

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA

JANETE DANIELE VORPAGEL NEUNFELD

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO LEITEIRA DO
NOROESTE DO ESTADO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS.**

Dom Pedrito, RS

2014

JANETE DANIELE VORPAGEL NEUNFELD

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO LEITEIRA DO
NOROESTE DO ESTADO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS.**

Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Superior de Tecnologia em Agronegócios da Universidade Federal do Pampa Campus Dom Pedrito apresentado como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agronegócios.

Orientador: Prof. Dr. Rafael Lucyk Maurer

Dom Pedrito, RS

2014

Ficha catalográfica elaborada automaticamente com os dados fornecidos
pelo(a) autor(a) através do Módulo de Biblioteca do
Sistema GURI (Gestão Unificada de Recursos Institucionais) .

N33v Neunfeld, Janete Daniele Vorpapel
Viabilidade da utilização dos resíduos da produção leiteira
do noroeste do estado para produção de biogás / Janete Daniele
Vorpapel Neunfeld.
35 p.

Trabalho de Conclusão de Curso(Graduação)-- Universidade
Federal do Pampa, CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO,
2014.
"Orientação: Rafael Lucyk Maurer".

1. Biogás. 2. Produção leiteira. 3. Energia elétrica. 4.
Biodigestor. 5. Resíduo animal. I. Título.

JANETE DANIELE VORPAGEL NEUNFELD

**VIABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DOS RESÍDUOS DA PRODUÇÃO LEITEIRA DO
NOROESTE DO ESTADO PARA PRODUÇÃO DE BIOGÁS.**

Trabalho de Conclusão de Curso, Curso Superior de Tecnologia em Agronegócios da Universidade Federal do Pampa *campus* Dom Pedrito apresentado como requisito para a obtenção do grau de Tecnólogo em Agronegócios.

Trabalho de Conclusão de Curso defendido em: 13 de agosto de 2014.

Banca examinadora:

Prof. Dr. Rafael Lucyk Maurer
Orientador
UNIPAMPA

Prof. Dr^a. Nádia Fátima dos Santos Bucco
UNIPAMPA

Prof. Dr. Jairo Alfredo GenzBolter
UNIPAMPA

Dedico este trabalho de conclusão de curso à minha família, por sua capacidade de acreditar em mim e investir em mim. Mãe, seu cuidado e dedicação foi que deram em alguns momentos, a esperança para seguir. Pai, sua presença significou segurança e certeza de que não estou sozinha nessa caminhada. Minha Irmã, você me deu a certeza de que qualquer obstáculo é possível de ser superado.

AGRADECIMENTO

Meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para que a conclusão deste trabalho se tornasse possível:

A Deus, por acreditar que nossa existência pressupõe outra infinitamente superior.

Aos meus pais IsoldeVorpapelNeunfeld e LibórioGriepNeunfeld, irmã Elisandra Solange VorpapelNeunfeld por me acompanhar, me dando conselhos, amor incondicional e força para nunca desistir nos momentos mais difíceis.

Ao meu professor orientador, Dr. Rafael Lucyk Maurer, pelo auxílio, disponibilidade de tempo e material, sempre com uma simpatia contagiante e pelo fornecimento de material para pesquisa do tema.

Ao meu namorado Marcelo, pelo companheirismo, força e compreensão e por acrescentar razão e beleza aos meus dias.

Aos meus amigos e colegas, pela amizade, força e carinho.

Aos professores da UNIPAMPA, sem os seus ensinamentos não teria chegado até aqui.

A todas as pessoas que, direta ou indiretamente contribuíram para a realização desta pesquisa.

“O insucesso é apenas uma oportunidade para recomeçar de novo com mais inteligência.”

Henry Ford

RESUMO

No Estado do Rio Grande do Sul a produtividade é uma das melhores do Brasil, chegando a 2.430 litros/vaca ordenhada/ano. Existem no Estado 441 mil estabelecimentos rurais e 134 mil produtores de leite. Além da produção leiteira, a geração de resíduos pode vir a contaminar o meio ambiente se não for eficientemente tratada. Outra alternativa seria a geração de biogás e, conseqüentemente, produção de energia elétrica. O objetivo deste estudo foi verificar a viabilidade da utilização dos resíduos animais na produção leiteira da microrregião de Cerro Largo, localizada no noroeste do estado, na produção de biogás como alternativa energética. Do ponto de vista agrícola, a substituição dos derivados combustíveis a base de petróleo pode economizar com a diminuição de gastos. Os produtores adquirem, também, uma nova e importante função social como fornecedores de energia e operadores no tratamento dos resíduos. Tendo em vista os graves problemas de poluição ambiental causados por resíduos orgânicos, a proposição de uso dos resíduos oriundos da produção leiteira para a geração de energia limpa (biogás), com conseqüente elevação da renda agrícola nas pequenas propriedades rurais e redução dos impactos ambientais, contribui significativamente para dar uma alternativa adequada para a redução da emissão dos gases de efeito estufa, os riscos de poluição da água e do solo, bem como os problemas de custos de armazenamento. Foram entrevistados 9 produtores da região e analisou-se a presença de esterqueiras, produção de resíduos e consumo energético. O investimento inicial fica no valor de R\$ 64.974,06, a qual está incluída a implantação do biodigestor e o gerador de energia adaptado para combustão do biogás. O retorno do investimento será de aproximadamente 3 anos, podendo gerar até 22 KW/hora. Demonstra-se a viabilidade de implantação de uma planta de biogás na região estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Biogás, resíduo animal, produção leiteira, energia elétrica.

ABSTRACT

Rio Grande do Sul state has one of the best productivity of Brazil, reaching 2,430 litres/cow/year of milk. There are 441 thousand rural establishments and 134 thousand milk producers. Beyond the milk production, the waste generation may contaminate the environment if not effectively treated. Another alternative would be the generation of biogas and, consequently, electricity production. The aim of this study was to verify the feasibility of the use of animal wastes on milk production of Cerro Largo microregion, located in Northwest of the State, in biogas production as an alternative energy. The agricultural standpoint, the replacement of petroleum-based derived fuels can save with the reduction of expenses. The producers also acquire a new and important social function as energy suppliers and operators in the treatment of waste. In view of the serious problems of environmental pollution caused by organic waste, the proposition of using waste from milk production for the generation of clean energy (biogas), with consequent elevation of agricultural income in small rural properties and reduction of environmental impacts, contributes significantly to provide a suitable alternative to the reduction in the greenhouse gases emissions, the risks of water and soil pollution, as well as the problems of storage costs. Nine region's producers were interviewed and examined for the presence of "esterqueiras", waste production and energy consumption. The initial investment is worth R\$ 64.974,06, which included the deployment of bio-digester and generator adapted for combustion of biogas. The return on investment will be approximately 3 years and could generate up to 22 KW/hour. Demonstrates the feasibility of deploying a biogas plant in the region studied.

KEYWORDS: Biogas, animal waste, milk production, electric power.

