

Geração de energia elétrica e biofertilizante proveniente do tratamento de dejetos suíno: um estudo de caso em uma propriedade de médio porte sob a perspectiva financeira.

Rodrigo Barichello, MSc. (UFSC) rodrigobarichello@gmail.com
Nelson Casarotto Filho, Dr. (UFSC) casarotto@deps.ufsc.br
Moacir Deimling, MSc. (UNOCHAPECÓ) moacir@unochapeco.edu.br
Vinicius Dalla Costa (UNOCHAPECÓ) vinidala@unopeco.edu.br

Resumo:

A produção de biogás e biofertilizante por meio da biodigestão anaeróbia representam uma alternativa para equacionar o problema dos dejetos produzidos pela suinocultura e conseqüentemente a disponibilidade de energia e adubo orgânico no meio rural. O presente trabalho apresenta um estudo de caso da geração de Energia Elétrica isolada utilizando biogás como combustível em um motor a combustão interna, instalado em uma propriedade de médio porte para criação de suínos, além da utilização do biofertilizante como adubo. O objetivo do estudo é mensurar os resultados econômicos da implantação deste sistema como forma de minimizar os impactos ambientais negativos causados pela atividade de suinocultura, além de proporcionar redução nos custos de produção. O estudo revela que a aplicação para a geração de energia elétrica distribuída é viável e a eficiência global do sistema é satisfatória, podendo ainda ser exploradas a utilização do biofertilizante como adubo para lavouras, além das opções de co-geração e de emissão certificada de carbono (créditos de carbono).

Palavras Chaves: Biodigestores aplicados a Suinocultura; Biogás na geração de Energia Elétrica; Biofertilizante na suinocultura.

Biofertilizer and electrical energy generation from the swine waste treatment: a case study in a medium porte property under financial perspective.

Abstract:

The production of biogas and fertilizer through anaerobic biodigestion represent an alternative to equating the problem of waste produced by the swine breeding and consequently the availability of energy and organic fertilizer in rural means. This paper presents a case study of Electrical Energy generation isolated, using biogas as fuel on an internal combustion engine, installed in a medium porte property for rearing swine, besides the use of biofertilizers like manure. The objective of the study is to measure the economic results of deploying this system in order to minimize the negative environmental impacts caused by swine breeding activity, besides providing a reduction in production costs. The study reveals that the application for generation of electrical energy distributed is viable and the overall efficiency of the system is satisfactory, but can also be explored using the biofertilizers as fertilizer for farming, besides options for co-generation and carbon emission certified (carbon credits).

Keywords: Biodigestores applied to swine breeding; Biogas in the generation of Electric Energy; Biofertilizer in swine breeding.

1. Introdução

A atividade da suinocultura vem apresentando significativo crescimento, o que traz consigo uma grande preocupação quanto à degradação ambiental e conseqüentemente prejuízos à qualidade de vida das pessoas. Com o aumento da produção, cresce a geração de dejetos. Como consequência, a atividade da suinocultura, devido aos excrementos expelidos pelos suínos (dejetos), é considerada pelos órgãos ambientais uma "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental". (EPAGRI/EMBRAPA, 1995).

A tecnificação para o tratamento dos dejetos suínos é o grande desafio para a sustentabilidade dessa atividade. É necessário evitar que um volume tão grande de dejetos continue a ser lançado no meio ambiente, poluindo mananciais, solo, ar, pois comprometem não somente a qualidade de vida das populações rurais e urbanas, como também, a sobrevivência da fauna e da flora das regiões onde os criatórios estão inseridos. Neste contexto, Martinez *et al* (2003) relata que a tecnologia da digestão anaeróbica em biodigestores é uma das possibilidades para o combate da poluição gerada por esta atividade e que ao mesmo tempo, agrega valor às propriedades rurais, uma vez que, apresenta aspectos de saneamento e energia, além de estimular a reciclagem de nutrientes.

Cabraal (2005) descreve que a digestão anaeróbica do resíduo animal através do biodigestor resulta na produção de biogás, composto basicamente por metano (CH_4 – 60 a 70%) e dióxido de carbono (CO_2 – 30%) e biofertilizante, um excelente adubo devido o processo de tratamento.

