



PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS  
MESTRADO EM ECOLOGIA E PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL

ANTÔNIO JORGE DE OLIVEIRA

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO BIOGÁS, EXTRAÍDO DA  
SUINOCULTURA, COMO FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL**

GIOÂNIA

2012

**ANTÔNIO JORGE DE OLIVEIRA**

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO BIOGÁS, EXTRAÍDO DA  
SUINOCULTURA, COMO FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL**

---

*Dissertação de Mestrado em Ecologia  
e Produção Sustentável para obtenção  
do Título de Mestre pela Pontifícia  
Universidade Católica de Goiás.*

---

Orientador: Prof. Dr. Roberto T. de Magalhães

GOIÂNIA

2012

ANTÔNIO JORGE DE OLIVEIRA

**ESTUDO DA VIABILIDADE ECONÔMICA DO USO DO BIOGÁS, EXTRAÍDO DA  
SUINOCULTURA, COMO FONTE DE ENERGIA ELÉTRICA RENOVÁVEL**

APROVADO EM \_\_\_\_/\_\_\_\_/2012.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof. Dr. Roberto Toledo de Magalhães

ORIENTADOR

Profa. Dra. Solange Xavier dos Santos

MEMBRO

Prof. Dr. José Paulo Pietrafesa

MEMBRO

“De tudo ficaram três coisas...  
A certeza de que estamos começando...  
A certeza de que é preciso continuar...  
A certeza de que podemos ser interrompidos  
antes de terminar...  
Façamos da interrupção um caminho novo...  
Da queda, um passo de dança...  
Do medo, uma escada...  
Do sonho, uma ponte...  
Da procura, um encontro!”

*Fernando Sabino*

---

## **AGRADECIMENTOS**

*Ao DEUS pai e ao nosso mais verdadeiro amigo, o nosso Senhor Jesus Cristo, por tudo.*

*A minha família, a quem renunciei alguns momentos de lazer para dedicar aos estudos. Pelo apoio irrestrito que sempre me deram durante a jornada por essa estrada tão bela, aprender e conhecer.*

*À Pontifícia Universidade Católica de Goiás (PUC-GO), pela oportunidade de realizar um sonho.*

*A todos os professores, mestres e doutores, que se dedicam a levar, o conhecimento, dando o melhor de si.*

*À professora da Universidade Estadual de Goiás e Doutoranda, Maria Joselma de Moraes, pelo apoio, dedicação, incentivo e amizade.*

*Ao professor Dr. Roberto Toledo, meu orientador, pela amizade e apoio durante o curso.*

*Às professoras Dras. Cleonice Rocha e Maria Luíza pelos incentivos.*

*Ao amigo Júlio César de Carvalho, pelo apoio e orientações técnicas.*

*Aos meus colegas e companheiros de turma, que sempre estiveram ao meu lado, pois jamais me esquecerei dos tempos aos quais estivemos juntos na jornada outrora difícil, mas emocionante, Carlos Willian e Júlio César Caixeta.*

*E a todos os amigos e colegas, que sempre estiveram ao meu lado apoiando e incentivando para que eu nunca viesse a desistir, mas sempre lutar pelos meus*

*ideais, pela força nos momentos difíceis da vida e na realização desse trabalho, direta ou indiretamente, quero deixar meus abraços e carinho a todas essas pessoas.*

OLIVEIRA, Antônio Jorge de. **Estudo da viabilidade econômica do uso do biogás, extraído da suinocultura, como fonte de energia elétrica renovável.** Dissertação de conclusão do Mestrado em Ecologia e Produção Sustentável. Pontifícia Universidade Católica de Goiás, 2012.

## RESUMO

O presente trabalho teve por finalidade desenvolver um estudo da viabilidade econômica do uso do biogás extraído dos dejetos da suinocultura como fonte de energia elétrica renovável. Os objetivos específicos visaram dimensionar um grupo gerador capaz de suprir, através da digestão anaeróbia, toda a produção do gás metano gerado pelos biodigestores, instalados na suinocultura e transformá-lo em energia elétrica. O trabalho teve como base dados coletados na Suinocultura Ponta Verde, localizada na fazenda TETEI, município de Goianópolis – Goiás. A pesquisa foi caracterizada como qualitativa por tratar-se de mitigação de danos ambientais, embora apoiada em dados de custos. A coleta de dados foi estabelecida por observação direta no local e entrevistas com técnicos e veterinários da suinocultura. Foi realizado o levantamento do quantitativo de animais em suas diversas fases de maturação, do cálculo de dejetos produzidos e da quantidade de gás gerado por ele, além dos custos com investimentos capazes de utilizar todo o biogás gerado e a avaliação econômico-financeira do projeto. A comparação de custos entre a utilização da nova energia com a convencional mostra que esta possibilitará ao suinocultor um ganho econômico substancial, fazendo com que a suinocultura não seja suscetível às incertezas de energia externa, possibilitando segurança e garantia na produção.

**Palavras-chave:** Dejetos. Tratamento de resíduos. Biodigestão. Avaliação econômica-financeira.

## ABSTRACT

The present work had at finality to develop an economic viability study of the use of biogas extracted from pig farming wastes, as a source of renewable energy. The specific objectives aimed to scale a generator group able of supplying, by anaerobic digestion, all the production of methane gas generated by biodigesters, currently installed in pig farming and turn it into electricity. The work was based on data collected in Ponta Verde's Pig Farming, located on the TETEI's farm, in the municipality of Goianópolis – Goiás. The research was characterized as qualitative as it is mitigation of environmental damage, although supported by costs data. The data collection was established by direct observation and interviews with technicians and veterinarians of pig farming. It was done a quantitative research of animals in their various stages of maturation, calculating waste produced and the amount of gas generated by him. Also the costs of investments able to use all the biogas generated and the *economic and financial evaluation* of the project. The cost comparison between the use of new energy with conventional, shows that the new energy, will allow the swine producer a substantial economic gain, causing the pig farming is not susceptible to the vagaries of external energy, creating a better safety and guarantee in production.

**Key - words:** Wastes. Residues treatment. Biodigestion. Economic and financial evaluation.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> – Imagem satélite de Goianópolis - GO.....	26
<b>Figura 2</b> – Foto Aérea da Propriedade .....	27
<b>Figura 3</b> – Biodigestores atualmente instalados na suinocultura.....	28
<b>Figura 4</b> – Lagoas de Estabilização .....	29
<b>Figura 5</b> – <i>Flare</i> .....	29
<b>Figura 6</b> – Grupo Gerador à Biogás .....	30
<b>Figura 7</b> – Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro.....	39
<b>Figura 8</b> – Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro, deduzidas as despesas das receitas .....	40
<b>Figura 9</b> - Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro .....	42
<b>Figura 10</b> - Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro, depois de deduzidos custos .....	43

## LISTA DE QUADROS

<b>Quadro 1</b> – Valores da DBO do suíno, por fases de desenvolvimento, em sistema de confinamento.....	21
<b>Quadro 2</b> – Quantidade de Suínos por diferentes fases de desenvolvimento, criados confinamento.....	26
<b>Quadro 3</b> - Produção média/diária de dejetos em sistema de confinamento, por diferentes fases de desenvolvimento .....	27
<b>Quadro 4</b> – Custos com o investimento a partir dos dejetos tratados .....	32
<b>Quadro 5</b> – Detalhamento de custos como Grupo gerador .....	33
<b>Quadro 6</b> - Custos com o investimento incluindo tratamento dos dejetos .....	34
<b>Quadro 7</b> - Valores Totais de Dejetos Produzidos, na Suinocultura em kg/dia e l/dia. ....	36

## GRÁFICOS

<b>Gráfico 1</b> – Produção de carne suína no Brasil (milhões de toneladas) .....	16
---	----