SUMÁRIO

| | | |
|-------|--|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 11 |
| 1.1 | Problema | 12 |
| 1.2 | Objetivo geral | 13 |
| 1.2.1 | Objetivos específicos | 13 |
| 1.3 | Justificativa | 13 |
| 1.4 | Metodologia | 14 |
| 1.4.1 | Seleção da unidade de análise e coleta de dados..... | 14 |
| 1.4.2 | Verificar o destino dos resíduos..... | 14 |
| 1.4.3 | Analisar a viabilidade de produção de biogás | 15 |
| 1.4.4 | Analisar a viabilidade econômica..... | 15 |
| 2. | REFERENCIAL TEÓRICO..... | 18 |
| 2.1 | Descrição da Microrregião de Cerro Largo..... | 18 |
| 2.2 | Produção leiteira | 18 |
| 2.3 | Biogás..... | 19 |
| 2.3.1 | Modelos de biodigestores | 20 |
| 2.4 | Utilização do biogás como alternativa energética e o desenvolvimento sustentável ... | 23 |
| 2.5 | Incentivo do governo para criação de usinas geradoras de energia..... | 23 |
| 6 | RESULTADOS E DISCUSSÕES..... | 25 |
| 4. | CONSIDERAÇÕES FINAIS..... | 31 |
| | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 32 |
| | ANEXO 1 | 34 |
| | APÊNDICE 1 | 35 |

1 INTRODUÇÃO

O crescente processo de urbanização da população mundial aumentou significativamente a escala de produção e comercialização de alimentos para abastecê-la. Inevitavelmente, a produção agropecuária transformou-se em escala industrial e, de forma desordenada, causou sérios impactos ao meio ambiente devido à grande geração de resíduos vegetais e animais. Os resíduos são as partes que sobram de processos derivados das atividades humanas e animal e de processos produtivos, como a matéria orgânica, o lixo doméstico, os efluentes industriais e os gases liberados em processos industriais ou por motores¹.

Transformar esses resíduos em alternativas para muitas propriedades rurais é uma das opções para o suporte da produção agropecuária como o milho, soja, carne, leiteira, assim como para o desenvolvimento de novas atividades produtivas. Significa diminuir custos no processo de produção, sendo que a utilização do biogás para produção de energia permitirá ao produtor diminuir a compra de energia das concessionárias responsáveis pela distribuição na região, minimizar os impactos ambientais e agregar valor à produção ou, ainda, dar condições de crescimento para as pequenas comunidades rurais mais isoladas¹.

Informações obtidas no Atlas Econômico do Rio Grande do Sul (2005) nos remetem a verificar que o Rio Grande do Sul é o terceiro produtor nacional de leite com de 10,6% da produção nacional, ou seja, apresenta uma produção de 2,2 bilhões de litros. E, entre as regiões com maior produção são o Noroeste Colonial com 11,3%, produção com 11%, Fronteira Noroeste com 9,4 e Serra com 8,1% do leite produzido no Estado, esses dados confirmam a importância da atividade para a Região Fronteira Noroeste².

No que tange a cadeia produtiva do leite, observa-se à necessidade da busca por um desenvolvimento sustentável, a qual abranja os aspectos econômicos, sociais e ambientais. Deve-se desta maneira, trabalhar com ação dos atores que compõem a mesma para obter os resultados esperados de desenvolvimento, mas também, pensando em não prejudicar o futuro da região devido a ações tomadas precipitadamente no presente².

A competitividade no agronegócio é cada vez mais evidente com o emprego de tecnologias diversas para o aumento da produtividade e, conseqüentemente, do retorno financeiro. A busca por alternativas técnicas e economicamente viáveis

que reduzam o custo final da produção é uma preocupação recorrente entre os produtores. A energia elétrica é um dos componentes de custo na produção e, portanto, a redução ou eliminação desse componente é interessante³.

A produção de biogás a partir dos dejetos do confinamento de bovinos pode resultar em auto-suficiência energética e, também, gerar renda através da comercialização de créditos de carbono e da distribuição da energia excedente para a rede. A ideia de produção energética descentralizada e independência energética por si só são atrativos para a implementação de um sistema como esse³.

1.1 Problema

Tendo em vista os graves problemas de poluição ambiental causados por resíduos orgânicos, a proposição de uso dos resíduos oriundos da produção leiteira para a geração de energia limpa (biogás), produção de biofertilizantes, com consequente elevação da renda agrícola nas pequenas propriedades rurais e redução dos impactos ambientais, contribui significativamente para dar uma alternativa adequada para a redução da emissão dos gases de efeito estufa, os riscos de poluição da água e do solo, bem como os problemas de custos de armazenamento⁴.

A produção agropecuária diversificada e descentralizada gera, por sua vez uma, oferta muito abundante de resíduos e dejetos que pode ser transformada em energia. A energia produzida com fontes renováveis e por meio de tecnologias ambientalmente sustentáveis, como a geração de biogás, pode suprir as demandas de eletricidade e calor das atividades humanas e industriais, em especial na área rural. Também apresenta a vantagem de dar destino adequado às sobras de processos produtivos com ganhos econômicos, diminuição da necessidade de compra de energia das concessionárias de energia além, ainda, da utilização dos resíduos decorrentes da produção de biogás como biofertilizante para a produção agrícola¹.

Tais tecnologias estão disponíveis para todos os portes de empresa até mesmo para as pequenas propriedades com impactos muito positivos na redução de custos e na melhoria da imagem do negócio pelo adequado uso dos recursos naturais¹.

1.2 Objetivo geral

Investigar a viabilidade da utilização dos resíduos da produção leiteira na Microrregião de Cerro Largo, Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, para a produção de biogás.

1.2.1 Objetivos específicos

- Entrevistar os produtores de leite da microrregião;
- Verificar o destino dos resíduos gerados;
- Analisar a viabilidade da produção de biogás a partir dos resíduos gerados;
- Analisar a viabilidade econômica da implantação de uma usina de biogás na região.

1.3 Justificativa

A pesquisa quanto a viabilidade da utilização dos resíduos da produção leiteira do noroeste do estado para produção de biogás é importante para as estratégias de desenvolvimento do Estado. Para a microrregião de Cerro Largo noroeste do Rio Grande do Sul, região de onde sou oriunda, a pesquisa fornecerá um importante subsídio para a tomada de decisões, pois será caracterizada por um teor técnico e abordagem imparcial sobre um tema de grande relevância para a economia regional.

Outro motivador é de que as pequenas propriedades podem se tornar auto-suficientes na produção de energia com a utilização do biogás o que diminuirá os gastos da produção oferecendo uma boa justificativa para sua utilização.

No Estado do Rio Grande do Sul a produtividade é uma das melhores do Brasil, chegando a 2.430 litros/vaca ordenhada/ano. Existem no Estado 441 mil estabelecimentos rurais e 134 mil produtores de leite, no Noroeste do Estado, a atividade leiteira é responsável pela produção de 1,5 milhão de litros diários. Das 19 atividades que compõem a matriz produtiva da região, o leite ocupa a terceira posição em produtividade⁵.

As propriedades agrícolas têm se preocupado com o acelerado aumento em seus custos de produção, compra e manutenção de equipamentos para obter maior qualidade no produto final. Custos com energia elétrica, que apesar de não haver aumentos significativos no valor das tarifas cobradas pelas concessionárias de energia a tecnificação do produtor vem aumentando, tanto no processo de coleta do leite, resfriamento como também em sua moradia.

Ainda, no pensamento de diminuição de custos, a utilização dos resíduos da produção leiteira para a produção de biogás justifica-se pelo fato de que após a produção do biogás os resíduos desta etapa poderão ser utilizados como biofertilizantes, pois possui baixo impacto ambiental e elevado teor de nutrientes.

O objetivo deste estudo foi verificar a viabilidade da utilização dos resíduos animais na produção leiteira da microrregião de Cerro Largo na produção de biogás como alternativa energética.

1.4 Metodologia

1.4.1 Seleção da unidade de análise e coleta de dados

A pesquisa será realizada na Microrregião de Cerro Largo, com produtores participantes da Cooperativa Agrícola Mixta Ltda (Cooperoque Ltda) de Salvador das Missões, Cooperativa de Pequenos Agricultores de Leite (Coopeagril) de São Paulo das Missões. A coleta de dados será realizada através de questionários com roteiro previamente elaborado, que se encontra no Anexo 1 deste estudo, contendo questões abertas e fechadas o que dá segurança ao entrevistador por possibilitar que sempre tenha uma nova questão a propor, e o entrevistado pode responder livremente. Permitindo avaliar o comportamento dos produtores em relação às mudanças que poderão ser implantadas na região⁶.