O aproveitamento do biogás, para geração de energia elétrica ocasiona uma redução no potencial de poluição do meio ambiente, uma vez que é queimada a mistura composta por acentuada concentração de gás metano (CH_4), cerca de vinte (20) vezes superiores ao dióxido de carbono (CO_2), no que se refere ao efeito estufa. O item energia é cada vez mais evidenciado pela interferência no custo final de produção: no caso da suinocultura, é um fator que merece ser bem trabalhado, uma vez que as oscilações de preço do produto reduzem a competitividade do setor. Corroborando Borges de Oliveira (2011) que o aproveitamento energético do biogás objetiva a melhoria do desempenho global do tratamento do dejetos suíno, reduzindo a emissão de gases efeito estufa, colaborando para aumentar a eficiência energética da propriedade rural e, conseqüentemente, a sustentabilidade da produção.

Neste contexto, este artigo apresenta um estudo de caso do tratamento dos resíduos (dejetos) em uma propriedade criadora de suínos, com a utilização do biogás para a geração de energia elétrica em um conjunto motor-gerador e utilização do biofertilizante como adubo para lavouras sob o aspecto financeiro.

2. Geração de Biogás e Biofertilizante na Suinocultura: Biodigestor

O Brasil é dono de uma das biomassas mais exuberantes e de um dos maiores rebanhos de suínos do mundo, mas somente despertou para a tecnologia de biodigestores, com vistas à produção de biogás, após a eclosão do primeiro “choque de petróleo” (Sganzerla, 1983).

O biodigestor é um equipamento onde a fermentação da matéria orgânica ocorre de modo controlado, proporcionando a redução do impacto ambiental e a geração de combustível de baixo custo. A fermentação dos resíduos ocorre através da ação de organismos microscópicos chamados bactérias. O processo de decomposição da matéria orgânica resulta na produção de biogás e restos digeridos sem cheiro (biofertilizante). (Instituto Sadia de Sustentabilidade, 2006).

O biodigestor é uma espécie de máquina viva, que precisa de acompanhamento contínuo, para uma maximização do processo. A contribuição principal deste sistema, é que os dejetos produzidos na propriedade são transformados em gás inflamável e os resíduos do processo ainda podem ser utilizados como fertilizantes.

2.1 Biogás

A digestão anaeróbia é um processo de tratamento de materiais orgânicos que se desenvolve na ausência de oxigênio e, simultaneamente, uma opção energética, com reconhecida vantagem ambiental. Um dos benefícios do processo, que logo contribuiu para um crescente interesse por esta tecnologia, reside na conversão da maior parte da carga poluente do efluente em uma fonte de energia: o biogás.

O biogás proveniente da atividade dos microorganismos é composto por uma mistura de diversos gases, entre eles o metano, o dióxido de carbono, o hidrogênio e o dióxido de enxofre. O biogás é inflamável devido ao metano, gás mais leve que o ar, sem cor e odor. O que causa o odor no biogás é o dióxido de enxofre, que mesmo em quantidades pequenas é perceptível pelo olfato e bastante corrosivo (Instituto Sadia de Sustentabilidade, 2006).

Os microrganismos que atuam na ausência de oxigênio atacam a estrutura de materiais orgânicos complexos, produzindo compostos simples como o metano (CH₄) e o dióxido de carbono (CO₂) (Sanchez et al., 2005).

A composição típica do biogás é cerca de 60% de metano, 35% de dióxido de carbono e 5% de uma mistura de hidrogênio, nitrogênio, amônia, ácido sulfídrico, monóxido de carbono, aminas voláteis e oxigênio (WEREKO-BROBBY;HAGEN, 2000).

Para que ocorra a fermentação da matéria orgânica, essas bactérias precisam de um ambiente favorável para seu crescimento e desenvolvimento: Ausência de compostos químicos tóxicos (sabão, detergente); Temperatura adequada (entre 30 e 45° C); Presença de matéria orgânica (dejetos); Ausência de ar. Assim, se houver alguma interferência nesses fatores poderá ocasionar uma redução na produção de biogás. (SEIXAS; MARCHETTI, 1981)

Os microrganismos produtores de metano são sensíveis a variação de temperatura, sendo recomendado assegurar-se a sua estabilidade, seja através do aquecimento interno ou pelo melhor isolamento térmico da câmara de digestão durante os meses de inverno. Este ponto é bastante crítico, pois nos meses de inverno é que se apresenta uma maior demanda por energia térmica e uma tendência dos biodigestores em produzirem volumes menores de biogás causados pelas baixas temperaturas.

Estudos realizados pela Embrapa Suínos e Aves indicam que, em média, para cada 76 litros de dejetos líquidos de suíno, tem-se a formação de 1m³ de biogás.