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO</b> .....	13
<b>1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	16
1.1 A EVOLUÇÃO DA SUINOCULTURA.....	16
1.2 OS DEJETOS DE SUÍNOS E O MEIO AMBIENTE .....	18
1.3 ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS .....	22
1.4 TIPOS DE BIODIGESTORES.....	22
1.5 O BIOFERTILIZANTE .....	23
<b>2 MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	25
2.1 ESTUDO DE CASO .....	25
2.2 LOCALIZAÇÃO .....	25
2.3 PRODUÇÃO ATUAL DE SUÍNOS NA PROPRIEDADE .....	26
2.4 QUANTIDADE MÉDIA/DIA DE DEJETOS DE SUÍNOS .....	28
2.5 TRATAMENTO DOS DEJETOS .....	28
2.6 ENERGIA UTILIZADA NA PROPRIEDADE.....	30
2.7 MÉTODO PARA DIMENSIONAR O BIODIGESTOR.....	30
2.8 MÉTODO PARA O CÁLCULO DO VOLUME DE BIOGÁS .....	31
2.9 MÉTODO UTILIZADO PARA O CÁLCULO DA ENERGIA ELÉTRICA.....	31
2.10 MÉTODO UTILIZADO PARA O ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA	31
2.11 LEVANTAMENTO DOS CUSTOS COM O SISTEMA DE OBTENÇÃO DE ENERGIA .....	32
<b>3 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	36
3.1 FLUXO DE CAIXA – HIPÓTESE 1 .....	39
3.1.1 <b>Análise de viabilidade do investimento, considerando a 1ª hipótese</b> .....	41
3.2 FLUXO DE CAIXA – HIPÓTESE 2 .....	42
3.2.1 <b>Análise de viabilidade do investimento, considerando a 2ª hipótese</b> .....	43
<b>CONCLUSÃO</b> .....	46
<b>REFERÊNCIAS</b> .....	48

**ANEXOS .....50**

## INTRODUÇÃO

A evolução e o crescimento das atividades nas últimas décadas fazem surgir problemas de ordem ambiental. Um sinal visível e que muito tem chamado atenção é o aumento na produção de dejetos, oriundos da atividade de suinocultura, que além de altamente poluente, devido à produção do gás metano ( $\text{CH}_4$ ) em grande maioria das propriedades, principalmente nas de pequeno porte, não recebem um tratamento adequado, sendo lançado diretamente ao ecossistema e contamina o ar, o solo, a vegetação, os lençóis d'água, os córregos e os rios.

O que se tem visto atualmente é que esse aumento dos impactos ao meio ambiente cresceram à medida que o emprego com tecnologias modernas, alimentação adequada e o controle das doenças, juntamente com o emprego da exploração em regime de confinamento, proporcionaram um salto na produção.

Os dejetos produzidos pelos suínos possuem uma alta Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), que é a grande responsável pela poluição. Os gases, os vapores e as poeiras geradas pela suinocultura comprometem o conforto e a saúde de homens e animais, além de corroerem equipamentos e edificações. Os elevados níveis de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, sais e bactérias contidos nos dejetos constituem risco ao meio ambiente e à saúde da população.

Convém destacar que a poluição por dejetos de suínos vem se agravando nos principais centros produtores, pois armazenagem e distribuição não significam tratamento. O grande desafio resulta em utilizar corretamente os dejetos e tratar o excesso de acordo com os padrões exigidos pela legislação.

Existem diversos métodos de armazenamento e tratamento de dejetos, entre eles os mais utilizados são a utilização de esterqueiras; lagoas de estabilização e sistema de biodigestor.

A importância do tratamento de resíduos da suinocultura, utilizando a biodigestão anaeróbia, através do biodigestor, proporciona diversos benefícios, além de oferecer o tratamento dos dejetos, que reduz o impacto ao meio ambiente, transforma em composto orgânico os seus resíduos produzidos, que são: o biogás e o biofertilizante. O primeiro para geração de calor e energia e o biofertilizante como adubo para culturas, o que pode diminuir os custos de produção.

O biodigestor mais utilizado para o tratamento dos dejetos, quando produzidos em grandes proporções, é o tipo filme plástico. Esse sistema pode aproveitar as lagoas aeróbias das propriedades onde já existe o sistema de tratamento por lagoas de estabilização, usando o filme plástico como câmara de fermentação para o aproveitamento do biogás como fonte de energia elétrica.

As fontes renováveis de energia promovem o desenvolvimento sustentável, porém as vantagens de sua implantação de forma distribuída são prejudicadas pela mentalidade arraigada de fornecer energia de forma centralizada. A forma de energia que substituirá o combustível fóssil tem que ter a preocupação com a sustentabilidade e, evidentemente, diminuir a atual degradação ambiental.

Este trabalho teve como objetivo mostrar a importância do uso do biogás gerado pelos dejetos da suinocultura e seu aproveitamento como fonte de energia renovável, bem como, o estudo de viabilidade econômica da substituição da energia convencional por essa nova energia, em que na análise de viabilidade econômica foram levantadas duas hipóteses: a 1ª a partir dos dejetos já tratados, ou seja, os custos com os biodigestores adquiridos através do crédito de carbono e a 2ª trata de todos os custos com a implantação do sistema, incluindo os biodigestores.

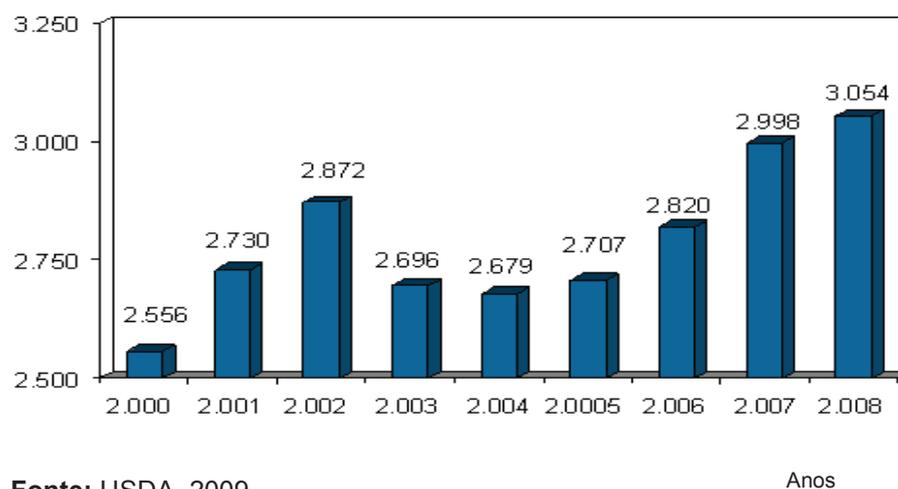
## 1 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1.1 A EVOLUÇÃO DA SUINOCULTURA

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA, 2009), a produção global de carne suína em 2010 está prevista em 101,883 milhões de toneladas equivalentes à carcaça. O Brasil, que produziu 3,054 milhões de toneladas, em 2008, deve produzir 126 mil toneladas a mais, alcançando 3.249 milhões. A Rússia, que planeja alcançar a autossustentabilidade em 2012, deve produzir 85 mil toneladas a mais, alcançando a margem de 2.290 milhões de toneladas em 2010.

Ainda, segundo USDA (2009), o Brasil é o quarto maior produtor mundial de carne de porco. A sua participação representa 2,9 % da produção total. O Gráfico 1 mostra a evolução da produção de carne suína no Brasil durante o período entre 2000 e 2008. A produção cresceu desde 2,55 até 3,05 milhões ton. a uma média de 2,45% ao ano. A redução da produção em 2003 e 2004 esteve relacionada com as fortes crises de preços em 2002, quando se eliminaram 360.000 porcas.

**Gráfico 1** – Produção de carne suína no Brasil, (milhões e toneladas).



Fonte: USDA, 2009.

Anos

Lopes et al. (2000) destacam que o deslocamento da fronteira agrícola, para o Centro-Oeste, aumentou o interesse para implantação de projetos de produção moderna de suínos. Além do mais, o Estado de Goiás está localizado próximo a diversos novos corredores de transporte, que, no médio prazo, poderão caracterizar uma excelente via de exportação, inclusive para países do Mercosul.

Segundo a Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína - ABIPECS (2010), a produção de suínos no Centro-Oeste brasileiro ganha força. A abertura de novos mercados internacionais para a carne suína de Santa Catarina deve gerar um benefício indireto para os estados produtores do Centro- Oeste, fronteira da suinocultura brasileira. "A tendência é que o porco de Santa Catarina seja cada vez mais destinado ao exterior, enquanto a demanda interna precisará ser atendida por outras regiões" (ABIPECS, 2010).

