outros processos criatórios e métodos de coleta líquida produzem dejetos que atingem de 3 a 4,5 % de sólidos. De acordo com a concentração de sólidos, os mesmos apresentam umas composições aproximadas, ilustradas na Tabela 4.

As concentrações poderão variar, dependendo da diluição causada pelo uso de maior ou menor quantidade de água no sistema de higienização e desperdiçada nos bebedouros. Com base nestes teores de material sólido, pode-se verificar que as quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio variam de 3,0 a 9,0 kg (EMBRAPA, 2009). Na Tabela 5 podem ser observados os valores de concentração média de

nutrientes e teor de matéria seca de alguns materiais orgânicos.

**Tabela 4 - Conteúdo Médio de Nutrientes (NPK) dos Dejetos de Suínos, de Acordo com o Teor de Sólidos:**

<u>Nutrientes</u>	<u>kg m<sup>-3</sup> ou kg t<sup>-1</sup> de dejetos</u>						
	Sólidos	0,72%	1,63%	2,09%	2,54%	3,46%	4,37%
Nitrogênio		1,29	1,91	2,21	2,52	3,13	3,75
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>		0,83	1,45	1,75	2,06	2,68	3,29
K <sub>2</sub> O		0,88	1,13	1,25	1,38	1,63	1,88
NPK		3,00	4,49	5,21	5,96	7,44	8,92

**Fonte: Fertilização de Lavoura e Pastagem com Dejetos Suínos, V Seminário Técnico da Cultura de Milho – Videira, SC – agosto/2003.**

Conforme Konzer (1997) o uso dos dejetos de suínos em uma propriedade rural, possibilita o desenvolvimento sustentável e integrado entre pecuária e a produção de grãos e correspondem a um somatório de alternativas produtivas que diversifiquem as fontes de renda, promovendo maior estabilidade econômica e social mantendo a população no meio rural.

**Tabela 5 - Concentração Média de Nutrientes e Teor de Matéria Seca de Alguns Materiais Orgânicos.**

<b>MATERIAL ORGÂNICO</b>	C - org	N <sup>2</sup>	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	Mg	Matéria seca
Cama de frango (7-8 lotes)	25	3,80	4,0	3,30	4,50	1,0	75
Esterco sólido de suíno	20	2,10	2,80	2,90	2,80	0,80	20
Esterco sólido de bovino	30	1,50	1,40	1,50	0,80	0,50	20
Esterco líquido de suíno	9	2,80	2,40	1,50	2,00	0,80	3
Esterco líquido de bovino	13	1,40	0,80	1,40	1,20	0,40	4

**Fonte: Manual de Adubação e de Calagem, 2004.**

O tipo de bebedouro influencia no volume de dejetos produzido, pois em alguns modelos existe um grande desperdício de água (ZAGO, 2003), com consequência haverá do dejetos produzido na propriedade rural e o aumento do custo

de transporte do dejetos para a lavoura.

Mas existe uma quantidade máxima de dejetos que pode ser aplicado em uma mesma área por ano, para não ocorrer à contaminação do ambiente. Para isso é necessário uma análise do solo para fazer a interpretação do volume correto a ser aplicado para que não ocorra a contaminação do solo e das águas (EPAGRI, 1995).

A utilização de dejetos como fertilizante deve seguir a recomendação da Comissão de Fertilizante do Solo RS/SC, do Manual de Adubação e Calagem para a região sul, através da necessidade de N (Nitrogênio), P (Fósforo), K (Potássio) nas culturas a serem desenvolvidas (CHIOCCHETTA et al, 2002).

O nitrogênio, por ser um elemento mais móvel no solo e de sofrer muitas transformações por parte de microrganismo, deve-se dar mais atenção, quando utilizado em forma de dejetos em adubações de culturas. Quando utilizado de forma incorreta, grande quantidade do nitrogênio pode parar nas águas de drenagem e constituir em um foco de poluição ambiental, também são fontes de nitrogênio os adubos minerais. O fósforo e o potássio são menos móveis no solo que o nitrogênio, com isso menos sujeitos as perdas, sendo que ficam acumulados nas camadas superficiais do solo. Por isso, não constituem em maiores fontes de contaminação dos mananciais de água. Lembrando também que os micronutrientes como o zinco e cobre presentes em menor quantidade que os macronutrientes, também acumulam nas camadas superficiais do solo. (EMBRAPA, 2002).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA

#### 3.1 LOCAL DA PESQUISA

A pesquisa relacionada a este estudo foi realizada na propriedade rural do Senhor Ilgo Kaiber (Figura 3), localizada na comunidade de Linha Lajeano, Município de Concórdia, Estado de Santa Catarina. A propriedade rural contava com uma criação de 450 suínos com uma considerável produção de dejetos, além de desenvolver outras atividades agrícolas.