Existem diversas tecnologias para efetuar a conversão energética do biogás. Entende-se por conversão energética o processo que transforma um tipo de energia em outro. No caso do biogás a energia química contida em suas moléculas é convertida em energia mecânica por um processo de combustão controlada. Essa energia mecânica aciona um gerador que a converte em energia elétrica. Nas instalações de biodigestores existentes na França, por exemplo, e que geram energia elétrica os motores de combustão interna predominam em 100% das instalações (La Farge, 1995). Os geradores de eletricidade movidos a motor de combustão, no Brasil, já são conhecidos há muito tempo e seu uso é estabelecido por normas técnicas específicas.

2.2 Biofertilizante

Depois de todo o processo de produção do biogás, a biomassa fermentada deixa o interior do biodigestor em forma líquida, com grande quantidade de material orgânico, excelente para a fertilização do solo. Com a aplicação deste biofertilizante no solo, melhoram-se as qualidades biológicas, químicas e físicas do mesmo, superando qualquer adubo químico (Oliveira, 2004).

Sganzerla (1983) salienta que, devido ao processo que ocorre na biodigestão, a matéria orgânica (biomassa), perde exclusivamente carbono, sob a forma do gás metano (CH₄) e gás carbônico (CO₂), além de aumentar o teor de nitrogênio e outros nutrientes. Desta forma, o biofertilizante funciona como corretor de acidez do solo. O biofertilizante, ao contrário dos adubos químicos, melhora a qualidade do solo, deixando-o mais fácil de ser trabalhado e proporcionando uma melhor penetração de raízes. Além disso, faz com que o solo absorva melhor a umidade do subsolo, resistindo facilmente a longos períodos de estiagem.

O biofertilizante proporciona a multiplicação das bactérias, gerando mais vida e saúde ao solo e ocasionando aumento significativo na produtividade das lavouras. O autor ressalta que os dejetos neste estágio (biofertilizante) encontram-se praticamente “curados” (na expressão do campo), pois não há possibilidade de nova fermentação; assim, não apresenta nenhum odor e nem é poluente e, com isso, não atrai nenhum tipo de inseto.

A composição do biofertilizante pode variar de acordo com o tipo de biomassa utilizada no biodigestor. No caso de os dejetos de suínos, foram compiladas varias análises conforme a Tabela 1.

Composição	Quantidade
pH	7,5
Matéria Orgânica	85%
Nitrogênio	1,8
Fósforo	1,6
Potássio	1,0

Fonte: Sganzerla (1983, p.26)

Dessa forma, o biofertilizante é um subproduto originado no processo de biodigestão, que proporciona ao máximo a utilização dos dejetos suínos, otimizando o processo de agregação de valor à propriedade rural.

2.3 Métodos determinísticos de análise de investimentos

O primeiro passo para o planejamento de um horizonte de investimento é entender o seu objetivo, o que se deseja alcançar com tal investimento.

Para Casarotto (2000), a análise de investimento permite que se racionalize a utilização dos recursos de capital. De acordo com as contingências ligadas aos investimentos, a avaliação envolverá desde critérios puramente monetários (situação mais simples) até critérios de mensuração mais complexa, como vantagens estratégicas ou impactos ambientais.

Existem vários fatores que determinam se o investimento está ou não sendo vantajoso:

- TMA: Taxa a partir da qual o investidor considera que está obtendo ganhos financeiros. É uma taxa associada a um baixo risco, ou seja, qualquer sobra de caixa pode ser aplicada, na pior das hipóteses, na TMA (CASAROTTO, 2000).

- TIR: Segundo Casarotto (2000), é a taxa para o qual o VPL (valor presente líquido) do fluxo é nulo, a taxa que somada ao valor atual das entradas seja igual ao valor atual das saídas.
- VPL: Valor presente líquido é uma técnicas sofisticada de orçamento de capital. Calculado subtraindo-se o investimento inicial do valor presente das entradas de caixa do projeto, sendo estas descontadas à taxa de custo de capital da empresa (GITMAN, 2011).
- PAYBACK: O período de *payback* indica às empresas que aceitam projetos de alto risco quão rapidamente podem recuperar seu investimento. Além disso, informa àquelas com recursos limitados com que rapidez os fundos investidos em dado projeto estarão disponíveis para projetos futuros (GITMAN, 2011).

Um dos métodos mais simples para se ter uma visão da real situação de um investimento é fazer a comparação entre o valor encontrado no calculo da TIR e o valor da TMA, se o valor encontrado em TIR for maior que a TMA o projeto de investimento está sendo vantajoso.