1.4.2 Verificar o destino dos resíduos

A partir da entrevista com os produtores será realizada busca nas propriedades rurais por esterqueira, onde serão localizadas geograficamente utilizando o sistema de posicionamento global (GPS, sigla em inglês) com auxílio de um *smartphone*,

dotipol/phone para posteriormente serem plotadas em um mapa geográfico, a partir do *Google Maps*.

1.4.3 Analisar a viabilidade de produção de biogás

Para analisar a viabilidade da produção de biogás serão quantificados os resíduos produzidos por animal e por dia, sendo quantificados em quilogramas (Kg) conforme tabela 1, abaixo. Os dados foram obtidos conforme PRATI, L. 2010⁷, onde:

Tabela 1: Produção diária de resíduos

| Resíduo | Unidade | Gado de Corte | Gado de Leite |
|----------------|---------------|---------------|---------------|
| Sólidos Totais | Kg/animal/dia | 10 - 15 | 10 - 15 |

Fonte: Referência 7.

1.4.4 Analisar a viabilidade econômica

Para a análise da viabilidade econômica serão utilizadas equações obtidas da bibliografia, conforme NEVES, 2010⁹, OLIVER, 2014¹⁰ e PRATI, 2010⁷.

Volume de carga⁹:

$$VC = \frac{Qe}{1000} + \text{ÁGUA}$$

Onde:

VC=volume de carga (m³/d)

Água=quantidade 1:1 (m³)

Qe=quantidade de esterco produzida (kg/d)

Volume do biodigestor¹⁰:

$$VB = VC * TRH$$

Onde:

VB=volume do biodigestor (m³)

VC=volume de carga diária (dejetos +água) (m³/d)

TRH=tempo de retenção hidráulica (dias)

TRH é de 35 dias para dejetos de bovinos e suínos.

Custo biodigestor⁷:

$$Cbd = 150 * Vbd$$

Onde:

Cbd=custo do biodigestor (R\$)

Vbd=volume da lagoa anaeróbia (m³)

Energia elétrica consumida no ano⁷:

$$Eca = (Eem) * 12$$

Onde:

Eca=energia elétrica consumida no ano (kW/ano)

Eem=energia elétrica consumida pelos produtores por mês (KW/mês)

Economia com energia elétrica⁷:

$$Eee = Eca * Cee$$

Onde:

Eee=Economia com energia elétrica (R\$)

Eca=energia elétrica consumida ao ano (kW/ano)

Cee=custo da energia elétrica (R\$/kW)

Após a coleta de dados, será realizada a interpretação e análise dos dados obtidos, utilizando o programa *Microsoft Excel 2010*[®] que possibilitará conhecer o modo em que os produtores conduzem as suas produções. O método a ser utilizado é análise de conteúdo, técnica utilizada para estudos da comunicação humana de forma sistemática e objetiva, auxiliando no reconhecimento das intenções e características dos entrevistados, revelando atitudes, interesses, crenças e valores⁶.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Descrição da Microrregião de Cerro Largo

A Região Noroeste do Estado ou a Mesorregião Geográfica Noroeste Rio-grandense, apresenta zonas de campo e extensas áreas para plantio e desenvolvimento da cultura agrícola, como a produção de milho, soja, hortifrutigranjeiro, produtos coloniais e a produção leiteira. É formada pela união de 216 municípios agrupados em 13 microrregiões¹¹.

A microrregião de Cerro Largo está localizada no Noroeste do Rio Grande do Sul, abrangendo os municípios de Caibaté, Campinas das Missões, Cerro Largo, Guarani das Missões, Mato Queimado, Porto Xavier, Roque Gonzales, Salvador das Missões, São Paulo das Missões, São Pedro do Butiá e Sete de Setembro. Essas localidades eram parte integrante dos Sete Povos das Missões no século XVIII. Entretanto, com a expulsão dos índios e jesuítas pelos portugueses, a região foi posteriormente “povoada” por descendentes de imigrantes europeus não ibéricos no decorrer da primeira metade do século XX. Esta forma de ocupação condicionou um meio rural majoritariamente constitutivo de pequenas propriedades, tendo uma economia predominantemente de base familiar^{12,13}.

2.2 Produção leiteira

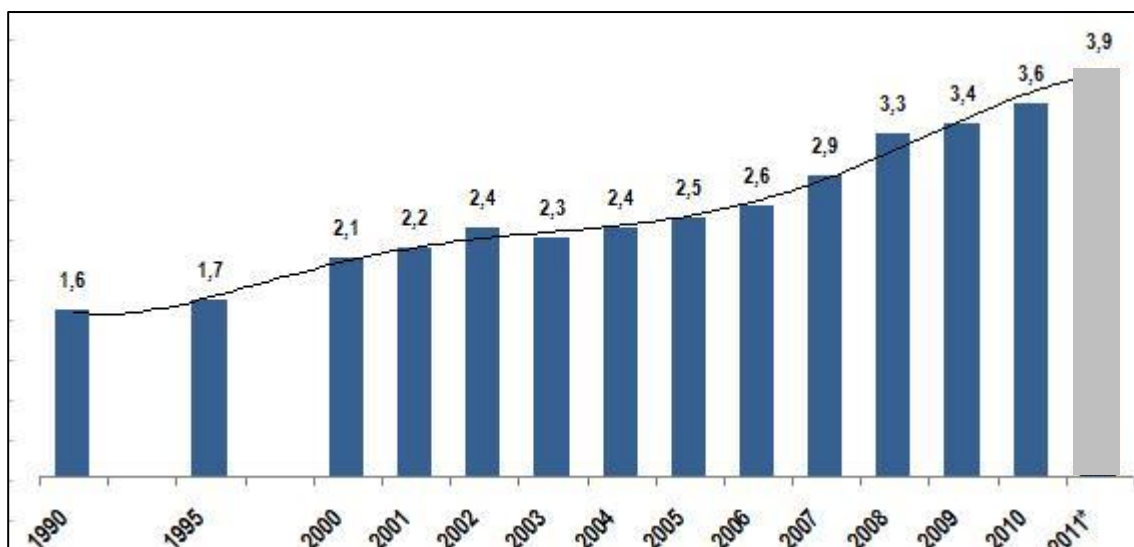
A economia brasileira passou por profundas mudanças desde o início dos anos noventa. No setor de laticínios ocorreu também a desregulamentação do mercado, a qual alterou as regras para os produtores. A desregulamentação permitiu que os produtores atuassem com maior grau de liberdade, pois o tabelamento de preços do leite e de seus derivados agia como um desestímulo, visto que o preço era determinado pelo governo¹⁴.

Na região Sul do Brasil foram produzidos 10,73 bilhões de litros de leite, o que representa 33,2% da produção nacional. O Rio Grande do Sul, com uma produção de 4,04 bilhões de litros, representou 12,5% da produção nacional, no Estado a produção de leite aumentou 4,4% em 2012, frente a 2011. Destaca-se a região Noroeste, responsável por 66,2% da produção do Estado, e teve crescimento de 3,8% na produção¹⁵.