**Figura 3 Propriedade do Sr Ilgo Kaiber**



**Fonte: Modificado de Google Earth**

Esta pesquisa pode ser classificada como pesquisa aplicada, tem como objetivo de gerar novos conhecimentos para a aplicação de soluções de problemas específicos. A abordagem da pesquisa será quantitativa devido à necessidade de desenvolver as variáveis envolvidas.

Os procedimentos técnicos irão envolver pesquisas bibliográficas, pois já existem materiais disponíveis e publicados em forma de livros, artigos periódicos, além de materiais disponíveis na internet, também será um estudo de caso que irá envolver a pesquisa relacionada à produção de dejetos em uma determinada propriedade.

Os dados e informações foram obtidos junto ao produtor rural através de visitas na sua propriedade, além de consultas a bibliografias referentes ao assunto pesquisado. Também foram realizadas medições no próprio local para obtenção dos dados necessários para o desenvolvimento do trabalho.

Para verificar a viabilidade da instalação do biodigestor, para o aproveitamento da energia e do biofertilizante, foi realizada a pesquisa com uma empresa que presta serviços de instalação de biodigestores na região, utilizando como parâmetro o volume de dejetos produzidos com o tempo necessário de fermentação para o máximo aproveitamento da produção de biogás.

Em relação à viabilidade do biodigestor como fonte de energia, foi realizada a pesquisa da capacidade de produção do biogás, utilizando o valor médio do gás butano (gás de cozinha), botijão de 13 kg, que é praticado na região, multiplicado pelo volume de biogás produzido para o cálculo do valor do biogás.

Da mesma forma foi realizada a pesquisa em relação ao valor dos nutrientes do biofertilizante, com a cotação dos valores do nitrogênio, fósforo e potássio (NPK) na forma mineral. Foi realizada a pesquisa nas agropecuárias que realizam a comercialização do fertilizante químico. Com a relação dos valores se realizou a multiplicação dos valores do NPK pela quantidade de nutriente contido no biofertilizante.

Com os valores obtidos com a possibilidade de comercialização do biogás e dos nutrientes, além do volume dos créditos de carbono relacionados como custo de implantação do biodigestor, se pode verificar a viabilidade técnica, econômica e ambiental da instalação do biodigestor.

## 4 RESULTADOS OBTIDOS

### 4.1 CARACTERIZAÇÕES DA PROPRIEDADE

A propriedade rural estudada possui uma área de 27,4 hectares, sendo que 20% estão em reserva legal (5,58 hectares), 5 hectares em área de preservação permanente, 3 hectares de lavoura de milho para produção de silagem, 2 hectares de erva mate, 10 hectares com pastagem e 1,82 hectare em pomar, construções e estradas. (Figura 4).



**Figura 4: Vista da Área da Propriedade do Senhor Ilgo Kaiber.**

São criados na propriedade 450 suínos em sistema de parceria com uma agroindústria aonde que os suínos chegam com um peso médio de 22 kg e permanecem na propriedade por um período de 120 dias e são entregues a agroindústria com peso médio de 120 kg e ainda 22 matrizes leiteiras e 20 novilhas.

Na produção de suínos são produzidos 3.150 litros de dejetos diariamente, devido que cada suíno produz em média de 7 litros diário de dejetos, totalizando em um ano 1.149.750 litros de dejetos, que são de responsabilidade do produtor a sua

destinação correta. Tendo em vista que o dejetos suíno é 3 vezes mais poluidor que uma pessoa, isto irá representar que a criação de 450 suínos equivale a uma população aproximada de 1.575 pessoas.

#### 4.2 APLICAÇÕES DO DEJETO

O dejetos suíno pode ser aplicado de várias formas nas lavouras, mas o principal meio é através do uso de tratores com tanques de distribuição, mas pode ser usada a ferti-irrigação com o uso de um sistema parecido como o da irrigação com sistema de motor ou o uso da declividade do terreno. Na propriedade são usados os dois sistemas, onde que nas áreas acima do chiqueiro é usado um trator , com um tanque de 4.000 It que faz a aplicação dos dejetos e nas áreas abaixo do chiqueiro é usado canos para a aplicação.