3. O ambiente da pesquisa

De acordo com o tema e os objetivos estabelecidos, este estudo caracterizou-se como uma pesquisa tipo estudo de caso exploratório, usando o método quantitativo de abordagem para a coleta e a análise dos dados (LAKATOS, 2001).

A técnica trabalhada nessa pesquisa é o estudo de caso, pois se investigou um fenômeno dentro do seu contexto real, no qual as condições contextuais referem-se ao objeto que está sendo estudado. Yng (2005) comenta que a escolha da metodologia de estudo de caso deve-se ao fato de ser uma técnica de investigação de comportamentos que não podem ser manipulados isoladamente e devem ser analisados em conjunto. Segundo Bruyne (1997, p. 224), “o estudo de caso reúne informações tão numerosas e tão detalhadas quanto possível, com vistas a apreender a totalidade da situação”. Observando as técnicas expostas acima, o trabalho utiliza procedimentos sistemáticos para a descrição, determinação e explicação dos fatos e ocorrências no processo de geração de energia elétrica alternativa proveniente do tratamento dos dejetos suínos na referida propriedade em estudo.

Foi feito um acompanhamento na propriedade rural de todo o processo para a geração de energia alternativa e utilização do biofertilizante. Portanto, pesquisou-se um fenômeno dentro do seu contexto real, aumentando a credibilidade das conclusões obtidas. Buscou-se analisar todos os possíveis ganhos financeiros que a propriedade em estudo conseguiu obter com a implantação do referido sistema de geração de energia alternativa.

4. Análise e Discussões dos Resultados

4.1 Apresentação do Objeto de Estudo.

A Fazenda Barichello, objeto de estudo, está localizada no município de Tucunduva, no Estado do Rio Grande do Sul, Brasil. Se caracteriza como uma Unidade Produtora de Leitões – UPL 8 Kg, com um plantel aproximado de 400 matrizes e um volume diário de dejetos estimado em 17 metros cúbicos. Para uma melhor compreensão, as unidades UPLs 8 kg são aquelas criações que envolvem basicamente as fases de reprodução e tem como o produto final a produção de leitões com peso médio de 6 a 8 kg e com apenas em média de 20 dias de idade. Após o desmame, são encaminhados a outro estabelecimento para a fase de creche.

A presente fazenda está integrada a empresa Sadia, uma das maiores indústrias de alimentos do mundo. No ano de 2004, a empresa Sadia criou o Programa de Suinocultura Sustentável Sadia, chamado de Programa 3S. A meta consistia em levar a pequenos e médios criadores, por adesão voluntária, ao sofisticado mercado de créditos de carbono e garantir uma importante fonte de receita para os suinocultores.

Sendo assim, para a execução do programa 3S, também foi criado o Instituto Sadia de Sustentabilidade, em dezembro de 2004, que desenvolveria projetos de preservação ambiental, alimentar, cultural e esportiva. O Instituto passou a promover ações como a captação de recursos para a instalação de biodigestores.

O programa estabeleceu que o suinocultor recebesse os aparelhos (biodigestores) em regime de comodato e abateria o investimento com seus créditos de carbono, que serão negociados pelo Instituto. Desta forma, os dejetos são tratados em tanques cobertos (biodigestores), impedindo-se a emissão de metano e a liberação de gases causadores do efeito estufa. O próprio modelo de biodigestor foi encomendado pela Sadia a fornecedores nacionais, de forma a ter um custo acessível até para os menores produtores, aqueles que têm plantéis de até 300 animais nas granjas.

A partir deste investimento inicial por parte da empresa Sadia, a fim de participação nos chamados Mecanismos de Desenvolvimento Limpo (Crédito de Carbono), a fazenda em questão, procurou alternativa a fim de buscar novas maneiras de agregação de valor a propriedade, visualizando e implementando a possibilidade de geração de Energia Elétrica concomitantemente a participação no MDL. Ressalta-se que no presente estudo não será abordado os valores obtidos com a participação no MDL, uma vez que, encontra-se em fase inicial de creditação.