Ainda, de acordo com a ABIPECS, o movimento de migração da produção para os Estados de Mato Grosso e Goiás, em especial, começou na década passada, em busca de localidades onde o preço do milho era mais baixo do que no Sul. Além de acentuar esse processo, a abertura de novos mercados para Santa Catarina tende a ampliar a industrialização da carne suína nas novas regiões produtoras.

A evolução da suinocultura no Brasil atinge a cadeia produtiva como um todo, da genética à gestão de negócios, passando pela nutrição, instalação, sanidade, manejo e práticas ambientalmente corretas (ACCS, 2008). Envolve, indistintamente, criadores, indústrias, distribuidores e consumidores. Até meados do século passado os criadores eram independentes, com rebanho de pequenos

portes, poucos afeitos a parcerias, sendo raros os vínculos legais entre criadores e indústrias (ACCS, 2008).

No ano de 2007, as exportações de carne suína do Brasil cresceram 13%, se comparadas ao ano anterior, segundo Bisognin (2008), mostrando que em 2006 foram enviadas, ao exterior, 528.190 toneladas do produto brasileiro, enquanto que em 2007 as exportações alcançaram 606.513 toneladas.

Apesar do avanço, Bisognin (2008) revela que ainda em 2007 a meta era ter chegado as 750 mil toneladas enviadas para fora do país e afirma que o Brasil não atingiu esta marca por ficar impedido de exportar para algumas partes do mundo durante dois anos, do final de 2005 até 2007, depois da descoberta de focos de febre aftosa no Mato Grosso do Sul.

## 1.2 OS DEJETOS DE SUÍNOS E O MEIO AMBIENTE

A partir do momento em que se optou por explorações em regime de confinamento, o total de dejetos gerados, anteriormente distribuído na área destinada à exploração extensiva, ficou restrito a pequenas áreas. Além disso, houve aumento crescente da demanda por produtos de origem animal e aumento do emprego de tecnologia moderna (mecanização de operações, melhor alimentação do rebanho, controle mais eficiente de doenças, etc.), o que resultou em maior efetivo do rebanho, acompanhado por índices elevadíssimos de produtividade (SOUZA, 2005).

Sabe-se que dejetos de suínos são resíduos altamente poluidores que prejudicam o meio ambiente, em especial a qualidade da água e o desenvolvimento de peixes e outros organismos aquáticos. No Brasil e na Europa conclui-se que cada

matriz, em uma granja de ciclo completo, produz até 25 m<sup>3</sup> de dejeções ao ano, que se compõem de esterco, urina, desperdícios de água de bebedouros ou de limpeza, resíduos de rações (CAMPOS, 2005).

A concentração da produção animal em grandes sistemas de confinamento, gerando acúmulo da carga de nutrientes no solo que pode exceder a capacidade de utilização pelas culturas e provocar a degradação da qualidade da água, foi abordada por Costa (2005).

O lançamento direto em cursos d'água feito sem controle por longos anos passou a ser considerado uma ameaça para o meio ambiente como um todo e para a qualidade de vida da humanidade, tendo como principais consequências a mortalidade acentuada dos peixes e a eutrofização.

Do ponto de vista ecológico o termo “eutrofização” designa o processo de degradação que os lagos e outros corpos d'água sofrem quando excessivamente enriquecidos de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, que limitam a atividade biológica (SOUZA, 2005).

A poluição causada por dejetos de suínos caracteriza-se, diferentemente da poluição industrial, por se originar de fontes difusas e não pontuais. Isto confere a ela certa especificidade que torna complexo o uso de práticas preventivas adequadas ou mesmo medidas de controle. No contexto internacional, a poluição de origem animal só recentemente passou a ser considerada como um grave problema de soluções difíceis de serem implementadas (GUIVANT; MIRANDA, 1999).

O nível de degradação varia, na sua forma e intensidade, de acordo com a região e o tipo de uso, mas praticamente todos contribuem para a redução da qualidade da água (ASSIS, 2006).

De acordo com Seganfredo (2000), a poluição ambiental causada pelos dejetos dos suínos é um problema muito sério devido ao elevado número de contaminantes presentes nesses, causando uma forte degradação do ar, do solo e principalmente dos recursos hídricos (águas superficiais e subterrâneas).

Os principais constituintes dos dejetos suínos que afetam as águas superficiais são matéria orgânica, nutrientes e bactérias fecais. Já os que afetam as águas subterrâneas são nitratos e bactérias (NOLASCO, 2005).

Segundo Souza (2005), até a década de 1970 os resíduos da suinocultura não constituíam problemas graves, pois o número de animais era bem menor e o destino dos dejetos era o solo, com a finalidade de adubação orgânica. No entanto, com o aumento da produção e o manejo inadequado dos dejetos esses resíduos tornaram-se problemas ambientais significativos.

Para Costa (2005), a produção animal afeta, potencialmente, tanto negativa como positivamente a qualidade do ambiente. Os efeitos benéficos da produção animal, além da razão básica, ou seja, a produção de alimento para o homem, incluem a reciclagem de resíduos para as plantas e a contribuição para a manutenção da matéria orgânica do solo e a fertilidade e deste modo contribui para a sustentabilidade da produção vegetal. Os maiores efeitos deletérios são a contribuição para a perda da biodiversidade, a contaminação das águas superficiais e subterrâneas com o excesso de nutrientes e os patógenos provenientes dos criatórios intensivos.

Esses dejetos têm uma alta concentração de matéria orgânica e nutriente. A degradação hídrica, provocada pelo lançamento de dejetos, sem tratamento, ocasiona a incapacidade de assimilação desses nutrientes, causando a morte de organismos aquáticos, devido à exaustão do oxigênio dissolvido na água. Há, também, a possibilidade de organismos patogênicos, encontrados nos efluentes, transmitirem doenças e a, provável, contaminação de lençóis subterrâneos (SILVEIRA; SANTANNA, 1996).

O esterco é um resíduo orgânico resultante do processo de assimilação, da alimentação dos animais. Ele é produzido em grandes quantidades e é causador de vários problemas para o produtor, para a comunidade e, também, para o meio ambiente. Comparativamente ao esgoto doméstico, os dejetos suínos são 200 vezes mais poluentes. Isso pode ser medido, pela Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO5) - referencial que traduz, de maneira indireta, o conteúdo de matéria orgânica de um resíduo através da medida da quantidade de oxigênio necessária para oxidar, biologicamente, a matéria orgânica, por um período de cinco dias. A DBO5, para o esgoto doméstico, é de 200 mg/L enquanto que, para os dejetos suínos, é de 40.000mg/L (TECPAR, 2002). Segundo Oliveira (1993), os valores da DBO do suíno variam por fases de desenvolvimento em sistema de confinamento, conforme apresentado no Quadro 1.

**Quadro 1** - Valores da DBO do suíno, por fases de desenvolvimento, em sistema de confinamento.

CATEGORIA DE ANIMAL	PESO (KG/CABEÇA)	DBO DIÁRIA (KG/CABEÇA)
Reprodução em gestação	160	0,182
Porcas em gestação	125	0,182
Porca com Leitão	170	0,34
Leitões Desmamados	16	0,032
Suíno em Crescimento	30	0,59

Suíno em Terminação	68	0,136
---------------------	----	-------

**Fonte:** Oliveira, 1993.

### 1.3 ALTERNATIVAS PARA O TRATAMENTO DE DEJETOS DE SUÍNOS

Além do sistema de biodigestores, foi verificado que existem vários processos que podem ser utilizados para o tratamento de dejetos de suínos, sendo os processos biológicos os mais empregados: compostagem, bioesterqueira, lagoas de estabilização (anaeróbia, aeróbia ou facultativa) e diques de oxidação.

