BIODIGESTORES PARA TRATAMENTO DE DEJETOS SUÍNOS E ALTERNATIVAS PARA O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DA PROPRIEDADE

Clarissa Ana Zambiasi, Felipe Argiles Silveira, Maria Laura Gomes Silva Luz, Gizele Ingrid Gadotti, Carlos Alberto Silveira Luz, Mário Conill Gomes, Orlando Pereira-Ramirez

IBMEC-Centro Universitário UNA, Viçosa, MG. E-mail: z.cissa@gmail.com

RESUMO

A suinocultura traz desenvolvimento econômico, mas causa problemas ambientais graves, devido aos resíduos sólidos gerados, que em geral não são tratados adequadamente. O objetivo do trabalho é fazer o estudo técnico-econômico de implantação de biodigestores para o tratamento de dejetos suínos, com geração de biogás que será transformado em energia elétrica e térmica para o abastecimento de uma pequena propriedade rural. Com isso, pretende-se reduzir a dependência de adubos químicos, de energias térmica e elétrica para os diversos usos (aquecimento de campânulas no aviário, iluminação e resfriamento), reduzir a poluição e a emissão de gases de efeito estufa. Foram dimensionados dois biodigestores (55 m³ cada), gerando 41,8 m³ de biogás por dia cada. O tempo de retenção hidráulica foi de 30 dias. Serão gerados biofertilizante e biogás, esse último sendo canalizado e podendo seguir ou para as campânulas, ou para o motor-gerador que o transformará em energia elétrica para a propriedade. O sistema projeto apresenta melhorias, analisando os aspectos ambientais, econômicos para o agricultor e sociais para a comunidade, além de ser uma forma mais eficiente de utilização dos recursos da propriedade.

Palavras-chave: Biofertilizante; Biogás; Energia alternativa; Propriedade rural.

BIODIGESTERS FOR TREATMENT OF SWINE MANURE AND ALTERNATIVES TO SUSTAINABLE DEVELOPMENT

ABSTRACT

Swine production brings economic development, but causes serious environmental problems, due to the solid residues generated which generally are not adequately treated. The objective of this research is to carry out a technical-economic study of the implantation of biodigestive deposits for the treatment of swine excrements with generation of biogas, which will be transformed in electrical and thermal energy to be supplied to a small rural property. This is intended to reduce the dependence on chemical fertilizers, electrical, and thermal energy for several uses (aviary heaters, lighting, and cooling), reduction of pollution and of emission of greenhouse gases. Two 55m³ biodigestive deposits were projected, each generating 41.8 m³ of biogas per day. The period of hydraulic retention was 30 days. Biofertilizer and biogas will be generated. The biogas will be conducted by pipes either to the heaters or to the generator-motor, which will transform it in electrical energy for the property. Once installed, the system presents improvements, analyzing environmental and economical aspects for the farmer and social aspects for the community. It is a more efficient way to use the resources of the property.

Keywords: Biofertilizers; Biogas; Alternative energy; Rural property.

INTRODUÇÃO

O Brasil possui grandes condições para aumentar o plantel de suínos, dentre elas clima tropical, mão-de-obra barata, facilidade para manejo e tratamento de dejetos pelas grandes dimensões territoriais, grande produção de grãos (milho e soja), dentre outros. A carne suína é a mais consumida no mundo, porém países europeus e os Estados Unidos tendem a reduzir o plantel em virtude de problemas ambientais e dos altos custos de produção (CARVALHO, 2009).

Uma forma correta de preservação ambiental seria considerar conceitos como desenvolvimento sustentável, ou seja, atender às reais necessidades que devem ser satisfeitas para assegurar as condições essenciais de vida a todos, sem comprometer os recursos atualmente disponíveis, e que se possa renová-los na medida em que eles sejam necessários às futuras gerações. Convém mencionar ainda, que para o produtor é difícil compreender que é ônus seu, produzir sem provocar a degradação ambiental (MARQUES, 2001).

A atividade é considerada pelos órgãos ambientais uma "atividade potencialmente causadora de degradação ambiental", sendo enquadrada como de grande potencial poluidor. Conforme Brasil (1998) que é a Lei 9.605/98 - Lei de Crimes Ambientais, o produtor pode ser responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais.