Para saber a quantidade correta de dejetos que podem ser distribuídos nas culturas como forma de reposição de nutrientes, é necessário fazer uma coleta de solo e encaminhar para os laboratórios para análise, onde que após podemos saber o volume a ser aplicada nas determinadas área.

Esse volume não pode ser maior que 50.000 litros por hectare ano, conforme a recomendação do órgão ambiental, com isso a propriedade rural não possui área suficiente para a aplicação dos dejetos, sendo necessário o arrendamento de 5 há de terra da propriedade vizinha para a distribuição dos dejetos.

#### 4.3 CARACTERIZAÇÕES DO DEJETO SUÍNO.

São inúmeros os fatores que influenciam a qualidade e volume do dejetos produzido, desde o modelo do bebedouro, a higienização dos equipamentos e instalações e ate no alimento fornecido para os animais. Com isso a propriedade faz o uso de bebedouros que não desperdiçam água e a limpeza é usada o mínimo possível de água para que não ocorra o aumento do volume dos efluentes líquidos

produzido, que iria acarretar um volume maior de dejetos e iria ser necessária uma maior área de terra para a sua aplicação, com maior possibilidade de contaminação do lençol freático e do solo, além de diminuir a composição dos nutrientes do dejetos.

Com esse manejo que é utilizado na propriedade, o dejetos suíno que possui o teor de 3% de matéria seca. Com o teor de 3% de matéria seca o dejetos ira possui em media de 2,83% de nitrogênio, 2,37% de fósforo e de 1,5% de potássio. Com esses valores são produzidos somente com a criação de suínos 3.252,80 kg de nitrogênio, 2.724,90 kg de fósforo e 1.724,62 kg de potássio além de outros nutrientes.

#### 4.4 VIABILIDADE DE IMPLANTAÇÃO DE UM BIODIGESTOR

O biodigestor além de ser recomendado na fermentação dos dejetos, consegue fazer a captura dos gases emitidos durante a fermentação como o metano e transforma-los em biogás. O esterco do suíno deve permanecer em uma esterqueira com capacidade de retenção de 40 a 90 dias de produção de dejetos, que é o tempo ideal para fermentação (conforme temperatura do ambiente) e coleta do metano que é prejudicial para a atmosfera e contribui para o efeito estufa e após ser encaminhada para a esterqueira definitiva (Figura 3).

O custo de implantação de um biodigestor na propriedade rural é de aproximadamente de R\$ 19.490,00, conforme tabela 6, podendo ter algumas variações conforme a distância do chiqueiro ate o biodigestor e nas escavações, não está incluído nenhum sistema de transporte do biogás ate o local de consumo.

Para o produtor o custo é significativo à implantação do biodigestor, devido a renda bruta anual com a atividade da suinocultura é de aproximadamente de R\$ 17.000,00, onde que o produtor tem varias despesas com a suinocultura, com manutenção das instalações, remuneração do trabalho e a aplicação dos dejetos nas lavouras.

**TABELA 06. Custo de Implantação de um Biodigestor na Propriedade Rural com Capacidade de 288m<sup>3</sup> de dejetos .**

ITEM	VALOR (R\$)
Manta de PVC superior	4.920,00
Manta de PVC inferior	4.840,00
Fixador	1.478,00
Chapas	1.544,00
Vigamento	4.528,00
Canos	780,00
Escavação	1.400,00
<b>TOTAL</b>	<b>19.490,00</b>

**Fonte: Avesui (2013)**

Mas observando a produção do biogás, seria viável a instalação do biodigestor na propriedade, devido que seriam produzidos em média de 33,75m<sup>3</sup> de biogás por dia. Para a produção de um botijão de gás de 13 kg são necessários 30 m<sup>3</sup> de biogás, isso significa que poderia ser produzido mais que 1 botijão de gás de 13 kg por dia com possíveis perdas de metano, tendo em vista que o preço do botijão de gás GLP é de R\$ 45,00, o produtor somente com a produção do biogás teria uma renda de R\$ 16.425,00.