Os processos biológicos descritos permitem a estabilização dos dejetos baixando-se bruscamente os tempos de residências hidráulicas (TRH) de meses para alguns dias. As suas principais vantagens são a maior controlabilidade do processo, com aumento de eficiência, e a redução da área necessária para implementação das unidades de tratamento. Estas têm se mostrado muito eficientes na redução orgânica, mas alguns desafios ainda precisam ser superados, como por exemplo, a alta carga de nutrientes (EMBRAPA, 2007).

### 1.4 TIPOS DE BIODIGESTORES

A escolha de um biodigestor depende, essencialmente, das características do substrato, das necessidades de depuração, da disponibilidade de mão de obra e de condições de ordem econômica. Existem dois grandes tipos de biodigestores: “Biodigestores Descontínuos” ou em “Batelada”, e os “Biodigestores Contínuos”.

Os Biodigestores em Batelada são carregados de uma só vez, e mantidos fechados por um período conveniente, sendo a matéria orgânica fermentada e descarregada posteriormente. Trata-se de um sistema bastante simples e de

pequena exigência operacional. Sua instalação poderá ser em um tanque anaeróbio ou em uma série de tanques, dependendo das demandas de biogás, da disponibilidade e da qualidade da matéria prima utilizada (BENINCASA, 1998).

Os tipos mais comuns de Biodigestores Contínuos no Brasil são os modelos clássicos da Índia e da China, onde são muito utilizados em comunidades rurais de pequeno e médio porte. São biodigestores interessantes para o uso de diferentes resíduos orgânicos, animais e vegetais, requerendo, entretanto, carregamento periódico, geralmente diário, e manejo do resíduo. Cada metro cúbico de câmara de fermentação a uma temperatura de 30<sup>o</sup>a 35<sup>o</sup> C, pode produzir, de 0,15 a 0,20 m<sup>3</sup> de biogás por dia, ao qual requer um tempo de retenção, geralmente entre 30 a 50 dias, de acordo com a temperatura do meio, se é alta ou baixa (BENINCASA, 1998).

Para atividades de grande porte, onde a criação geralmente visa principalmente à exportação, o biodigestor mais indicado é o de tipo filme plástico, do qual será comentado posteriormente.

## 1.5 O BIOFERTILIZANTE

O biofertilizante, derivado dos biodigestores anaeróbios, é um efluente líquido que após a fermentação das bactérias, no interior do equipamento, pode alterar benéficamente as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Pode, ainda, melhorar a capacidade de retenção de água, por ser uma matéria orgânica, além de possuir macronutrientes como nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K).

Como forma de adequação e utilização do biofertilizante nas diversas culturas agrícolas, Konzen (2006, p. 14) ressaltou que é imprescindível o conhecimento da sua qualidade a partir da sua composição, pois o “conhecimento

destes valores permite calcular a adubação para cada cultura a ser feita, baseando-se na produtividade pretendida.”

Ainda, segundo Konzen (2006), através da análise de laboratório, é possível determinar a quantidade necessária que cada cultura precisa de N, P e K para atender às necessidades da produtividade. Diante destes dados obtidos, é possível calcular a quantidade necessária de biofertilizante que irá ser aplicado na cultura desejada. Sendo assim, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, através do Art. 2º da Instrução Normativa Ministerial n. 10, de 6 de maio de 2004, concede as atribuições do uso de biofertilizante na agricultura. Em seu Art. 1º, o biofertilizante foi definido como um produto que possui princípio ativo ou agente orgânico isento de substâncias agrotóxicas, sem considerar o seu valor hormonal ou estimulante que pode elevar a produtividade (NASCIMENTO, 2010).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

Para o estudo e elaboração deste trabalho, foram coletados dados e informações da suinocultura Ponto Verde localizada na fazenda TETEI, situada no Município de Goianópolis - GO, que serviram como estudo de caso, devido às informações que deram suporte para as análises.

### 2.1 ESTUDO DE CASO

De acordo com César (2005) o método do estudo de caso enquadra-se como uma abordagem qualitativa e é frequentemente utilizado para coleta de dados na área de estudos organizacionais, apesar das críticas que ao mesmo se faz, considerando-se que não tenha objetividade e rigor suficientes para se configurar enquanto um método de investigação científica.

Dentro do método científico pode-se optar por abordagens quantitativas ou qualitativas, embora haja autores que discordem desta dicotomia (OLIVEIRA, 1997).

A abordagem quantitativa preocupa-se com quantificação de dados, utilizando para isto recursos e técnicas estatísticas; é muito utilizada em pesquisas descritivas onde se procura descobrir e classificar a relação entre variáveis ou em pesquisas conclusivas, onde se buscam relações de causalidade entre eventos (OLIVEIRA, 1997).

### 2.2 LOCALIZAÇÃO

Conforme a Figura 1, a suinocultura Ponto Verde localizada na fazenda TETEI está localizada a 3,7 km do município de Goianópolis.

**Figura 1** - Imagem satélite de Goianópolis-GO



Fonte: Google Earth, 2012.

### 2.3 PRODUÇÃO ATUAL DE SUÍNOS NA PROPRIEDADE

A produção de suínos na propriedade varia em torno de 6801 cabeças, embora essa quantidade de animais seja significativa, conforme Quadro 2 , existem variações na produção do dejetos, de acordo com o peso do animal, determinado em sua fase.

**Quadro 2** - Quantidade de Suínos por diferentes fases de desenvolvimento, criados em regime de confinamento.

CATEGORIA DE ANIMAL	NÚMERO
Matrizes	650
Reprodutores	6
Na maternidade (Porcas + Leitões)	1045
Creche (Pré-Creche + Creche)	2100
Recria	1500
Terminação	1500
<b>TOTAL</b>	<b>6801</b>

Fonte: Dados coletados na propriedade pelo autor deste trabalho.

### 2.4 QUANTIDADE MÉDIA/DIA DE DEJETOS DE SUÍNO

O Quadro 3 demonstra a quantidade total/diária de dejetos na suinocultura, quantidade esta que varia de acordo com o peso e idade do suíno.

**Quadro 3** - Produção média/diária de dejetos em sistema de confinamento, por diferentes fases de desenvolvimento.

CATEGORIA	DEJETO, KG/DIA	DEJETO + URINA, KG/DIA	DEJETOS LÍQUIDO, L/DIA
25-100 kg	2,3	4,9	7,0
Porcas: Reposição, Cobrição e Gestante	3,6	11,0	16,0
Porcas em Lactação com leitões	6,4	18,0	27,0
Macho	3,0	6,0	9,0
Leitões	0,35	0,95	1,40
<b>Média</b>	<b>2,35</b>	<b>5,80</b>	<b>8,60</b>

Fonte: Adaptado por TECPAR, 2002.

A foto aérea (Figura 2) retrata a propriedade em 2010. A partir de 2011, foi montado um sistema de aproveitamento de biogás para fornecimento de energia, com a finalidade de atender a demanda energética da suinocultura.

**Figura 2** - Foto Aérea da Propriedade



Fonte: Coletada pelo autor deste trabalho, fornecida pela propriedade/dez 2011.

Hoje, a suinocultura possui sistema de tratamento dos dejetos através de biodigestores, conforme apresentados na Figura 3.

**Figura 3** - Biodigestores atualmente instalados na suinocultura



**Fonte:** Foto obtida na propriedade em dez./2011.

## 2.5 TRATAMENTO DOS DEJETOS

O tratamento existente no local do estudo conta com duas lagoas de estabilização, com dimensões de 40 x 27 x 2,5 metros, no modelo biodigestor filme plástico. A capacidade volumétrica de cada lagoa é de 2.800m<sup>3</sup>. Estas apresentam revestimento de impermeabilização com manta de polietileno de alta densidade (PAD). A alimentação dessas lagoas é feita por tubulações, que lançam diretamente o dejetos vindo da granja por canaletas de coleta, seguidas de três lagoas interligadas em séries e por gravidade com uma queda de aproximadamente 1 metro (Figura 4), as quais possibilitam a filtragem e purificação do líquido extraído dos dejetos e a partir da terceira lagoa é utilizado como biofertilizante.