De acordo com estudos de Ciotti et al. (2008), os dejetos suínos, até a década de 70, não constituíam fator preocupante, pois a concentração de animais era pequena e o solo das propriedades tinha capacidade para absorvê-los ou eram utilizados como adubo orgânico. Porém, o desenvolvimento da suinocultura trouxe a produção de grandes quantidades de dejetos, que pela falta de tratamento adequado, se transformou na maior fonte poluidora dos mananciais.

No decorrer dos anos, os criadores vêm intensificando suas técnicas de manejo, mudando-as gradualmente do sistema de criação extensivo para o sistema intensivo, procurando melhorar o controle sanitário, a eficiência da mão-de-obra e o desempenho dos animais. Nesse sentido, as instalações apresentam um papel fundamental no desempenho animal (SARTOR et al., 2006).

Ainda conforme os mesmos autores, dentre os fatores que contribuíram para aumento da produtividade, destaca-se o manejo intimamente ligado às instalações bem planejadas e executadas, que reduzem os custos de produção, devido à maior eficiência de mão-de-obra, conforto, salubridade e produtividade dos animais, bem como maior satisfação do suinocultor.

Segundo Fernandez-Vitória (1995), o meio ambiente é o entorno vital, ou seja, o conjunto de fatores físico-naturais, estéticos, culturais, sociais e econômicos que se relacionam entre si, com o indivíduo e com a comunidade em que vive, determinando sua forma, caráter, comportamento e sobrevivência. No que se relaciona ao homem, entende-se o meio ambiente como fonte de recursos naturais, suporte de atividades e receptor de efluentes.

Como suporte de atividades, o meio ambiente apresenta uma maior ou menor capacidade para suportar cada atividade que se desenvolve. Cada ecossistema e cada sistema sócio-cultural apresenta uma capacidade de suporte para determinadas atividades. É necessário que sobre estes sistemas se desenvolvam atividades que não ultrapassem a capacidade suporte ou que sejam associados outros sistemas que promovam aumento na capacidade suporte do meio (ACRISMAT, 2004).

Este fato indica que um sistema de produção de suínos deve ser avaliado, também, pelo entorno da atividade, como: disponibilidade de áreas e outros sistemas de produção associados, os quais poderão aumentar a capacidade suporte (ACRISMAT, 2004).

A literatura mundial relata inúmeros processos de tratamentos e/ou aproveitamento de resíduos orgânicos, destacando os processos biológicos, sejam os aeróbios (lodo ativado, lagoas de estabilização aeróbia, etc.), sejam os anaeróbios (biodigestores, lagoas de estabilização anaeróbia, etc.) para o tratamento de efluentes (FERNANDES JÚNIOR, 2001).

Visando à sustentabilidade dos sistemas de produção animal, os pesquisadores necessitam adequar as formas de manejo de modo que sejam compatíveis com a legislação ambiental (VAVRA, 1996).

O objetivo do projeto foi dimensionar biodigestores para a produção de biogás e biofertilizante, assim como buscar alternativas de melhorias para o produtor, utilizando recursos de engenharia e novas tecnologias, modernizando a propriedade, visando à sustentabilidade e ao melhor aproveitamento dos recursos disponíveis do local, agregando renda para o produtor e seu desenvolvimento social, econômico e ambiental, assim como da comunidade.

MATERIAL E MÉTODOS

O projeto foi desenvolvido no município de Nova Bréscia, Estado do Rio Grande do Sul (RS). A propriedade está localizada na Linha Arroio das Pedras Altas, a 3 km do centro do município, numa latitude de 29° 12’ S e longitude

de 52° 03' O. A suinocultura aloja 500 suínos nas fases de crescimento e terminação.

A propriedade foi escolhida por estar localizada numa região potencialmente produtora de suínos no Estado e por não possuir tratamento dos dejetos oriundos da atividade. Os dados considerados para o presente trabalho foram coletados durante o ano de 2009.