Mas o consumo de gás é pequeno na propriedade, sendo usado aproximadamente um botijão ao mês, com isso não estaria utilizado todo biogás gerado na propriedade. É importante o aprofundamento de estudos para que com a construção do biodigestor, houvesse todo aproveitamento do biogás gerado na propriedade, pois a armazenagem do biogás é difícil devido ao seu volume. Deve-se estudar o uso do biogás na geração de energia para o consumo da propriedade e a sua viabilidade técnica e econômica.

O biogás produzido na propriedade poderia ser utilizado de varias maneiras, desde o aquecimento da água para a higienização dos equipamentos da ordenha ou utilizar como fonte de energia em um motor estacionário para fazer a ferti-irrigação das lavouras. Na utilização em um motor estacionário seria necessário fazer a adaptação do motor de gasolina para o biogás, são necessários 1,33m<sup>3</sup> de biogás para equivaler a 1 litro de gasolina.

Também poderá ser utilizado na produção de energia através de geradores,

mas seria no momento inviável devido o custo do equipamento em relação do biogás gerado na propriedade. Conforme o jornal DIARIO DO OESTE CATARINENSE, na edição 921 de 15 de abril de 2010, a ANEEL, libera a primeira licença para a CELESC, que possa conectar a energia produzida através de biodigestores no sistema de energia. Com isso se abre uma grande oportunidade para a geração de energia através do biogás gerado dos dejetos dos suínos.

Mas os custos de implantação de um biodigestor são significativos, principalmente na aquisição de gerador de energia para a produção de energia através do biogás. Para o uso do biogás para o uso na propriedade para o aquecimento de água, para motores estacionários adaptados e outros usos a viabilidade econômica seria mais fácil.

Para a geração de energia seria inviável pelo número de suínos em relação aos equipamentos, seria necessário o aumento do número de suínos, mas com isso também iria aumentar o volume de dejetos produzidos e o produtor não iria dispor de área para a sua colocação.

Também se pode fazer a comercialização do biogás através da venda dos créditos de carbono, pela captura do metano e transformá-los em CO<sub>2</sub> através da queima. São necessários 130m<sup>3</sup> de biogás para um crédito de carbono. Com uma possibilidade de produzir 12.318 m<sup>3</sup> de biogás ano, o produtor poderia comercializar 94,76 créditos de carbono, a um preço de US\$ 5,63 podendo ter uma receita adicional de US\$ 533,00.

Não se deve ver somente o custo econômico da implantação do biodigestor, mas também a gestão ambiental, pois as vantagens da construção do biodigestor na propriedade além da produção do biogás, a eliminação dos odores dos dejetos, a eliminação de moscas e outros vetores, as aplicações do biofertilizante diretamente sobre as culturas, com redução dos impactos no solo e água. Além de estar contribuindo para a redução do efeito estufa pela captura do metano que poderia ser feita à venda de créditos de carbono através da formação de grupos ou mesmo a organização pela (ACCS) Associação Catarinense dos Criadores de Suínos, pois são necessários maiores volumes para a venda e elaboração de projetos de venda. Só pela gestão ambiental é mais do que viável a instalação dos biodigestores em todas as granjas suinícolas do Brasil.

#### 4.5 O USO DO DEJETO COM NUTRIENTE PARA A LAVOURA

O uso do dejetos suíno, quando usado de forma correta e equilibradamente, é um excelente fertilizante, capaz de substituir com grande vantagem a adubação química nas culturas. Os nutrientes dos dejetos suínos esta na forma orgânica precisando ser mineralizada para a utilização das plantas. Além do fornecimento de nutrientes, os dejetos contribuem para a agregação, melhorando a sua estrutura, a drenagem, a aeração e a capacidade do solo reter água.

Para verificar a quantidade exata de biofertilizante a ser aplicado na lavoura é necessário realizar as análises de solo anualmente nas diversas culturas desenvolvidas na propriedade, devido que cada cultura necessita de uma demanda diferenciada de nutrientes, para que seja feito a correta distribuição dos dejetos, principalmente nas áreas destinadas às pastagens dos bovinos que tem maior demanda de nutrientes.

Como que não existe área suficiente para aplicação dos dejetos na propriedade, seria necessária a diminuição do plantel ou o arrendamento de outra área de terra, sendo que foi feito um termo de cedência de uma área de terra do vizinho para a distribuição do dejetos para a adubação das lavouras.

O dejetos tem sido a principal fonte de nutrientes na propriedade, desta forma não é mais necessário à compra de adubação química, com isso o produtor faz grande economia na adubação das lavouras.