Em 2012, a produção brasileira cresceu 0,6%, ou 208 mil litros de leite em relação a 2011. Apesar da elevação do preço ao produtor, o custo de produção, principalmente dos insumos, e a forte estiagem entre agosto e setembro de 2012, desestimularam os produtores a investirem na atividade. Apesar deste cenário a produção de leite cresceu na região sul em 2012 X 2011. A taxa de crescimento foi de 3,9% no Paraná, 6,9% em Santa Catarina e 4,2% no Rio Grande do Sul, superando a média brasileira¹⁵.

Os resultados alcançados são atribuídos a uma série de fatores que foram organizados no decorrer dos anos, entre eles, a organização da pequena propriedade, que passou a investir na produção de leite como uma das alternativas de renda, conforme os dados da Figura 1, a seguir¹⁶.

Figura 1: Evolução da produção de leite no Rio Grande do Sul, 1990/2010



Fonte IBGE – *Estimativa 2011

2.3 Biogás

O biogás é um combustível gasoso composto por hidrocarbonetos de cadeia curta e linear, principalmente metano (CH_4) (65%). A produção de metano ocorre naturalmente em diferentes ambientes como pântanos, solo, sedimentos de rios, lagos, reservatórios de hidrelétricas e mares, assim como, nos processos digestivos de animais ruminantes (fermentação entérica)³.

Para a produção de biogás, o material orgânico, neste caso o dejetos animal, é metabolizado, através de digestão anaeróbica, por uma mistura de microorganismos capazes de metabolizar carboidratos, lipídeos e proteínas produzindo, principalmente, metano (CH₄), dióxido de carbono (CO₂) e material celular. Esse processo de digestão anaeróbica é conhecido como biometanização e compreende um sistema biológico delicadamente balanceado, onde cada microorganismo tem uma função essencial³.

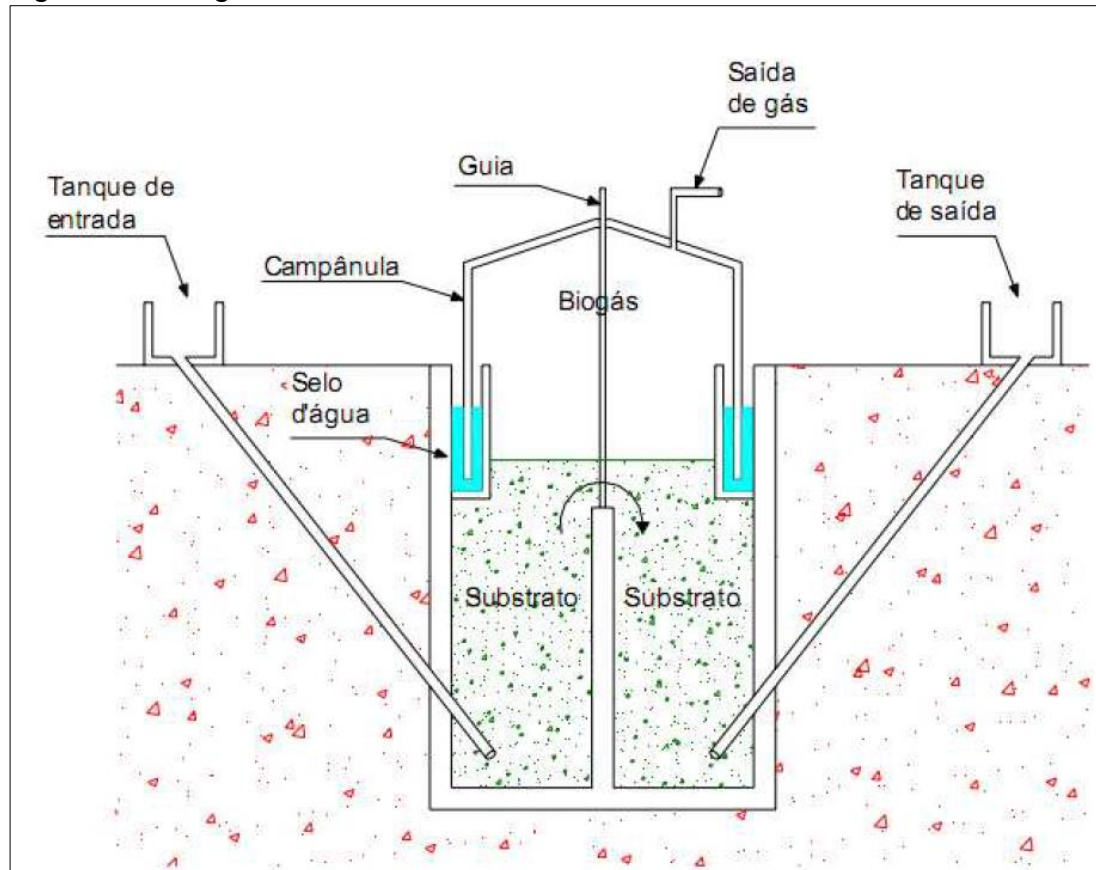
Do ponto de vista ambiental, o biogás tem seu uso defendido por toda parte do mundo pelo fato de poluir muito menos a atmosfera, ajudando assim a desacelerar o aquecimento global. Do ponto de vista agrícola, a substituição dos derivados combustíveis a base de petróleo pode economizar com a diminuição de gastos. Do ponto de vista sanitário, o uso de biodigestores para coleta de dejetos poderia ajudar a minimizar os problemas de saúde pública oriundos desses dejetos carregados de patógenos¹⁷.

2.3.1 Modelos de biodigestores

2.3.1.1 Biodigestor Indiano

Esse modelo de biodigestor aproveita a temperatura do solo que é pouco variável, favorecendo a ação das bactérias e com isso o processo de fermentação acontece mais rápido. O modelo indiano, que se encontra na Figura 2, ocupa pouco espaço a construção por ser subterrânea, dispensa o uso de reforços, como cintas de concreto¹⁸.

Figura 2: Biodigestor Indiano

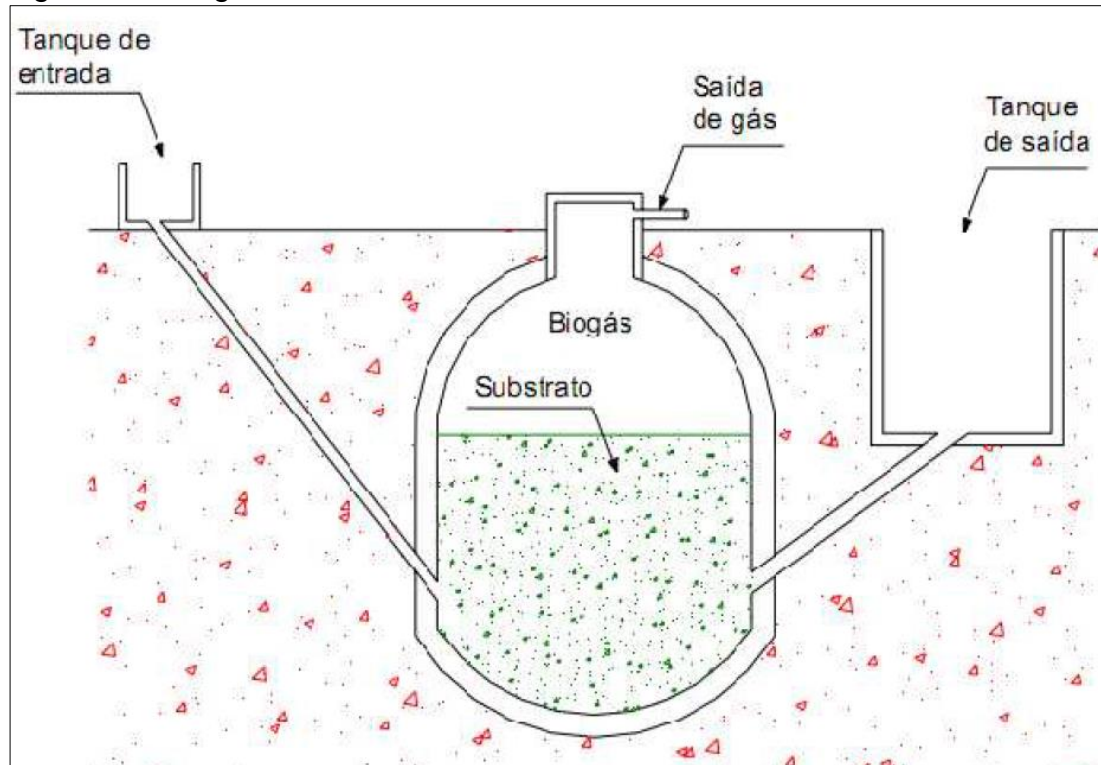


Fonte: Referência 18.