**Figura 4** - Lagoas de Estabilização



**Fonte:** Foto obtida na propriedade em dez./2011.

O biofertilizante produzido na propriedade é utilizado como adubo orgânico nas plantações de eucaliptos da suinocultura, que servem como parede de proteção, além da sua essência, evitando que o mau cheiro remanescente da granja seja levado para regiões próximas.

Faz parte também do sistema, o *Flare* (Figura 5), um sistema que queima o biogás, transformando o metano em  $\text{CO}_2$  e gás carbônico.

**Figura 5** - *Flare*



**Fonte:** Foto obtida na propriedade em dez./2011.

## 2.6 ENERGIA UTILIZADA NA PROPRIEDADE

A propriedade possui um grupo gerador para biogás de 100 KVA, (Figura 6), da marca MWM/INTERNACIONAL, cujo modelo é G6.12T, 97 CV, 6 Cilindros e 1500 RPM.

**Figura 6** - Grupo Gerador à Biogás



**Fonte:** Foto obtida na propriedade em dez./2011.

## 2.7 MÉTODO PARA DIMENSIONAR O BIODIGESTOR

De acordo com Otsubo (2001), o volume da câmara de digestão, ou seja, a quantidade de dejetos (sólido + líquido), é determinante para o dimensionamento do biodigestor ideal. Este volume é calculado pelo produto entre o volume total de

dejetos e o tempo de retenção, ou seja:  $V_{cd}$  = Volume da Câmara de digestão,  $V_d$  = Volume do Dejeito e  $T_r$  = Tempo de retenção.

Logo,  $V_{cd} = V_d \times T_r$

## 2.8 MÉTODO PARA O CÁLCULO DO VOLUME DE BIOGÁS

Segundo Magalhães (1986), a relação de gás produzido por quantidade de dejetos gerados, ou seja, 1 kg de dejeito de suíno, produz 0,35m<sup>3</sup> de biogás.

## 2.9 MÉTODO UTILIZADO PARA O CÁLCULO DA ENERGIA ELÉTRICA

De acordo com Aisse e Obladen (1982), para produzir 1 kWh precisa de 0,62 m<sup>3</sup> de biogás, sendo a eficiência de conversão do biogás em energia elétrica em grupos geradores de aproximadamente 25% (CCE, 2000).

## 2.10 MÉTODO UTILIZADO PARA O ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICA

De acordo com Souza e Clemente (2001), o campo de aplicação das técnicas de análise de investimentos está associado ao processo de geração de indicadores utilizados na seleção de alternativas de investimentos. Tais indicadores auxiliam na percepção do comportamento esperado entre o risco e o retorno. Os indicadores utilizados para o estudo de viabilidade do projeto em questão foram: o Valor Presente Líquido (VPL), a Taxa Interna de Retorno (TIR) e a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), sendo:

Fórmula Matemática do VPL:

$$VPL = \sum FC(1+i)^{-n}$$

Fórmula Matemática da TIR:

$$TIR = \sum FC(1+i)^{-n} = 0$$

Onde:

**FC:** fluxo de caixa

**i:** taxa de juros

**n:** número de períodos, em meses.

A TMA é uma taxa de oportunidade oferecida pelo mercado, onde o investidor irá escolher entre ela e a taxa do investimento.

2.11 LEVANTAMENTO DOS GASTOS COM O SISTEMA DE OBTENÇÃO DE ENERGIA ELÉTRICA (Quadro 4).

**Quadro 4** - Custos com o investimento a partir dos dejetos tratados

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QTD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
01	Grupo gerador a gás de 330 kva, 168kw/h, marca SCANIA, Mod. SGI12A – 1800 RPM	02	R\$ 150.000,00	R\$ 300.000,00
02	Construção da Sala para instalação dos geradores- Materiais	01	R\$ 8.490,79	R\$ 8.490,79
03	Mão de obra da const. da sala	01	R\$ 5.222,29	R\$ 5.222,29
04	Manutenção/mês dos geradores (troca de óleo e filtros)-sendo R\$ 1.235,67 mensais, a partir do 1º mês.	02	R\$ 7.420,00 (Quadro 6)	R\$ 14.840,00 (1.236,67)

<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 313.713,08</b>
--------------	-----------------------

**Fonte:** Grupos geradores da *STEMAC* e Serviços de Construção, conforme Planilha Financeira de custos com aquisição de Materiais e mão de obras, referente ao projeto arquitetônico de uma casa de força, para instalação de grupo geradores, anexos. Jan/2012.

O Quadro 5 refere-se a materiais e serviços de manutenção no grupo gerador.

**Quadro 5 -** Detalhamento de custos com o grupo gerador

<b>COMPONENTE</b>	<b>INTERVALO (HORAS) CUSTO DE OPERAÇÃO E</b>	<b>CUSTO DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)</b>	<b>CUSTO ANUAL DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO (R\$)</b>
<b>Óleo</b>	Troca a cada 100h	100,00	3.700,00
<b>Filtro de óleo</b>	Troca a cada 400h	60,00	556,00
<b>Sistema de combustível</b>	Limpeza de filtros a cada 200h	30,00	556,00
	Limpeza da Válvula De gás a 2000h	30,00	60,00
<b>Filtro de Ar</b>	Limpeza a cada 1.000 horas	20,00	75,00
	Troca a cada 2000h	90,00	170,00
<b>Sistema de refrigeração</b>	Troca do líquido refrigerante, da correia dentada e do esticador da correia a cada 1.000 horas.	220,00	815,00
	Troca da correia e do jogo de velas a cada 1.000 horas	120,00	445,00
<b>Alternador</b>	Troca da correia e do jogo de velas a cada 1.000 horas	200,00	740,00
	Troca dos rolamentos a cada 2.000 horas	100,00	185,00
<b>Rolamento do gerador</b>	Lubrificar a cada 1.000 horas	30,00	118,00
<b>TOTAL</b>			<b>7.420,00</b>

**Fonte:** STEMAC - Empresa responsável pela manutenção, dez. 2011 - [www.stemac.com.br/](http://www.stemac.com.br/)

O Quadro 6 refere-se ao investimento no projeto, incluindo os custos com o tratamento dos dejetos, ou seja, todos os custos com o projeto ficou por conta do proprietário. Para a análise foi considerado o mesmo biodigestor visto no estudo de caso, porém com preços atualizados.

**Quadro 6** - Custos com o investimento incluindo tratamento dos dejetos

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	QTD	VALOR UNIT.	VALOR TOTAL
01	Grupo gerador a gás de 330 kva, 168kw/h, marca SCANIA, Mod. SGI12A – 1800 RPM	02	R\$ 150.000,00	R\$ 300.000,00
02	Construção da Sala para instalação dos geradores-Materiais	01	R\$ 8.490,79	R\$ 8.490,79
03	Construção da Sala para instalação dos geradores-Mão de obra	01	R\$ 5.222,29	R\$ 5.222,29
04	Manutenção/mês dos geradores (troca de óleo e filtros)-sendo R\$ 14.840,00 anuais p/os dois grupos, parcelados mensal a partir do 1º mês.	02	R\$ 618,33	R\$ 1.236,66
05	Biodigestor SANSUY, 40 X 27 X 2,5 m	02	R\$ 500.000,00	R\$ 1.000.000,00
06	Manutenção nos biodigestores- sendo R\$ 9.600,00 anuais p/os dois biod., parcelados mensal a partir do 1º mês	02	R\$ 400,00	R\$ 800,00
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 1.313.713,08</b>	

**Fonte:** Grupos geradores, fornecidos pela *STEMAC*, Biodigestores informações da *SANSUY* e Serviços de Construção(engenharia), , conforme Planilha Financeira de custos com aquisição de Materiais e mão de obras, referente ao projeto arquitetônico de uma casa de força, para instalação de grupo geradores. Jan/2012.

No estudo de viabilidade econômica do investimento, a partir das duas hipóteses, preliminarmente, era previsto analisar apenas sobre o estudo de caso, em que o custo com o sistema de tratamento dos dejetos foi adquirido através do crédito

de carbono, porém, no decorrer, viu-se a necessidade de desenvolver uma segunda hipótese, em que estariam envolvidos custos, incluindo também o tratamento dos dejetos.