Para não haver o aumento do volume de dejetos produzidos, deve-se ter o cuidado com as instalações, equipamentos e o manejo adequado do dejetos para não torna-lo economicamente competitivo com o fertilizante químico. Para isso é fundamental que os bebedouros e instalações hidráulicas não possuam vazamentos, para não ocorrer o desperdício de água e o aumento dos dejetos e diminuir a concentração de nutrientes.

O dejetos suíno pode ser melhorado a sua composição através do uso da bioesterqueira ou do biodigestor, onde que o dejetos fermenta em uma câmara por um determinado período e após ira para a esterqueira definitiva. Onde pode ser utilizado como biofertilizante melhorando a qualidade dos nutrientes para uma melhor e mais rápida absorção pelas plantas e diminuindo o poder de poluição dos dejetos para o solo e água pela mineralização dos nutrientes.

Somente com a produção dos dejetos e utilizando na adubação de forma correta o produtor tem uma enorme economia na compra de fertilizantes químicos. Pela composição média do dejetos podem ser produzidos anualmente 3.252,80 kg de nitrogênio, 2.724,90 kg de fósforo e 1.724,62 kg de potássio além de outros macro e micro nutrientes.

Em pesquisa realizada em estabelecimentos comerciais, o preço médio no nitrogênio é de R\$ 3,06/kg, do fósforo R\$ 3,18/kg e do potássio R\$ 2,21/kg em formulações químicas. Com esses preços o produtor pode economizar na compra de fertilizante o valor de R\$ 10.018,62 de nitrogênio, R\$ 8.665,18 de fósforo e R\$ 3.811,41 de potássio, com um total de R\$ 22.495,21.

Mas não ignorar o poder de poluição dos dejetos tem causado em nossa região. Os dejetos suínos, por exemplo, quando lançados sem os devidos cuidados no meio ambiente, provocam a poluição dos recursos hídricos, pois causam diminuição do oxigênio dissolvido e acrescentam nutrientes que, quando em excesso, são tóxicos para a flora e a fauna aquática e que podem estar causando doenças para a população.

#### 4.6 RETORNO ECONÔMICO DA INSTALAÇÃO DO BIODIGESTOR

A instalação do biodigestor possui um custo aproximado de R\$ 19.490,00, onde podem ocorrer alterações com o custo da escavação, e não está incluso o sistema de transporte e tratamento do biogás e o seu consumo.

As receitas (Tabela 7) com a instalação do biodigestor estão assim distribuídas:

**TABELA 07. Receitas da Implantação do Biodigestor.**

<b>ITEM</b>	<b>VALOR (R\$)</b>
Biogás	R\$ 16.425,00
Crédito de carbono	R\$ 1.166,00
Nutrientes (NPK)	R\$ 22.495,21.
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 40.086,21</b>

Foi realizado o cálculo da Taxa Interna de Retorno do investimento em relação ao seu retorno. (Tabela 8), onde demonstra que a taxa de retorno do investimento é de 204,9%, sendo assim viável a instalação do biodigestor na propriedade rural.

**Tabela 8 Taxa Interna de Retorno**

<b>Investimento na construção do biodigestor</b>	
Investimento e fluxos de caixa	
Investimento	(R\$ 19.490,00)
Ano 01	R\$ 40.086,21
Ano 02	R\$ 40.086,21
Ano 03	R\$ 40.086,21
Ano 04	R\$ 40.086,21
Ano 05	R\$ 40.086,21
<b>TIR</b>	<b>204,90%</b>

Isso demonstra a viabilidade da instalação de um biodigestor na propriedade rural, desde que ocorra o consumo de todo o biogás produzido. Isso não ocorre na propriedade rural, devido que a demanda do gás ser inferior a sua produção, criando assim a necessidade de aumentar o consumo com a instalação de geradores de energia, que não foi estudado o custo desta instalação neste trabalho.

Em relação aos nutrientes o biodigestor somente melhora a qualidade dos mesmos, pois estes nutrientes já estão presentes dos dejetos dos suínos independentemente do sistema de tratamento do dejetos, sendo que o produtor pode fazer outro modelo de depósito dos dejetos dos suínos para o aproveitamento dos nutrientes.

## 5 CONCLUSÕES

O dejetos suíno tem um grande poder de poluição ao meio ambiente especialmente à água, solo e ar. Em toda região oeste de Santa Catarina existe uma grande concentração de suínos e aves, devido que aqui estão instalados alguns dos maiores frigoríficos do país, onde que a maioria da população vive diretamente ou indiretamente desta atividade.