Para uma melhor compreensão do processo, o projeto de geração de energia elétrica a partir do biogás e obtenção do biofertilizante na propriedade ocorre nas seguintes etapas:

- a) Coleta dos Dejetos. O terreno onde a Fazenda Barichello está localizada possibilitou a instalação do biodigestor e a implantação de unidades coletoras de dejetos de modo mais racional, facilitando as condições de manejo. O terreno está em certo grau de declive, possibilitando que os dejetos gerados na unidade produtiva, sejam conduzidos em tubos de 150 mm de diâmetro (PVC), sem a necessidade de bombeamento, para uma caixa de homogeneização de vazão.
- b) Biodigestor. Chegando o dejetos na caixa de Homogeneização de vazão, todo o dejetos produzido na propriedade é destinado para dentro do biodigestor, onde o mesmo passa por um tempo de residência hidráulica estimado em 30 dias. O biodigestor modelo canadense, de operação contínua possui produção estimada de biogás corresponde a 240 m³ por dia, considerando-se uma vazão média de esgoto de 17 m³ de dejetos por dia. Pelos dados observados na prática têm-se um volume de 0,6 metros cúbicos por dia de biogás por animal. Após o processo de residência hidráulica, o dejetos suíno resulta no biofertilizante, sendo direcionado para as lagoas de retenção.
- c) Balão de Armazenamento: Após o processo de biodigestão, o biogás é enviado para o balão de armazenamento, através de tubulação rígida de PVC com 50 mm de diâmetro para posteriormente ser usado como combustível para no conjunto motor-gerador. Na tubulação existe um ou mais pontos de purga d'água. Também, na rede de distribuição do biogás para o conjunto gerador foi instalado um sistema de filtro, com limalha de ferro no seu interior, visando à remoção de H₂S.

- d) Conjunto Motor/Gerador: Consiste em um motor de combustão interna (diesel) adaptado para o uso do biogás como combustível, acoplado a um gerador de eletricidade, gerando energia dentro da propriedade com um sistema de distribuição interno e isolado. Na fazenda foi instalado um conjunto motor-gerador de eletricidade trifásico com as seguintes especificações: Potência 30 kVA Stand BY / 25 kVA Contínuo, Controle de Rotação Eletrônico por sensor eletromagnético, Dimensões Altura /Largura/Comprimento 1200mm X 1000mm X 2000mm, Peso 1.000 kg. GERADOR Marca WEG com Acoplamento Tipo rígido com flange, Grau de proteção IP-21, Número de pólos 4, Rotação 1800 RPM, Frequência 60 Hz, tensão 380 V. MOTOR Marca Ford 4.9. O mais importante é conhecer a potência efetivamente gerada pelo gerador.
- e) Caixa de Comando: Na caixa de comando, encontram-se a energia gerada pelo grupo gerador a biogás e a provinda da concessionária local, através do acionamento de uma chave central o proprietário escolhe qual energia irá utilizar.

Para uma melhor visualização, veja fluxograma do processo (Figura 1).

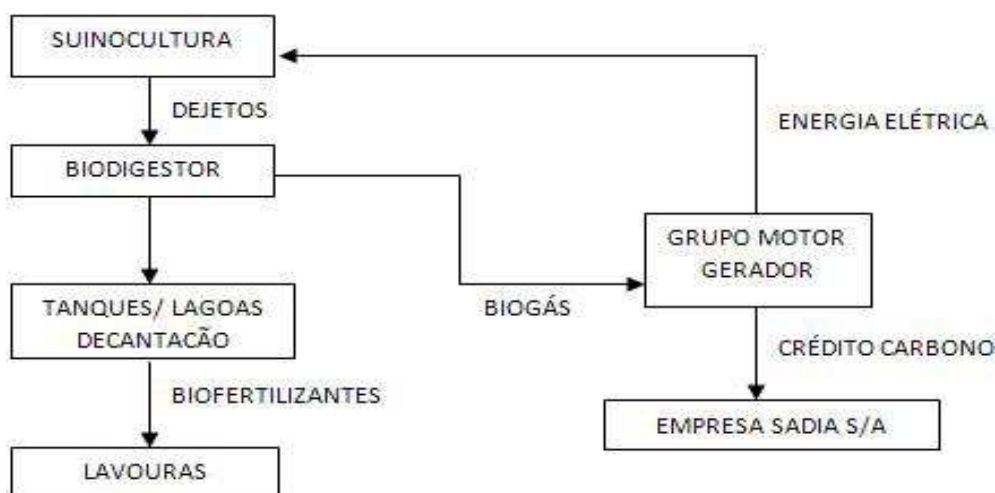


Figura 1: Fluxograma do Processo. Fonte: Elaboração própria.

A empresa que forneceu o Grupo Motor/gerador teve que atender a critérios básicos de fornecimento de sistemas de aproveitamento energético de biogás para a geração de energia elétrica, estabelecidos através de um memorial do Centro de Inovação e Excelência – Sadia. A adequação do Grupo motor/gerador deve estar dentro dos requisitos da metodologia ONU (Organização das Nações Unidas) para a redução de emissões, além de outras especificações obrigatórias fornecida pela Sadia, a fim de que o sistema de geração de energia seja aprovado e integrado ao sistema biodigestor/queimador do programa 3S, possibilitando a participação no Mercado de Carbono.