2.3.1.2 Biodigestor Chinês

Esse modelo é mais rústico que os outros, é todo construído em alvenaria, como pode ser observado na Figura 3, tem o corpo em formato cilíndrico com o fundo e o teto em formato de calotas, dando mais trabalho na sua construção, pois os tijolos tem que ser assentados sem escoramento dos pedreiros. Além disso, precisa de uma boa camada de impermeabilizantes, nas paredes internas e externas, como forma de impedir infiltrações de água, trincas ou rachaduras¹⁸.

Figura 3: Biodigestor Chinês

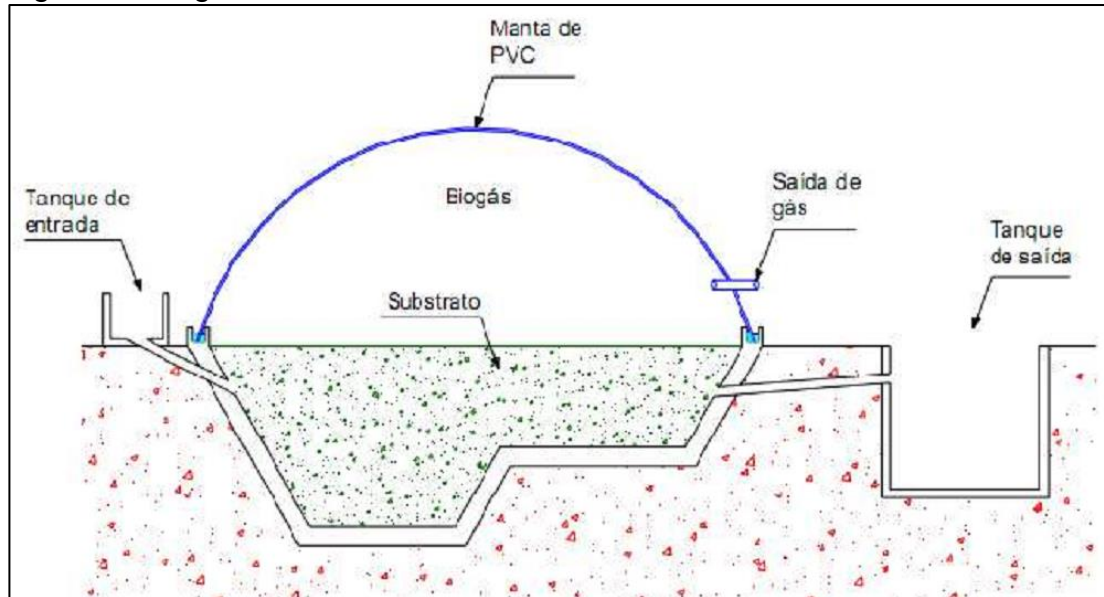


Fonte: Referência 18.

2.3.1.3 Biodigestor Canadense

O biodigestor Canadense também conhecido como da marinha ou fluxo tubular, conforme Figura 4, pois seu custo é menor, não necessita de profundidade para sua implantação necessitando de limpeza apenas uma vez ao ano. Caracteriza-se por possuir uma base retangular onde o substrato é depositado, com a largura maior que a profundidade, fazendo com que há maior área de exposição ao sol, tornando maior a produção de biogás, seu gasômetro é feito em manta flexível de PVC, que apesar de caro é fácil no manuseio de limpeza, podendo ser retirado, infla como um balão conforme a produção do biogás¹⁸.

Figua4: Biodigestor Canadense



Fonte: Referência 18.

2.4 Utilização do biogás como alternativa energética e o desenvolvimento sustentável

A adoção de sistemas de tratamento de dejetos animais com biodigestores, quando bem manejados, é considerada uma alternativa que, além do ganho ambiental ao reduzir substancialmente a demanda por oxigênio do efluente, tem como subprodutos o biogás que pode ser convertido em energia elétrica, gerando receita aos produtores³.

A produção de matéria prima combinada com a operação de plantas de biogás torna essa tecnologia economicamente atrativa para produtores rurais e fornece a eles um lucro adicional. Os produtores adquirem, também, uma nova e importante função social como fornecedores de energia e operadores no tratamento dos resíduos¹⁹.

Existem várias utilizações para o biogás, dependendo da sua natureza e a demanda local. Geralmente ele pode ser utilizado para a produção de calor, produção de eletricidade, ou como combustível para veículos¹⁹.

2.5 Incentivo do governo para criação de usinas geradoras de energia

A oferta de crédito para este segmento está se ampliando na medida em que as tecnologias ambientalmente sustentáveis estão sendo incentivadas. Como uma

dessas iniciativas, o Programa Nacional de Agricultura Familiar (Pronaf), criou recentemente o Pronaf – Eco, que destina recursos do BNDES, para tecnologias de energia renovável e tecnologias ambientais.

Os limites de financiamento irão variar conforme o grupo do Pronaf e os recursos podem ser acessados de forma individual, coletiva ou em grupo. Na perspectiva do projeto, a modalidade coletiva pode atingir um limite de crédito de até R\$ 750.000,00 para o financiamento de construção, reforma ou ampliação de instalações permanentes, máquinas e equipamentos²⁰.

Também existe o Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC que possui como objetivo principal reduzir os impactos ambientais da produção agropecuária, onde as operações no âmbito do programa serão realizadas através das instituições financeiras credenciadas. Produtores rurais (pessoas físicas ou jurídicas), e suas cooperativas, inclusive para repasse a cooperados podem solicitar esse tipo de financiamento. A taxa de juros se mantém entre 4,5% ao ano (a.a.) para produtores que se enquadrem como beneficiários do Pronamp, e 5% a.a., para os demais casos²¹.

O BNDES financia até 100% do valor dos investimentos, observado o limite de até R\$ 2 milhões por cliente, por ano-safra. No caso de financiamentos à cooperativas para repasse a cooperado, o limite se refere a cada cooperado beneficiado pelo financiamento. Dentre as linhas de financiamento, encontram-se projetos que envolvam plantio direto "na palha"; implantação, manutenção e melhoramento de sistemas de tratamento de dejetos e resíduos; e fixação biológica do nitrogênio e melhoramento do manejo de florestas comerciais podem ter até 10 anos de prazo, incluindo carência de até 5 anos²¹.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Foram realizadas visitas, nos dias 06 e 07 de julho do ano de 2014, em nove propriedades produtoras de leite, localizadas nos municípios de São Paulo das Missões e Salvador das Missões integrantes de duas cooperativas, Cooperoque, Coopeagril e um produtor com instalações no sistema intensivo de confinamento que vende sua produção para uma empresa particular. Foi aplicado o questionário, que se encontra no Apêndice 1, a todos os produtores contendo questões abertas e fechadas.