É necessário que se inicie mudanças da cadeia produtiva dos suínos, para minimizar no máximo os impactos ambientais, com o uso de tecnologias ambientais que reduzam a sua poluição, mesmo que em alguns casos não sejam viáveis economicamente, mas que compensem o seu uso.

Um destes métodos de controle é o uso do biodigestor além de outros que podem ser empregados na atividade suinícola. Com o tratamento adequado dos dejetos através do uso dos biodigestores irá ocasionar inúmeras vantagens devido o processo de fermentação que ocorre com o dejetos:

- Uso do dejetos como fonte de nutriente sem agredir o solo;
- Economia pela redução de compra de nutriente de formulação química;
- Eliminação do nitrito e nitrato no processo de fermentação;
- Uso do biogás como fonte de energia;
- Reduzir a queima de derivados do petróleo e da supressão de vegetação;
- Renda com comercialização de créditos de carbono;
- Diminuir o lançamento de metano na atmosfera, com consequência a redução aquecimento global;
- Diminuir os odores característicos das criações de suínos;

Em relação a propriedade estudada, o biodigestor mostra que economicamente é viável a sua instalação desde que o produtor possa fazer o uso de todo o biogás gerado, pois no momento a demanda de gás é menor que a sua produção do biogás. Em relação à comercialização dos créditos de carbono, existe uma dificuldade em relação a sua venda, devido pelo baixo volume produzido em uma propriedade, com isso é necessária a formação de um grupo maior de produtores de suínos, para aumentar a oferta de créditos, para conseguir realizar a sua comercialização.

O uso do dejetos suíno como fonte de nutriente para substituição da adubação orgânica, também é realizada com uso de bioesterqueira que fornecem os

mesmos volumes de nutriente, sem o investimento do biodigestor, mas o trabalho não realizou estudo comparativo da qualidade dos nutrientes existente no dejetos suíno proveniente do biodigestor com outro modelo de fermentação.

É necessário o aprofundamento de estudos para encontrar o ponto de equilíbrio econômico do uso do biodigestor como fonte de produção de energia elétrica com outros métodos de tratamento dos dejetos que possibilite a concentração de matéria seca, para viabilizar o transporte do dejetos em outras áreas com menor disponibilidade do mesmo.

É necessário que diminua a concentração dos suínos em uma mesma propriedade, para reduzir os impactos ambientais que ela causa ao meio ambiente para isso é necessário conseguir um equilíbrio entre o ambiental e o econômico.

## REFERÊNCIAS

BEZERRA, M.CL.; VEIGA, J. ELI (Org.). **Agricultura sustentável.** Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis/ Consórcio Museu Emílio Goeldi, Brasília, 2000.

Boletim Informativo BIPERS. **Coletânea de tecnologia sobre dejetos suínos**, Agosto de 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de recursos Hídricos. **Plano Nacional de recursos hídricos.** Panorama e estado dos recursos hídricos do Brasil. V. 1. MMA, 2006.

CHIOCCHETTA, Oldemir. WEYDMANN, Celso L. **Distribuição de dejetos na suinocultura sob a ótica ambiental – caso de uma microbacia no Oeste Catarinense.** Revista Agropecuária Catarinense vol.15, nº1, mar. 2002. Pág. 28-30. Informativo Técnico, 2002.

COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO-RS/SC. **Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina.** 3.edição.Passo Fundo:SBCS- Núcleo Regional Sul/Embrapa-CNPT,1995.

DIESEL, Roberto. MIRANDA, Cláudio Rocha. PERDOMO, Carlos Cláudio. **Coletânea de tecnologia sobre dejetos suínos**, Boletim Informativo BIPERS Agosto de 2002.

EPAGRI. **Aspectos práticos do manejo de dejetos suínos.** Florianópolis: EPAGRI/EMBRAPA-CNPSA, 1995. 106 p.

EMBRAPA SUINOS E AVES. **Curso de capacitação em praticas ambientais sustentáveis: treinamentos 2002.** Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2002.

EMBRAPA. **Suinocultura e meio ambiente em Santa Catarina: Indicadores de desempenho e avaliação socioeconômica.** Concórdia. Organizadores: Cláudio Rocha Miranda, Marcelo Mielle, 2009.