Na primeira hipótese os estudos foram realizados a partir dos dejetos já tratados, na suinocultura Ponta Verde, escolhida para o estudo de caso, onde o proprietário não obteve gastos com o tratamento dos dejetos quando foi utilizado crédito de carbono, o que deixa possibilidades para outros suinocultores usarem este meio como subsídio e somente investir na geração de energia elétrica.

Na Segunda hipótese estudada os custos com o investimento incluíram desde o tratamento dos dejetos à produção de energia.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A suinocultura Ponta Verde, com 6.801 suínos, produz uma quantidade diária de dejetos de suínos que varia de acordo com as fases de desenvolvimento, ou seja, peso e idade.

A quantidade de dejetos é determinada através do produto da quantidade de dejetos estabelecida dentro de sua categoria, pela quantidade de suíno correspondente. Ex: o suíno com peso entre 25-100 kg produz 2,3 kg/dia, sendo no caso em análise 3000 cabeças nesta categoria, estas geram uma quantidade de 6.900 kg/dia de dejetos. Utilizando-se o mesmo método nas demais categorias, somam-se um total de 16.681 kg/dia de dejetos na suinocultura, conforme resultados obtidos no Quadro 7.

**Quadro 7** - Valores Totais de Dejetos Produzidos, na Suinocultura em kg/dia e l/dia.

CATEGORIA	ESTERCO (KG/DIA).	ESTERCO + URINA, (KG/DIA).	DEJETOS LÍQUIDOS, (L/DIA).	QUANTIDADE DE ANIMAIS.	TOTAL DE DEJETOS PRODUZIDOS (KG/DIA).	TOTAL DE DEJETOS EM (L/DIA)
Recria + terminação (25-100 kg)	2,3	4,9	7,00	3000	6900	21000
Matrizes (Porcas em reposição, Cobrição e Gestante)	3,6	11	16	650	2340	10400
Porcas em Lactação com Leitões (Maternidade)	6,4	18	27	1045	6688	282
Macho(Reprodutor)	3,0	6,0	9,0	6	18	54
Leitões(Creche+ Pré-creche)	0,35	0,95	1,40	2100	735	2940
Média	<b>2,35</b>	<b>5,80</b>	<b>8,60</b>			
<b>TOTAL</b>					<b>16.681</b>	<b>62.609</b>

**Fonte:** Dados da pesquisa, elaborados pelo autor deste estudo (2011)

O tamanho do biodigestor a ser utilizado na suinocultura foi obtido através do produto entre a quantidade total de dejetos líquidos/dia (dejeito + urina + água utilizada na limpeza das esterqueiras) pelo tempo de retenção que é de 45 dias, o que gerou um volume diário de aproximadamente **2.817 m<sup>3</sup>**.

$$62.609l / dia \times 45d = 2.817405ou2.817m^3 / d$$

O biodigestor utilizado para o tratamento é de Vinilona, filme plástico com as medidas de 40 x 27 x 2,50 m, que tem capacidade para receber até 2.000m<sup>3</sup> diários de biogás. Neste caso foram instalados dois biodigestores com dimensões bem maiores, por questões de segurança e, ainda, para atender as acomodações das lonas no fundo do digestor e para dar o acabamento nas bordas deste.

A produção de biogás a partir dos dejetos, segundo TECPAR, 2002 é de 1 kg de dejeito de suíno para gerar 0,35m<sup>3</sup> de biogás. A produção total é de 16.681 kg de dejetos/dia. A produção total de biogás será de 5.337,92 m<sup>3</sup>/dia.

$$1kg = 0,35m^3biogás$$

$$16.681kg / d = 5.338m^3 / dbiogás$$

Para se obter 1 kW/h de potência energética é necessário 0,63 m<sup>3</sup> de biogás, assim, para um total de biogás na ordem de 5.338 m<sup>3</sup>/dia, o potencial total energético será de 8.609 kW/dia.

Os 8.609 kW/dia correspondem a 358 kW/h ou a 258.249,6 kW/mês

$$\frac{1kw/h}{0,62m^3} = \frac{x}{5.338m^3 / dia} \Rightarrow$$

$$x = 8.609 kW / dia$$

De acordo com os dados obtidos para a produção energética, estimou-se a necessidade de um sistema de geração de energia com a finalidade de produzir o máximo desta possível, ou seja, o uso de todo o biogás gerado, a fim de evitar a queima do metano e a possível emissão de gás carbono.

O uso de todo o biogás para produção da energia ocasionará num excedente de desta, possibilitando ao proprietário a venda deste excedente à concessionária, com base na Resolução Normativa da Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) 390/2009, onde qualquer distribuidora de energia elétrica pode fazer chamadas públicas para comprar eletricidade produzida por biodigestores. Seguindo as exigências da ANEEL em relação à qualidade da energia, os produtores poderão enviar a eletricidade para a linha de distribuição, em vez de somente consumir.

Além dos ganhos obtidos com a aquisição do sistema de energia limpo, o proprietário ganhará ainda com o biofertilizante produzido após o tratamento do dejetos. Um biofertilizante livre de produtos químicos que poderá ser utilizado no cultivo de ração dos suínos.

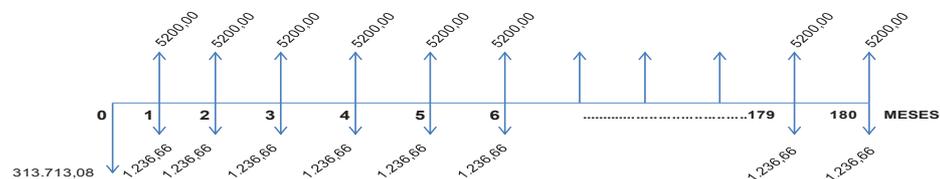
Para que o grupo gerador possa cumprir seu tempo de vida útil, estimado em 15 anos, conforme manual do fabricante, são necessárias manutenções periódicas, que preveem lubrificações e a troca de alguns itens que compõe o equipamento. Tais serviços possuem custos que precisam ser contabilizados.

Para a montagem do fluxo de caixa (Figura 7), o valor referente à manutenção dos geradores foi dividido em meses, por tratar-se de um fluxo de caixa, em que as atividades de entradas e saídas de capitais ocorrem em períodos mensais, considerando 15 anos ou 180 meses o tempo de vida útil do equipamento.

Quanto ao levantamento dos custos, foram considerados os dejetos já tratados, ou seja, tratamento subsidiado pelo crédito de carbono. Foram necessários dois equipamentos de grupo gerador para consumir todo o biogás produzido, materiais e mão de obra para a construção da sala para instalação dos geradores, custo anual com a manutenção dos grupos geradores. Para efeito dos cálculos o valor de R\$ 313.713,08 refere-se ao pagamento à vista e o valor de R\$ 1.235,66, são custos mensais e postecipados, ou seja, os pagamentos são devidos a partir do primeiro mês de funcionamento do sistema.

### 3.1 FLUXO DE CAIXA – HIPÓTESE 1

**Figura 7** - Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro.



**PV** = Valor total do Investimento = **R\$ 313.713,08** (à vista);

**n** = número de períodos ou vida útil do equipamento = **180 meses**;

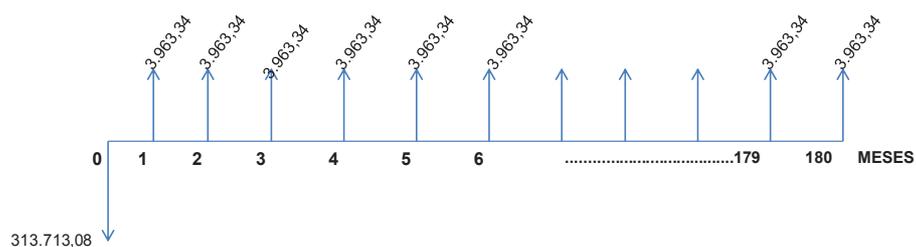
**PMT – CUSTO MENSAL** = Valor que o proprietário deixará de pagar com a nova energia, deduzido do custo/m com MNT ou ganho de capital mensal

= **R\$ 5.200,00 – 1.236,66 = R\$ 3963,34**

No fluxo de caixa da Figura 7, cujo período foi dividido mensalmente em 180 meses, o valor mensal de R\$ 5.200,00, referente a custos com pagamentos da energia convencional, à partir do investimento passou a ser ganho para o proprietário, por ter deixado de pagar. Em contrapartida, surgiram os custos com a manutenção dos geradores, R\$ 1.236,66, devidos a partir do primeiro mês ou um mês após o funcionamento do sistema e o valor referente ao pagamento à vista R\$ 313.713,08, que foram pagos no ato ou na execução do sistema.