Na Tabela 02 encontram-se os dados referentes aos produtores entrevistados, quantia de animais, horas de coleta e localização geográfica.

Tabela 2: Resultado das entrevistas

| Produtor | Animais (n°) | Horas de coleta | Localização geográfica |
|----------|--------------|-----------------|------------------------|
| R.G. | 26 | 8 | 28°1'54"S 55°2'35"O |
| L.V. | 20 | 4 | 28°1'27"S 55°2'20"O |
| C.G. | 30 | 2 | 28°1'3"S 55°1'10"O |
| G.P. | 39 | 4 | 28°3'48"S 54°48'31"O |
| C.P. | 62 | 7 | 28°4'35"S 54°49'56"O |
| V.W. | 103 | 3 | 28°1'45"S 54°54'59"O |
| J.M. | 56 | 24 | 27°57'34"S 54°59'7"O |
| J.V. | 7 | 2 | 23°1'3"S 55°1'10"O |
| L.F. | 34 | 12 | 28°1'45"S 55°0'35"O |

Fonte: Elaborado pela autora

Na Tabela 3 se apresentam os dados referentes aos produtores entrevistados, quantia de animais, quantia de fezes coletadas por dia, horas de coleta, se há esterqueira, capacidade de produção de biogás em m³ e o consumo de energia mensal.

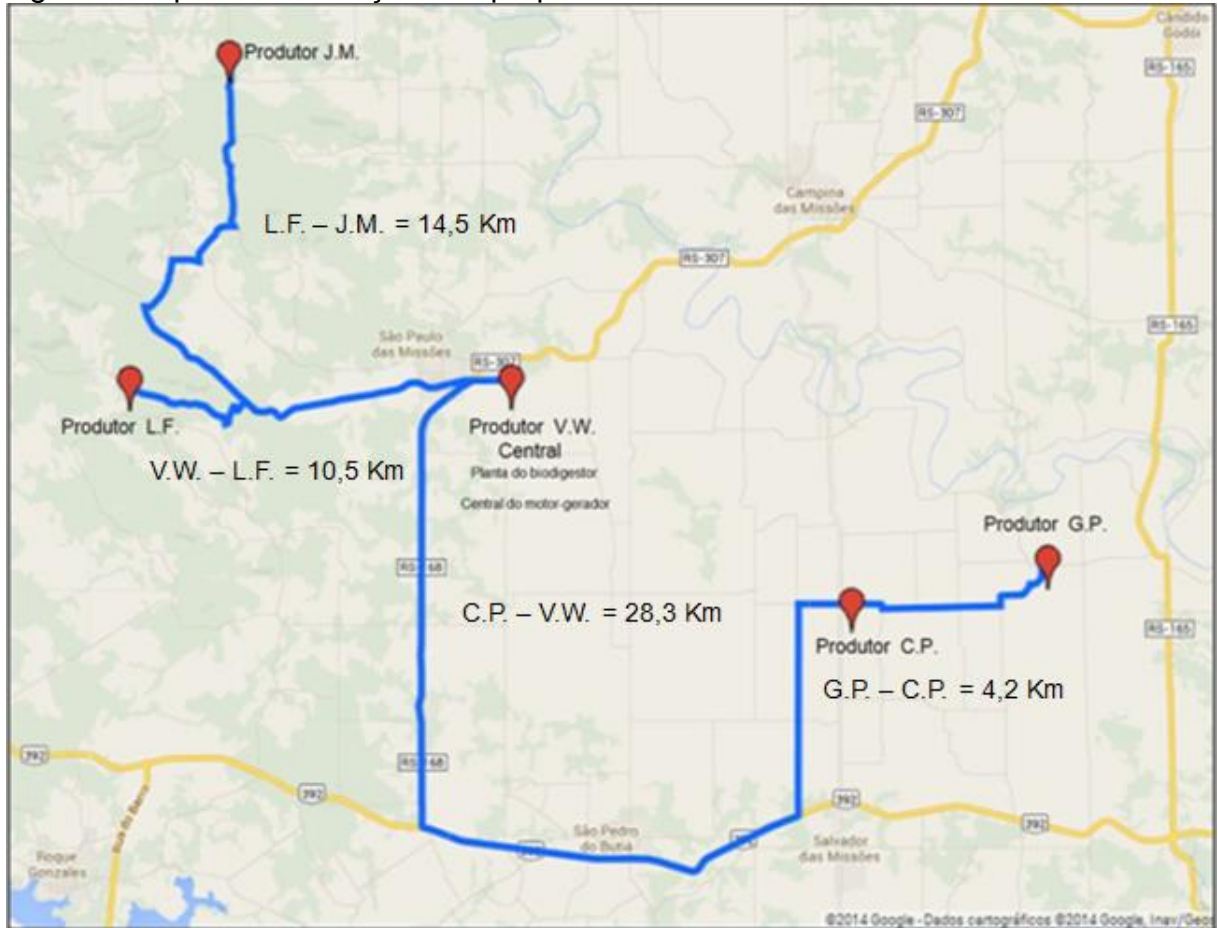
Tabela 3: Dados coletados

| Produtor | Animais (n°) | Fezes (Kg/dia) | Esterqueira | Volume (m ³) | Consumo (kW/mês) |
|----------|--------------|----------------|-------------|--------------------------|------------------|
| R.G. | 26 | 86,66 | Não | | 425 |
| L.V. | 20 | 33,33 | Não | | 269 |
| C.G. | 30 | 25 | Não | | 400 |
| G.P. | 39 | 65 | Sim | 87,5 | 892 |
| C.P. | 62 | 180,83 | Sim | 294 | 1200 |
| V.W. | 103 | 128,75 | Sim | 81 | 2150 |
| J.M. | 56 | 560 | Sim | 410 | 2500 |
| J.V. | 7 | 5,83 | Não | | 240 |
| L.F. | 34 | 170 | Sim | 3,5 | 650 |

Fonte: Elaborado pela autora

Destes, foram selecionados cinco produtores cujos dados se encontram em destaque, os quais são respectivamente G.P., C.P., V.W., J.M., L.F. Pelo fato de possuírem esterqueiras e a produção de resíduo ser suficiente para a produção de biogás necessária para suprir as necessidades energéticas das propriedades 5 propriedades.

Figura 2: Mapa de localização das propriedades selecionadas.



Fonte: *GoogleMaps*.

A distância total entre os produtores é de 57 km devido a este motivo e a sua produção de dejetos insuficiente para a implantação de um biodigestor em cada propriedade e a inviabilidade de construção de um gasoduto para fazer a ligação em decorrência do seu alto valor de investimento que foi constatado através análise de estudo publicado²², a implantação seria economicamente inviável. Nesta perspectiva foi decidido através de estudo logístico que haverá uma central de produção de biogás e geração de energia na propriedade do Sr. V.W., localizada entre os demais produtores para facilitar a distribuição de energia e também a rota do caminhão que

será encarregado de levar os dejetos até a planta do biodigestor, diminuindo o custo de produção. O serviço de transporte dos resíduos até a central será terceirizado, diminuindo o custo, sendo como custo apenas os valores cobrados por quilômetro rodado. Sabendo que o trajeto é no total 57Kme através de levantamento na região obteve-se o valor de R\$35,00 a taxa cobrada por 3Km e após isso R\$ 2,00/Km e que um tanque possui volume igual a 8.000 litros devem ser feitas de 4 a 5 viagens ao mês das esterqueiras para a central do biodigestor somando o valor anual de R\$8.940,00.