EMBRAPA, **Biodigestores modelo indiano: análise da transferência de tecnologia com base no perfil ambiental, produtivo e social.** Concórdia. (Embrapa Suínos e aves. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento; 3). 2003.

HAUSMAN, Abrão. **Providências hidrológicas do Estado do Rio Grande do Sul – RS.** Acta Geológica Leopoldensia. Porto Alegre: UNISINOS, 1995.

**JORNAL DIARIO DO OESTE CATARINENSE.** Edição nº 921 de 15 de abril de 2010, pág. 03, Concórdia 2010

LEITE, Marcela Adriana de Souza; LEÃO, Rafael. **Diagnóstico e caracterização da sub-bacia do Rio dos Queimados.** Concórdia: Consorcio Lambari: Comitê do Rio Jacutinga e Contíguos, 2009.

LINDER, Elfride A. **Diagnóstico – Suinocultura e avicultura em Santa Catarina.** Florianópolis, SC: IESC-IEL/SC, 1999.

LUCAS, J.; SANTOS, T.M.B.; OLIVEIRA, R.A.; **Possibilidade de uso de dejetos no meio rural.** In: WORKSHOP: MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E A AGROPECUÁRIA BRASILEIRA, 1999, Campinas. Memória. Embrapa Meio Ambiente 1999.

KONZEN, Egídio Arno. **Fertilização de lavoura e pastagem com de suínos e cama de aves,** V Seminário Técnico da Cultura de Milho – Videira, SC – agosto/2003.

KONZEN, Egídio Arno. **Manejo e utilização de dejetos suínos.** Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1983. 32p. (EMBRAPA - CNPSA. Circular Técnica, 6).

KONZEN, Egídio Arno. **Valorização agrônômica dos dejetos suínos: utilização dos dejetos suínos como fertilizante.** I Ciclo de Palestras sobre dejetos suínos no sudoeste Goiano, 1997, Rio Verde, GO. Anais p.113-136.

KUNZ, Airton; PERDOMO, Carlos Cláudio; OLIVEIRA, Paulo Armando. **Biodigestores: avanços e retrocessos.** EMBRAPA-CNPSA

MASSOTTI, Zemiro. **Viabilidade técnica e econômica do biogás em nível de propriedade.** Artigo Técnico 2002.

MIRANDA, Cláudio Rocha. **Avaliação de estratégias para a sustentabilidade da suinocultura em Santa Catarina.** Cláudio Rocha de Miranda - Florianópolis, 2005.

OLIVEIRA, Paulo Armando Victoria de. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos.** Concórdia: EMBRAPA - CNPSA, 1993.

OTSUBO, Carlos Setsuo. **Uso do PVC flexível em biodigestor e armazenamento de biogás.** Sansuy S.A. Indústria de Plásticos, 2002.

PERDOMO, C.C. **Sugestões para o manejo, tratamento e utilização de dejetos. Suínos.** Concórdia: EMBRAPA/CNPSA, 1999. (EMBRAPA/CNPSA. Instrução Técnica).

SANTA CATARINA. Companhia de Águas e Saneamento – CASAN. **Relatório Anual.** Florianópolis, 2007.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado e Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Projeto Oeste de Santa Catarina-PROESC: captação de água subterrânea no oeste do Estado de Santa Catarina -** Florianópolis: SDM, 2002.

SCHERER, Eloi Erhard. **Aproveitamento do esterco de suíno como fertilizante.** Curso de Capacitação em Práticas Ambientais Sustentáveis. PNMA II. 2002.

SCHOBBERNHAUS, Carlos et alii. **Geologia do Brasil.** São Paulo: Editora Olímpia, 1984.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Comissão de Química e Fertilidade do Solo. **Manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina.** 10. Edição – Porto Alegre, 2004.

ZAGO, Sady. **Potencialidade de produção de energia através do biogás integrada a melhoria ambiental em propriedades rurais, com criação intensiva de animais na região do meio oeste catarinense.** Blumenau, 2003, 84 p. Dissertação apresentada ao Mestrado em Engenharia Ambiental da Universidade Regional de Blumenau, 2003.

ZALÁN, P.V.; WOLF, S.; CONCEIÇÃO, J. C. J.; ASTOLFI, M. A. M.; VIEIRA, I. S. APPI, V. T. ZNNOTTO, O. A. **Tectônica e sedimentação da Bacia do Paraná.** Simpósio Sul Brasileiro de Geologia. Atas, 3, Curitiba, 1987.