Fez-se o estudo das operações necessárias para o projeto, como cálculo de volumes de produção de dejetos, análise da captação dos mesmos e escolhas dos materiais, bem como o dimensionamento dos equipamentos para a geração do biogás e de biofertilizante, e estudos de como seria feita a transformação em energias térmica e elétrica, a serem utilizadas na propriedade. Também foram computados os valores dos equipamentos utilizados para melhorias na propriedade.

Levantaram-se os dados para a execução do projeto e os seus custos, que foram computados em planilhas de cálculo de gastos, gerando assim o fluxo de caixa do empreendimento. Após, de posse dessas informações, foi realizado o estudo da viabilidade econômica do projeto (BUARQUE, 1991).

O estudo da viabilidade econômica do projeto foi feito, em um horizonte de planejamento de 10 anos, através do cálculo do Valor Presente Líquido (VPL), que é uma técnica de análise de orçamentos de capital, obtida subtraindo-se o investimento inicial de um projeto do valor presente das entradas de caixa descontada a uma taxa igual ao custo de capital da empresa; da Taxa Interna de Retorno (TIR), que determina em pontos percentuais, a remuneração de um empreendimento, sendo o índice através do qual é avaliada a situação de equilíbrio econômico-financeiro do projeto; e o *payback*, que é o tempo entre o investimento inicial e o momento no qual o lucro líquido acumulado se iguala ao valor desse investimento. No projeto, considerou-se uma Taxa Mínima de Atratividade (TMA) de 6% a.a. (juros de poupança). Esta taxa apresenta o custo de oportunidade para o projeto, ou seja, para ser aceita, uma proposta deve ser mais rentável do que esta aplicação de segurança, pois é uma taxa de juros que representa o mínimo que um investidor se propõe a ganhar quando faz um investimento (BUARQUE, 1991).

Foram estudados três cenários econômicos, a fim de considerar diferentes possibilidades para a propriedade, analisando materiais distintos e utilizações alternativas para a energia produzida no sistema de maneira que possam ser incrementados ou considerados para maior lucro e melhor utilização dos recursos da propriedade. Como o projeto apresenta diversas possibilidades e variações tanto na produção de biogás e biofertilizante, como acréscimo de melhorias e novos cultivos na propriedade, são apresentados os seguintes cenários econômicos:

Cenário 1 - Propriedade com sistema de biodigestor de lona, aquecimento do chuveiro residencial com painel solar e cisterna para o abastecimento da casa. Produção de milho e de feijão de 70 % do esperado.

Cenário 2 - Propriedade com sistema de biodigestor de *container* forrado com fibra de vidro, sem aquecimento de painel solar para o chuveiro e sem cisterna. Rendimento da lavoura de milho de 80 % e de feijão de 60 % do esperado.

Cenário 3 - Propriedade com biodigestor de lona, sem aquecimento de painel solar para o chuveiro e sem implantação da cisterna. Rendimento da lavoura de milho e feijão de 50 % do esperado.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Parte Técnica:

Foi considerada a utilização de mantas plásticas na construção dos biodigestores, material de alta versatilidade e de baixo custo, fator responsável pelo barateamento dos investimentos de implantação e da sua disseminação.