Analisando os dados coletados constata-se que a quantidade de fezes produzidas diariamente é de 1.104,58Kg, considerando que o potencial de produção de biogás por Kg de resíduos é de 0,04m³ a quantia de biogás a ser gerada diariamente será de 44,18 m³. Na Tabela 02 verifica-se o potencial de produção de biogás de diferentes espécies animais.

Tabela 4: Potencial de produção de biogás

| Espécie | m ³ de biogás/Kg de esterco |
|------------------|--|
| Caprino/ovino | 0,040 – 0,061 |
| Bovinos de corte | 0,040 |
| Bovinos de leite | 0,040 – 0,049 |
| Suíños | 0,075 – 0,089 |

Fonte: Referência 9

O volume de carga diária obtém - se através da soma dos resíduos da produção dos produtores selecionados e a diluição da água deve estar em torno de 1:1 a 1:2, ou seja, uma quantidade de água para a outra de substrato. Tanto o excesso quanto a falta da água são prejudiciais para o sistema, onde a falta pode provocar entupimento na tubulação e o excesso pode atrapalhar o processo da hidrólise, pois é exigida uma elevada carga de biomassa para que a mesma se processe adequadamente. onde encontramos⁹:

$$VC = \frac{Qe}{1000} + \text{ÁGUA}$$

Onde:

G.P. = 65 Kg/dia

C.P. = 180,83 Kg/dia

$$V.W. = 128,75 \text{ Kg/dia}$$

$$J.M = 560 \text{ Kg/dia}$$

$$L.F. = 170 \text{ Kg/dia}$$

$$VC = (1104,58/1000) + \text{água}$$

$$VC = 1,1045 + 1,1045$$

$$VC = 2,2045$$

O tempo de retenção dos dejetos depende da capacidade das bactérias em degradar a matéria orgânica. Um método prático de estimar o tamanho do biodigestor é dado pela fórmula abaixo¹⁰.

$$VB = VC * TRH$$

Utilizando a equação acima para os dados encontrados no estudo, temos:

$$VB = 2,2045 * 35$$

$$VB = 77,16$$

O custo de instalação do biodigestor é estimado em R\$ 150,00 por m³ da lagoa anaeróbia, portanto temos⁷:

$$Cbd = 150 * Vbd$$

$$Cbd = 150 * 77,16$$

$$Cbd = 11574,0625$$

O modelo de moto-gerador escolhido foi SG25BA Fockink de 25KVA contínuo, no valor de R\$ 53.000,00, pelo fato de comportar a produção de biogás para geração de energia e ter a capacidade de funcionamento de 24 horas se necessário. Porém, conforme a capacidade de produção diária de 44,18 m³ de biogás será possível deixar o gerador em funcionamento por aproximadamente 4 horas diárias²³.

O valor energia elétrica consumida no mês é definida segundo os dados da Tabela 1:

$$Eca = Eem * 12$$

Onde⁷:

$$G.P. = 892 \text{ KW/mês}$$

$$C.P. = 1.200 \text{ KW/mês}$$

$$V.W. = 2.150 \text{ KW/mês}$$

$$J.M = 2.500 \text{ KW/mês}$$

$$L.F. = 650 \text{ KW/mês}$$

$$Eca = 7392 * 12$$

$$Eca = 88704$$

A economia com energia elétrica foi calculada usando a tarifa cobrada por KW de R\$ 0,33145 pela companhia de energia elétrica Cermissões para o fornecimento convencional rural.

$$Eee = Eca * Cee$$

$$Eee = 88704 * 0,33145$$

$$Eee = 29400,9408$$

Sendo utilizada a capacidade total de geração do gerador, a propriedade terá um retorno de R\$52.501,68 no período de um ano, sendo que o excedente da produção elétrica poderá ser vendida para a companhia de energia elétrica.

No que se refere ao financiamento do projeto de implantação, utilizou-se a linha de crédito do Programa ABC concedido pelo BNDES (Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social) para cooperativa ou conforme a renda por ano agrícola do produtor²¹. Para organização e manutenção estipulou-se a taxa de 4% a.a. sobre o investimento realizado no sistema de biodigestor²⁴. O investimento inicial será de R\$ 64.974,06, a qual está incluída a implantação do biodigestor e o

gerador de energia adaptado para combustão do biogás. Um fator limitante na viabilidade técnica do sistema de geração de eletricidade seria o aumento da escala de produção e do consumo de energia na propriedade, além de eventuais adequações para a comercialização da energia elétrica, podem implicar a necessidade específica de mão de obra e investimentos adicionais.

O *Pay Back* do investimento é cerca de 3 anos, dessa forma, o investimento apresenta-se viável diante da análise, pois o tempo de amortização do biodigestor é de 10 anos, e o prazo do financiamento possui cinco anos de carência e outros cinco anos para pagamento, o que facilita o desenvolvimento do projeto, pois os primeiros anos de produção são cruciais para que a implantação dê resultado, gerando R\$ 25.000,00/ano de lucro e nos próximos cinco anos de pagamento do financiamento ele gera R\$ 11.000,00/ano de lucro por ano. Sendo que a análise é feita de uma forma em que os números sejam fixos, sem cogitar a possibilidade de os produtores investirem no aumento de sua produção e conseqüentemente aumentarem o seu lucro e produção.

A TIR (Taxa Interna de Retorno) teve valor de 30%, nesta perspectiva o investimento também é viável. Considerando o VPL (Valor Presente Líquido) obtido de R\$188.778,78, valor superior a zero (0) indicando que o investimento também é viável sob esta ótica, e considerando as análises da TIR e do *Pay Back*, pode-se considerar que o investimento é auto-sustentável. Além de viável, a análise mostra que o investimento também é consideravelmente rentável, podemos observar os valores calculados para VPL, TIR e *Pay Back* no apêndice 2.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados encontrados no presente estudo, podemos constatar que em propriedades onde não há esterqueiras, pode estar ocorrendo contaminação ambiental, pois se não há um destino adequado e nem tratamento para os resíduos da atividade certamente está ocorrendo a poluição. Existem tecnologias simples que podem ser implantadas para o aproveitamento desses resíduos para a produção de energia, como os biodigestores para a produção de biogás. A possibilidade de se produzir energia a partir desse dejetos nos aponta para uma alternativa sustentável, já que destina adequadamente esse material potencialmente poluente para uma finalidade nobre que é a produção de energia.

O estudo apresenta a viabilidade de produção de biogás para a região que é apresentada pelos resultados positivos da TIR e do VPL e o Pay-back encontra-se em um período curto e dentro do prazo de carência.