Assim, considerando R\$ 5.200,00 como ganhos mensais e R\$ 1.236,66 como despesas mensais, foi efetuada a contrapartida (R\$ 5.200,00 - R\$ 1.236,66 = R\$ 3.963,34), originando novo fluxo de caixa conforme Figura 8 a seguir.

**Figura 8** - Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro, deduzidas as despesas das receitas.



**PV = R\$ 313.713,08**

**n = 180 meses;**

**PMT = R\$ 3963,34**

Para a análise de viabilidade econômica, a partir da Taxa Interna de Retorno (TIR) e do Valor Presente Líquido (VPL), é necessário que se tenha a Taxa Mínima de Atratividade (TMA), taxa opcional de aplicação em caso de inviabilidade no investimento. No momento a TMA é de 0,55%, taxa média/mensal da poupança em 2011.

### 3.1.1 Análise de viabilidade do investimento, considerando a 1ª hipótese

- Taxa Interna de Retorno (Auxílio da Calculadora HP 12C).

313.713,08	<b>CHS PV</b>
180	<b>n</b>
3.963,34	<b>PMT</b>
<b>i</b>	<b>1,08% a.m.</b>

A TIR representa a taxa de retorno, que neste caso pode ser considerada taxa de ganho, por ter sido maior que a TMA. A TIR é o ganho referente à aplicação, onde no cálculo acima, foi necessário atualizar todos os ganhos de R\$ 3.963,34 somados nos 180 meses.

- Cálculo do Valor Presente Líquido (Auxílio da Calculadora HP 12C).

0,55	<b>i (TMA)</b>
180	<b>n</b>
3.963,34	<b>CHS PMT</b>
<b>PV</b>	<b>452.119,10</b>

$$\text{VPL} = 452.119,10 - 313.713,08 \quad \text{VPL} = 138.406,02$$

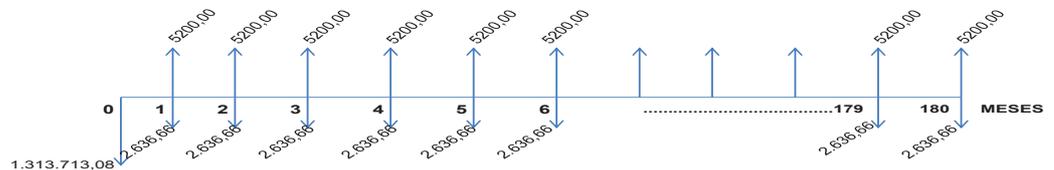
Para se obter o VPL, foi usada como taxa a TMA, onde o ganho mensal correspondente a R\$ 3.963,34. Assim, foi atualizado 180 meses para a data zero, subtraído do valor à vista e transformado em VPL.

No caso estudado, a partir da hipótese 1, os custos com o investimento ocorreram a partir dos dejetos já tratados, portanto, na análise de viabilidade foram utilizados todos os custos, exceto aqueles com aquisição dos biodigestores, como: construção da sala de instalação do grupo gerador, aquisição de dois geradores e manutenção preventiva.

Quando analisada através da TIR, esta se apresentou maior que a TMA, o que **significa que o projeto nesta primeira hipótese é viável**. Os gastos com energia elétrica passam a serem lucros e ainda poderá fazer uso do excedente de energia elétrica negociando junto à concessionária local gerando ganhos adicionais.

### 3.2 FLUXO DE CAIXA – HIPÓTESE 2

**Figura 9** - Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro.



**PV** = Valor total do Investimento = **R\$ 1. 313.713,08** (à vista);

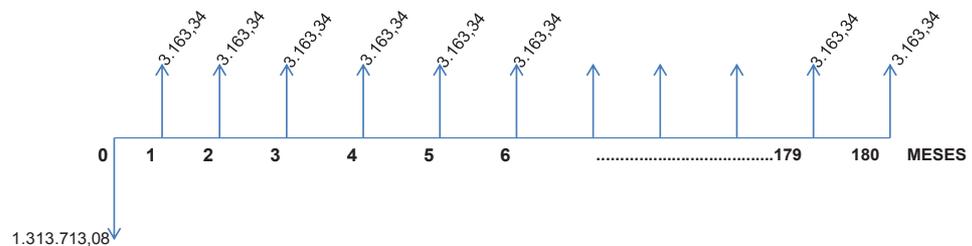
**n** = número de períodos ou vida útil do equipamento = **180 meses**;

**PMT – CUSTO MENSAL** = Valor que o proprietário deixará de pagar com a nova energia, deduzido do custo/m com MNT (1236,66 + 800,00)  
**= R\$ 5.200,00 – 2.636,66 = 3.163,34** (ganho mensal)

O fluxo de caixa da Figura 11 tem como pagamento à vista o custo inicial do investimento, na ordem de R\$ 1.313.713,08. O valor de R\$ 5.200,00, referente aos custos mensais com pagamento da energia elétrica convencional, tornou-se ganhos a partir da instalação do sistema. O valor de R\$ 2.636,66 são custos mensais devidos com manutenção dos biodigestores e grupo gerador.

Conforme Figura 12, efetua-se a contrapartida, onde os custos são deduzidos dos ganhos, sendo  $R\$ 5.200,00 - R\$ 2.636,66 = R\$ 3.163,34$ , transformando em novo fluxo de caixa.

**Figura 10** - Representa as entradas e saídas de capitais durante o período financeiro, após deduzidos custos.



$$PV = R\$ 1.313.713,08$$

$$n = 180 \text{ meses};$$

$$PMT = R\$ 3.163,34$$

### 3.2.1 Análise de viabilidade do investimento, considerando a 2ª hipótese

- Taxa interna de Retorno (Auxílio da Calculadora HP 12C).

1.313.713,08 **CHS PV**

180 **n**

3.163,34 **PMT**

**i - 0,82 % a.m.**

Para análise de viabilidade econômica, a partir da TIR e do VPL, foi estabelecido o mesmo critério da hipótese 1, onde os valores mensais de R\$ 3.163,34, nos 180 meses, foram atualizados e somados como valor à vista e determinada a TIR, quando concluiu-se ser esta menor que a TMA.

•Cálculo do Valor Presente Líquido (Cálculo com o auxílio da Calculadora HP 12C).

0,55% **i (TMA)**

180 **n**

3.163,34 **CHS PMT**

**PV                    360.858,88**

$$\text{VPL} = 360.858,88 - 1.313.713,08$$

$$\Rightarrow \text{VPL} = - 952.854,20$$

Para se obter o VPL foi usada como taxa a TMA, onde o ganho mensal correspondente a R\$ 3.163,34. Foi atualizado 180 meses para a data zero, subtraído do valor à vista e transformado em VPL, considerando os mesmos critérios da hipótese 1.

Com o VPL negativo, na ordem de R\$ - 952.854,20, significa que o investimento no projeto a partir da hipótese 2, foi muito alto e neste caso o proprietário precisa desembolsar, o que irá afetar a receita atual da empresa.

## CONCLUSÃO

A primeira hipótese analisada abre um leque de oportunidades àqueles que dividem o mesmo tipo de atividade ou que almejam por um produto renovável, colaborando com a mitigação. Naquela situação em que o investidor precisa atender à legislação ambiental, sem querer afetar o seu bolso, ele poderá optar pelo crédito de carbono onde o custo com o tratamento dos dejetos através dos biodigestores é oneroso e este subsídio cobre os custos dando ao empresário suinocultor, a oportunidade investir apenas no aproveitamento do biogás.