4.2. Investimento Total para implantação do Sistema

Para a implantação e execução do presente projeto, necessita de toda uma estrutura para o funcionamento do mesmo. O Quadro 1 apresenta o valor do investimento inicial necessário para implantação do biodigestor e lagoas de retenção, além de equipamentos necessários para a geração de energia elétrica e para o posterior aproveitamento do biofertilizante.

Descrição	Qtde	R\$
Biodigestor 500 m ³	1	Cedido
Casa de Máquinas (Alvenaria)	1	1.500,00
Conjunto Motor/Gerador 40 Kva Nominal	1	30.000,00
Conjunto Limpeza Biogás	1	120,00
Reservatório Biogás (Balão de Armazenamento)	1	2.200,00
Tubulações e Conexões	N/D	300,00
Lagoas de Retenção (Mantas de Revestimento)	2	15.000,00
Caixa de Comando (Energia Elétrica)	1	2.000,00
Total		51.120,00

Quadro 1 – Investimento Inicial. Fonte: Objeto do estudo

Outros dados foram levantados e calculados para a obtenção do valor total do investimento, conforme expresso os valores totais na Tabela 2, incluindo assim os custos fixos do projeto, mão-de-obra, entre outros, denominados aqui de Capital de Giro Inicial e acréscimos.

Discriminação	Valor
1. Investimento fixo	51.120,00
2. Capital de Giro Inicial e Acréscimos	17.575,00
3. Investimento total	68.695,00

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 2 – Investimento Total (Em R\$ 1.00)

Para o presente projeto estima-se um valor de Investimento total de R\$ 68.695,00 (Sessenta e Oito Mil e Seiscentos e Noventa e Cinco Reais).

4.2.1 Receitas Obtidas

O presente projeto está implantado desde Abril/2010, desta forma, foram analisadas as receitas obtidas neste período e posteriormente projetadas para os próximos anos, conforme as seguintes premissas:

- Energia Elétrica: Média mensal de geração aferida por relógio medidor do Conjunto Motor/Gerador multiplicado pelo valor pago pelo Kw/h da concessionária.

- Biofertilizante: Quantidade de m³ de biofertilizante gerados por ano multiplicado pelo valor praticado no mercado (R\$ 3,00).

Observa-se que, não haverá aumento (crescimento) nas projeções, uma vez que, a fonte de matéria prima se manterá a mesma. Desta forma, obtêm-se a previsão das Receitas Totais. Para o presente projeto vislumbrou-se um período de 10 anos, conforme visualizado na Tabela 3.

Produtos	Ano	Anos	Anos
	1	2 a 5	6 a 10
1.Energia Elétrica	7.200,00	7.200,00	7.200,00
2.Biofertilizante	14.580,00	14.580,00	14.580,00
3.Total	21.780,00	21.780,00	21.780,00

Fonte: Elaboração Própria

Tabela 3 - Previsão de Receitas Totais Líquidas (Em R\$ 1,00)

Verifica-se que a cada ano, o projeto apresenta uma Receita de R\$ 7.200,00 (Sete mil e duzentos reais) para a Geração de Energia Elétrica e uma Receita no valor de R\$ 14.580,00 (Quatorze mil e Quinhentos e Oitenta reais) no comércio do Biofertilizante, totalizando um montante de R\$ 21.780,00 (Vinte e um mil Setecentos e Oitenta reais). Quando se fala em comércio, significa a venda para outros produtores e/ou aplicação em próprias lavouras em substituição do adubo químico.

4.2.2 Taxa de Retorno

Na presente pesquisa optou-se por adotar a taxa de 12,25% a.a. como um indicador para o custo de oportunidade (TMA), uma vez que, o produtor encontra a sua disposição este tipo de investimento em sua cooperativa de crédito.

Com as informações apresentadas na Tabela 2 e Tabela 3 é possível calcular a taxa interna de retorno do projeto, que para o cenário em questão resultou em 29,27% ao ano.

Apesar das fragilidades do *payback*, verificou-se a inversão de sinal entre os anos 4 e 5 no horizonte do projeto, dessa forma, diante do cenário projetado, os cálculos demonstram a recuperação do investimento inicial em aproximadamente 4 anos e 3 meses.