Desta forma constata-se que é possível a geração de energia elétrica a partir dos resíduos e que a produção auxiliará na redução do impacto ambiental e tornando-se uma fonte energética alternativa. Fazendo com que o produtor se torne um agente social com a produção de energia elétrica e pela preservação ambiental.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. SEBRAE. **Uso de resíduos e dejetos como fonte de energia renovável.** <[http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/1444A5CABEE102E383257428004FDF09/\\$File/NT0003768A.pdf](http://bis.sebrae.com.br/GestorRepositorio/ARQUIVOS_CHRONUS/bds/bds.nsf/1444A5CABEE102E383257428004FDF09/$File/NT0003768A.pdf)>. Acesso em 22/02/2013
2. EVANGELISTA, M. L. S.; HECKLER, V.; ELGER, F. A.; GRIEBLER, G.; NÜSKE, A. C. **A sustentabilidade no sistema produtivo da atividade leiteira na Região Fronteira Noroeste do Rio Grande do Sul.** XIII SIMPEP. Bauru, SP, 6 a 8 de novembro de 2006.
3. TESTON D. C. **A produção de energia a partir de esterco bovino como solução ambiental para impactos gerados por sistemas intensivos de produção animal.** Monografia, Instituto de Eletrotécnica e Energia da Universidade de São Paulo, USP 2010.
4. MAI, T., GARCIA, D. C., GOBO, A. B., SILVEIRA, J. K., LUCCHESI, O. A. **Produção de biogás a partir de resíduos orgânicos na região noroeste do Estado do Rio Grande do Sul.** III Seminário de Inovação e Tecnologia. Relatório técnico-científico. 2013.
5. Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER). <<http://www.emater.tche.br/site/area/bovinocultura.php>>, 2013. Acesso em 13/02/2014.
6. GIL, Antonio C. **Estudo de Caso.** São Paulo: Atlas, 2009.
7. PRATI, L. **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores.** Monografia, Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2010.
8. OLIVEIRA, 1993; SALOMON, 2007 *apud* PRATI, L. **Geração de energia elétrica a partir do biogás gerado por biodigestores.** Monografia, Universidade Federal do Paraná, UFPR, 2010.
9. NEVES, V. L. V. **Construção de biodigestor para produção de biogás a partir da fermentação de esterco bovino.** Trabalho de graduação, Faculdade de Tecnologia de Araçatuba, Fatec, 2010.
10. FCAV Unesp de Jabotical *apud* OLIVER, A. de P. M.; NETO, A. de A. S.; QUADROS, D. G. de; VALLADARES, R. E.. **Manual de Treinamento em Biodigestão.** Disponível em <http://www.neppa.uneb.br/textos/publicacoes/manuais/manual_biodigestor_winrock.pdf> Acesso em 25/07/2014.
11. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 2012 *apud* SPEROTTO, P. A. **A viabilidade de utilização dos contratos de integração na cadeia produtiva do leite na região noroeste do Rio Grande do Sul.** Monografia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI. 2012.
12. Fundação de Economia e Estatística do Estado do Rio Grande do Sul. Unidades Geográficas. <http://www.fee.rs.gov.br/feedados/consulta/unidades_geo_micros.asp?n=Microrregi%E3o%20Cerro%20Largo>. Acesso em 20/02/2014
13. WESZ JUNIOR, V. J. **As agroindústrias familiares e o acesso ao financiamento rural na microrregião de Cerro Largo/RS.** Sociedade e Desenvolvimento Rural, Vol. 7,(3), 41-67 (2013).

14. CARVALHO, 2002 apud. MARION FILHO, P. J., OLIVEIRA, L. F. V. **A especialização e a concentração da produção de leite nas microrregiões do Rio Grande do Sul (1990 – 2007)**. Ensaios FEE, Porto Alegre, Vol. 31, Número Especial, p. 635-647, jun. 2011.
15. LIMA FILHO, R. R. **Como e onde tem crescido a pecuária leiteira na região Sul**. ScotConsultoria, out. de 2013. <<http://www.scotconsultoria.com.br/noticias/artigos/32526/como-e-onde-tem-crescido-a-pecuaria-leiteira-na-regiao-sul.htm>> Acesso em 19/03/2014.
16. SPEROTTO, P. A. **A viabilidade de utilização dos contratos de integração na cadeia produtiva do leite na região noroeste do Rio Grande do Sul**. Monografia, Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, UNIJUI. 2012.
17. ROYA, B.; FREITAS, E.; BARROS, E.; ANDRADE, F.; PRAGANA, M.; SILVA, D. J. A. **Biogás – uma energia limpa**; Revista Eletrônica Novo Enfoque, Vol. 13, p. 142 – 149. 2011.
18. BERNI, J. V. **Fermentação anaeróbica de dejetos bovinos em biodigestor canadense: análise de macro e micronutrientes de biofertilizante**. Araçatuba, São Paulo. Fatec, 2011.
19. SEADI, T. A. et al. **Biogas Handbook**. University of Southern Denmark. 2008.
20. Banco Nacional do Desenvolvimento, (BNDES). **Pronaf Eco**. <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/pronaf_eco.html> Acesso em 27/02/2014.
21. Banco Nacional do Desenvolvimento, (BNDES). **Programa para Redução da Emissão de Gases de Efeito Estufa na Agricultura – Programa ABC** <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/bndes/bndes_pt/Institucional/Apoio_Financeiro/Programas_e_Fundos/abc.html>. Acesso em 27/07/2014.
22. BLEY, C.; AMON, D. **Bio-energy in family farming: A new sustainable perspective for the rural sector in Brazil**. IEA Bioenergytask 37 “Energy from Biogas”. Setembro de 2012.
23. FOCKINK. Disponível em: <http://www.fockink.ind.br/portal/admin/Arquivos/down_226_1.pdf>. Acesso em 23/07/2014.
24. FONSECA, F. S. de T.; ARAÚJO, A., R., A. de.; HENDGES, T., L.. **Análise de viabilidade econômica de biodigestores na atividade suinícola na cidade de Balsas – MA: um estudo de caso**. Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural. Porto Alegre, julho de 2009.

APÊNDICE 1

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PAMPA
CAMPUS DOM PEDRITO

Questionário integrante do projeto de pesquisa “Viabilidade da utilização dos resíduos da produção leiteira do Noroeste do Estado para produção de Biogás”.

Data do Preenchimento ____/____/2014

CARACTERIZAÇÃO DA PROPRIEDADE

1. Cidade-sede da propriedade _____ Estado _____

2. Qual o número total de bovinos de leite?

3. Qual o volume médio de leite produzido diariamente?

4. Quantas horas diárias os animais ficam confinados para a coleta de resíduos?

5. Possui esterqueira?

() Sim

() Não

Se sim, quais as dimensões?

6. Qual o destino dos resíduos animais gerados pela produção leiteira?

7. Qual a origem da energia elétrica utilizada?

() Companhia de energia

() Fonte própria. Qual: _____

8. Qual o consumo em kW/m na propriedade?

Maiores esclarecimentos a respeito do questionário podem ser obtidas pelo e-mail rafaelmaurer@unipampa.edu.br, Prof. Rafael Lucyk Maurer, telefone celular (51) 8040-5598 ou Janete Neunfeld pelo e-mail janedvneunfeld@gmail.com

APÊNDICE 2

Tabela 5: *Pay-back*, VPL e TIR

| | ANO 0 | ANO 1 | ANO 2 | ANO 3 | ANO 4 | ANO 5 | ANO 6 | ANO 7 | ANO 8 | ANO 9 | ANO 10 |
|--------------------------------|----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|
| INVESTIMENTOS | 64974,06 | | | | | | 12994,8 | 12994,8 | 12994,8 | 12994,8 | 12994,81 |
| Amortização 10% a.a | | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,41 | 6497,406 |
| TAXA FINANCIAMENTO 5% a.a | | | | | | | 14269,1 | 14269,1 | 14269,1 | 14269,1 | 14269,09 |
| Custo logística terceirizada | | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 | 8940 |
| Manutenção equipamentos 4% a.a | | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,3 | 11415,27 |
| Retorno produção de energia | | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,7 | 52501,68 |
| FLUXO DE CAIXA | -64974,06 | 25649 | 25649 | 25649 | 25649 | 25649 | 11379,9 | 11379,9 | 11379,9 | 11379,9 | 11379,92 |
| ACUMULADO | -64974,06 | -39325 | -13676 | 11973 | 37622 | 63271 | 74650,9 | 86030,8 | 97410,7 | 108791 | 120170,5 |
| PAY-BACK EM 3 ANOS | | | | | | | | | | | |
| VPL | R\$ 188.778,78 | | | | | | | | | | |
| TIR | 30% | | | | | | | | | | |

Fonte: Elaborado pela autora