A análise de viabilidade pela TIR deixou claro quando comparada à TMA, que embora seja um método simples, nos coloca frente a situações claras para a tomada de decisões, por apresentar ganhos reais em valores. A TIR de 1,08% representa o ganho obtido com o investimento, enquanto que a TMA já determinada em 0,55% era a outra opção de investir, o que nos deixa seguro que é melhor ganhar 1,08, que 0,55%. Quando analisado através do VPL, onde o resultado também foi positivo, verificou que para obter os ganhos propostos, ou seja, para que o investidor venha a auferir um retorno mensal de R\$ 3.963,34, é necessário

desembolsar valores maiores, o que tornaria o investimento mais caro. O estudo de viabilidade referente à hipótese 1, demonstra que é viável investir no projeto a partir dos dejetos já tratados, desde que estes custos com o tratamento sejam por conta de terceiros e não do investidor.

A segunda situação analisada (hipótese 2), apresenta um custo muito alto, devido ao valor com o tratamento dos dejetos, onde o investimento na compra dos biodigestores, fez onerar o projeto, embora haja um excedente de energia produzida que poderá ser comercializada junto à concessionária. Na análise matemática do fluxo de caixa, verificou uma  $TIR < TMA$ , onde neste caso é melhor aplicar na TMA. Para que fosse obtida uma melhor confiabilidade quanto àquele resultado, foi analisado ainda pelo método VPL, onde resultou em um VPL negativo, no valor de R\$ - 952.854,20, o que significa que o investimento incluindo os custos com o tratamento dos dejetos, inviabiliza o projeto, tornando-o inviável.

Durante os estudos foram observados que os custos com tratamentos dos dejetos em grandes produções são onerosos, portanto, resta neste caso, àqueles que se propõe a investimentos desta natureza, buscar subsídios através do crédito de carbono, para que venha diminuir tais custos e tornando viável apenas o investimento na produção da energia.

## REFERÊNCIAS

ABIPECS. **Associação Brasileira da Indústria Produtora e Exportadora de Carne Suína**. Disponível em: <[www.suinculturaindustrial.com.br/noticias/produção-de-suinos-do-centro-oeste](http://www.suinculturaindustrial.com.br/noticias/produção-de-suinos-do-centro-oeste)>. Acesso em: 24 nov. 2011.

ACCS. **Associação Catarinense de Criadores de Suínos (ACCS)**. Versión electrónica, 2008. Disponível em: <[http://www.accs.org.br/dados\\_suincultura.php](http://www.accs.org.br/dados_suincultura.php)>. Acesso em: 12 out. 2011.

AISSE, M. M.; OBLADEN, N. L. **Tratamento de Esgotos por Biodigestão Anaeróbia**. Curitiba: CNPq. ITAH/IPPUC, PUCPR, 1982, p.99.

ANEEL. Agência Nacional de Energia Elétrica. **RESOLUÇÃO NORMATIVA Nº 390, DE 15 DE DEZEMBRO DE 2009**. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/cedoc/ren2009390.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2011.

ASSIS, F. O. **Poluição Hídrica por dejetos de suínos: um estudo de caso na área rural do município de Quilombo, Santa Catarina**. 2006, 182 p. Dissertação (Mestrado em Geografia). Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2006.

BENINCASA, M.; ORTOLANI, A. F.; LUCAS JUNIOR, J.; **Biodigestores Convencionais**. Departamento de Engenharia Rural da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - UNESP, Campus de Jaboticabal, pp. 1-15, 1998.

BISOGNIN, L. **Exportação de carne suína cresce 13% em 2007**. Versión electrónica, 2008. Disponível em:< <http://www.oesteinforma.com.br/news.php>>. Acesso em: 15 set. 2011.

BRASIL. **Política Nacional do Meio Ambiente-PNMA**. Lei nº 6.938, de 31.08.1981.

CAMPOS, A.T.C. **Análise da adequação ambiental e manejo dos dejetos de instalações para suinocultura em propriedades na região oeste do Paraná.**

2005. Disponível em :<

[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0100](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100)>. Acesso em 10 set. 2011.

CCE. CENTRO PARA CONSERVAÇÃO DE ENERGIA. **Guia Técnico do Biogás.** Algés: JE92 Projetos de *Marketing* Ltda., 2000.

CESAR, A. M. R. V. C. Método do Estudo de Caso (*Case studies*) ou Método do Caso (*Teaching Cases*)? Uma análise dos dois métodos no Ensino e Pesquisa em Administração. **REMAC Revista Eletrônica Mackenzie de Casos**, São Paulo - Brasil, v. 1, n. 1, 2005.

COSTA, M. S. S M. **Caracterização dos Dejetos de Novilhos Superprecoces: Reciclagem Energética e de Nutrientes.** (Tese de doutorado) Universidade Estadual Paulista, BOTUCATU – SP. 126p. 2005.

EMBRAPA. SUÍNOS E AVES. **Biodigestores, a solução?** Suinocultura Industrial. Ano 30, Edição 208, n. 07/2007, ago/2007

GUIVANT, J. S.; & MIRANDA, C. As duas caras de jano: agroindústria e agricultura familiar diante da questão ambiental. **Cadernos de Ciência & Tecnologia.** Brasília, v. 16, n. 3, p.85-128, set./dez. 1999.

KONZEN, E. A. **Viabilidade ambiental e econômica de dejetos de suínos.** Documentos/Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG), 2006.

LOPES, R. L. e FILHO, J. V. C. **Suinocultura no Estado de Goiás:** Aplicação de Um Modelo de Localização. Depto de Economia da Universidade Estadual de Maringá e Depto. de Economia, Adm. e Sociologia ESALQ – USP. São Paulo, Vol. 20, N°. 2, p. 213-232, dezembro de 2000.

MAGALHÃES, A. P. T. **Biogás:** um projeto de saneamento urbano. São Paulo: Nobel, 1986. 120 p.

NASCIMENTO, R. C., **Uso do biofertilizante em solos agrícolas do cerrado da região do Alto Paranaíba (MG)** – Universidade federal de Uberlândia, 2010.

NOLASCO, M. A.; BAGGIO, R. B.; GRIEBELER, J. Implicações ambientais e qualidade da água da produção animal intensiva. **Revista Acadêmica**, Curitiba, v.3, n.2, p.19-26, 2005.

OLIVEIRA, P. A. V. **Manual de manejo e utilização dos dejetos de suínos**. Concórdia: EMBRAPA/ CNPSA (Documento, 27), 188 p. 1993.

OLIVEIRA, Silvio Luiz de. **Tratado de metodologia científica**. São Paulo: Pioneira. 1997.

OTSUBO, C. Manual de Biodigestor SANSUY, 2001.

SEGANFREDO, M. A. **A questão ambiental na utilização de dejetos de suínos como fertilizante do solo**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, Circular Técnica 22, 37p., 2000.

SOUZA, A., CLEMENTE, A. **Decisões Financeiras e análise de Investimentos: Fundamentos, Técnicas e Aplicações**. 4. ed. Editora Atlas. 2001

SOUZA, C. F.; JÚNIOR, J. L.; FERREIRA, W. P. M. **Biodigestão Anaeróbia de Dejetos de Suínos Sob Efeito de Três Temperaturas e Dois Níveis de Agitação do Substrato – Considerações Sobre a Partida**. Jaboticabal, v.25, n.2, p.530-539, maio/ago. 2005.

TECPAR – Instituto de Tecnologia do Paraná. **Manual de Biosistemas Integrados na Suinocultura**. Curitiba, Paraná, 2002. p. 140.

*USDA. **Livestock and poultry: world markets and trade**. Washington: United States Department of Agriculture, Circular Series, 2009.*

*Google Earth. **Imagem de satélite de Goianápolis-GO** , 2012. Disponível em: <[www.stemac.com.br/](http://www.stemac.com.br/)>. Acesso em: 15 out. 2011.*

## ANEXOS

- Anexo A - Planilha Financeira de custos com aquisição de materiais e mão de obras, referente ao projeto arquitetônico de uma casa de força, para instalação de grupos geradores.
- Anexo B - Planilha Financeira de custos com aquisição de materiais e mão de obras, referente ao projeto arquitetônico de uma casa de força, para instalação de grupos geradores.