A análise baseando-se no foco econômico evidencia-se a viabilidade do projeto. Como se trata de uma propriedade de médio porte, o biodigestor possui uma produção de biogás limitada. O consumo de biogás observado no grupo motor/gerador varia entre 10 e 15 metros cúbicos/hora, dependendo da potência elétrica gerada. Para incrementar a obtenção de receitas, diminuindo o tempo para o retorno do investimento, a propriedade encontra formas de utilizar o excesso de energia produzida, uma vez que, devido ao seu porte, o Grupo Motor/Gerador não fica em funcionamento 24 horas/dia pois ocorre a falta de biogás. Desta forma, o proprietário necessita observar qual o período do dia em que a demanda de energia é mais elevada, substituindo assim, a energia provinda da concessionária pelo do Grupo Motor/Gerador, maximizando assim, o processo de geração.

O monitoramento da geração de energia elétrica para avaliação técnica do sistema demonstrou que a eletricidade gerada alimenta a rede de distribuição em baixa tensão 220/380 VAC e que no ponto mais distante do sistema (cerca de 400 metros), a queda de tensão verificada não ultrapassou a 1,2%.

Outro fator importante, vinculado a localização da propriedade em questão, é a ocorrência de grandes números de eventos ambientais (chuvas com ventos fortes), o que acarreta em muitas interrupções da transmissão de energia por parte da concessionária local, sendo que, o conjunto motor-gerador é estratégico para a minimização dos efeitos desta falta de energia, tornando-se também um gerador de emergência.

Além do relatado sobre a produção de energia e biofertilizante, o estudo constatou que antes à implantação da tecnologia em biodigestores os dejetos produzidos na propriedade em questão, eram armazenados em lagoas e depósitos abertos, onde se desenvolvia a formação de

gases nocivos liberados para a atmosfera, sem a devida retenção e queima como ocorre com a implantação do sistema em questão, além que não havia nenhum tipo de tratamento do dejetos para a sua devida utilização como adubo, desta forma salienta-se que, analisaram-se somente questões financeiras, excluindo neste estudo os posteriores ganhos do crédito de carbono, uma vez que, não está definida a metodologia para a forma de pagamento, o que acarretará em diminuição do tempo de retorno do investimento.

5. Conclusão

Demonstrou-se a possibilidade de utilização do biogás para a geração de energia elétrica em uma granja de produção de suínos, para alimentação elétrica de toda a granja em questão.

O presente trabalho evidencia através do estudo de caso, como a implantação de um biodigestor, para o tratamento dos dejetos suínos, e a concomitante produção de biogás para a geração de energia e biofertilizante, em uma propriedade na região Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, podem reduzir custos nas propriedades criadoras de suínos, contribuindo na solução de problemas relacionados principalmente à questão ambiental e de disponibilidade de energia, além de incentivar a permanência do trabalhador no meio rural, através de uma produção sustentável.

A possibilidade do uso do biogás nas propriedades com criação de suínos, agrega valor ao processo de tratamento dos dejetos das propriedades rurais, diminui os custos de produção e, inclusive, possibilita uma visão sistêmica do agronegócio, sob o ponto de vista da gestão ambiental. Salienta-se, entretanto, que esta tecnologia deva ser transferida aos produtores rurais com os devidos cuidados, sempre aprimorando a assistência técnica, para que erros, muitas vezes primários, venham a inviabilizar todo o processo.

Desta forma, a geração de energia elétrica distribuída ou isolada, a partir de biogás gerado em sistemas de tratamento de dejetos, é viável e com eficiência global satisfatória. Ressaltasse também, que quando se considera o benefício ambiental proporcionado pelo presente projeto a decisão favorável do empreendimento é reforçada.

6. Referências Bibliográficas

ANGONESE, A. R. et al. Energy efficiency of swine production system with biodigestor waste treatment. *Eficiência energética de sistema de produção de suínos com tratamento dos resíduos em biodigestor*, v. 10, n. 3, p. 745-750, 2006.

BARICHELLO, Rodrigo. **O uso de Biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor**: Um estudo de caso na Região Noroeste do Rio Grande do Sul. 2010, 139p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BARICHELLO, Rodrigo; RIOS, Jose Valci Pereira. **Estudo da viabilidade econômico-financeira na implantação de um biodigestor na Granja Barichello**. 2007. 89 f. Monografia (Conclusão do curso de Administração) -- Universidade Comunitária Regional de Chapecó, 2007.

BARRERA, Paulo. **Biodigestores**: energia, fertilidade e saneamento para a zona rural. São Paulo: Ícone, 1993.

BONETT, Lucimar Pereira; MONTICELLI, Cícero Juliano. **Suínos**: o produtor pergunta, a Embrapa responde. 2. ed. rev. Brasília: Embrapa Suínos e Aves, 1998.

BORGES DE OLIVEIRA, S. V. W. et al. Generation of bioenergy and biofertilizer on a sustainable rural property. *Biomass and Bioenergy*, v. 35, n. 7, p. 2608-2618, 2011.

BRONDANI, J.C. **Biodigestores e biogás**: balanço energético, possibilidade de utilização e mitigação do efeito estufa. 2010, 98p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2010.

BRUYNE, P. et al. **Dinâmica da pesquisa em ciências sociais**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1997.

- CABRAAL, R. A. Productive uses of energy for rural development. In: (Ed.). *Annual Review of Environment and Resources*. Palo Alto: Annual Reviews, v.30, 2005. p.117-144. (Annual Review of Environment and Resources).
- CERUTTI, A. K. et al. Evaluation of the sustainability of swine manure fertilization in orchard through Ecological Footprint Analysis: Results from a case study in Italy. *Journal of Cleaner Production*, v. 19, n. 4, p. 318-324, 2011.
- EMBRAPA. **Aspectos Práticos do Manejo de Dejetos Suínos**. Florianópolis, 1995.
- GUIMARAES, Marcelo (org). **Biomassa**, Energia dos Trópicos em Minas Gerais. Belo Horizonte: Labmidia, 2001.
- GUIVANT, Julia Sílvia; MIRANDA, Cláudio R. de (Orgs.) **Desafios para o desenvolvimento sustentável da suinocultura: uma abordagem multidisciplinar**. Chapecó, SC: Argos, 2004.
- LA FARGE, B. de. **Le biogaz: procédés de fermentation méthanique**. Paris: Masson, 1995. 237p.
- LAKATOS, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade **Fundamentos de metodologia científica**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2001.
- LANSING, S. et al. Quantifying electricity generation and waste transformations in a low-cost, plug-flow anaerobic digestion system. *Ecological Engineering*, v. 34, n. 4, p. 332-348, Nov 2008.
- MARTINEZ, J.; GUIZIOU, F.; PEU, P.; GUEUTIER, V. Influence of treatment techniques for pig slurry on methane emissions during subsequent storage. **Biosystems Engineering**, v.85, n.3, p.347-354, 2003.
- MIN, B. et al. Electricity generation from swine wastewater using microbial fuel cells. *Water Research*, v. 39, n. 20, p. 4961-4968, 2005.
- MØLLER, H. B.; SOMMER, S. G.; AHRING, B. K. Methane productivity of manure, straw and solid fractions of manure. **Biomass and Bioenergy**, v.26, p.485-495, 2004.
- NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. **Biodigestão: a alternativa energética**. São Paulo: Nobel, 1986.
- OLIVEIRA, Paulo A. V. Impacto Ambiental causado pelos dejetos suínos. **Anais...** Simpósio Latino americano de Nutrição de Suínos, 1993. p. 27-40
- OLIVEIRA, P. A. V. de, Impacto ambiental causado pela suinocultura. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE ZOOTECNIA, 5., 2003, Uberaba, MG. **Anais...** Uberaba: ABCZ / ABZ / FAZU, 2003a. p.142-161.
- OLIVEIRA, P. A. V. de. **Tecnologias para o manejo de resíduos na produção de suínos: manual de boas práticas**. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2004b. 109 p. (Programa Nacional do Meio Ambiente - PNMA II).
- PIPATMANOMAI, S.; KAEWLUAN, S.; VITIDSANT, T. Economic assessment of biogas-to-electricity generation system with H₂S removal by activated carbon in small pig farm. *Applied Energy*, v. 86, n. 5, p. 669-674, 2009.
- SADIA. Instituto de Sustentabilidade. **Manual de Operação de Biodigestores**, 2006. Cartilha.
- SEIXAS, Jorge; MARCHETTI, Delmar A. B.. **Construção e funcionamento de biodigestores**. Brasília: Embrapa Suínos e Aves, 1981. 60 p.
- SGANZERLA, Edílio. **Biodigestores: uma solução**. Porto Alegre: Agropecuária, 1983.
- SOUZA, C. F. **Biodigestão anaeróbia de dejetos de suínos: obtenção de dados e aplicação no desenvolvimento de um modelo dinâmico de simulação da produção de biogás**. 2001. 140 p. Tese (Doutorado em Zootecnia - Produção Animal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2001.
- YIN, R. **Estudo de caso: planejamento e métodos**. Porto alegre: Bookman, 2005.