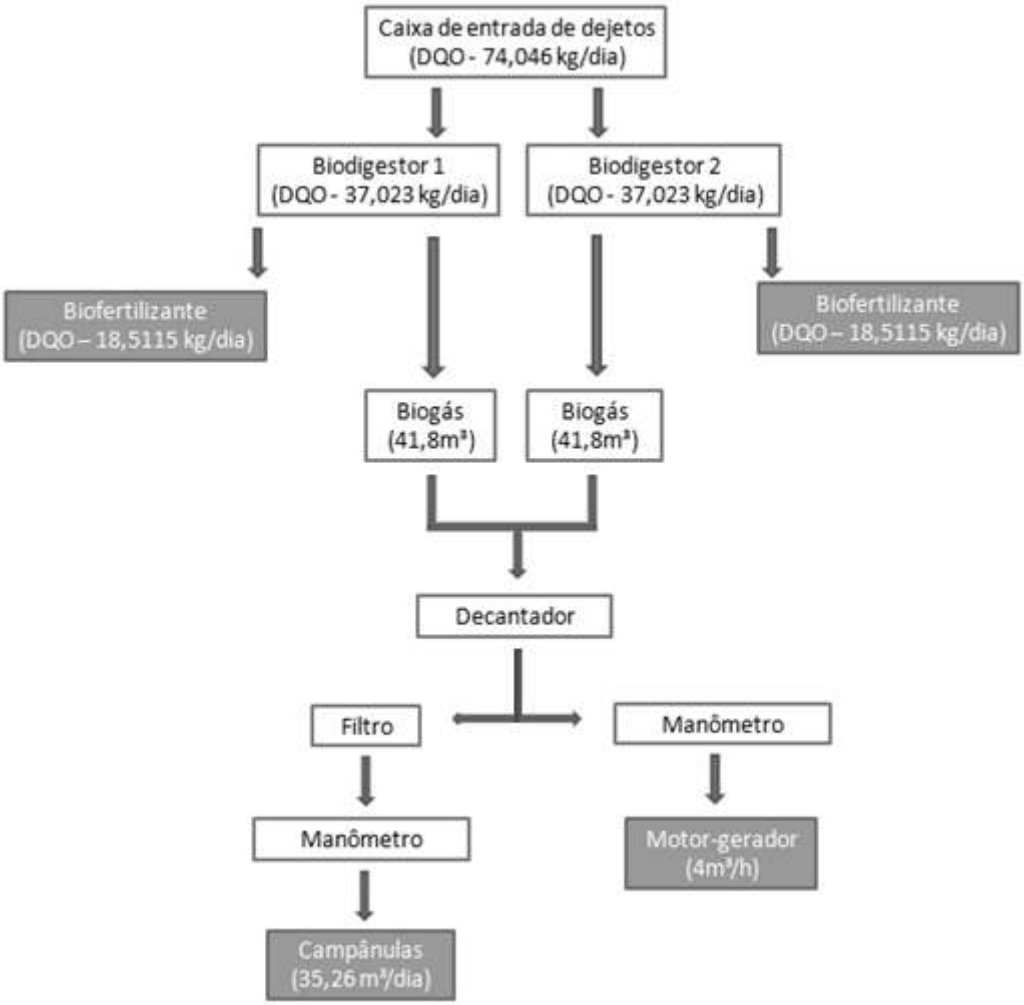
Nos biodigestores, a câmara de biomassa será escavada no solo e revestida com vinimanta de PVC, com espessura de 1,0 mm, sendo o depósito de biogás coberto, também com vinimanta de PVC, com espessura de 1,0 mm.

O projeto será composto por dois biodigestores com capacidade de armazenamento de 55 m³ cada. Os biodigestores foram projetados para um tempo de retenção hidráulica (TRH) de 30 dias, sendo alimentados com 3,5 $m^3.dia^{-1}$ de dejetos no total. Conforme Sartor et al. (2006), dependendo da idade, o suíno pode produzir de 1,1 a 18,8 kg de dejetos por dia.

Usando-se o coeficiente de 0,45 (m³ de biogás por kg de sólidos voláteis) e multiplicando-se pela carga de alimentação do biodigestor, que é o produto da concentração de sólidos voláteis (53,1 $g.L^{-1}$) pela vazão de dejetos (500 suínos x 7 L = 3,5 m³), obtém-se uma produção estimada de

biogás de 83,63 $m^3.dia^{-1}$, com uma demanda química de oxigênio (DQO) de 74,046 $kg.dia^{-1}$, dividida igualmente para cada um dois biodigestores (Figura 1).

Figura 1. Fluxograma e balanço de massa de dois biodigestores com capacidade de armazenamento de 55 m^3 cada. Fonte: elaborado pelos autores.



Cada biodigestor terá uma entrada de DQO de 37,023 $kg.dia^{-1}$ e saída de 18,5115 $kg.dia^{-1}$ de DQO. Cada litro de dejeto possui uma DQO de 21,152 g, resultando então em 74,046 $kg.dia^{-1}$ de DQO. Cinquenta porcento da DQO é convertida em biogás e 50 % vai para o biofertilizante, sendo o líquido mais o lodo. O biogás será queimado em campânulas utilizadas para o aquecimento no aviário do produtor. O valor total de biogás queimado nas campânulas é de 35,26 $m^3.dia^{-1}$.

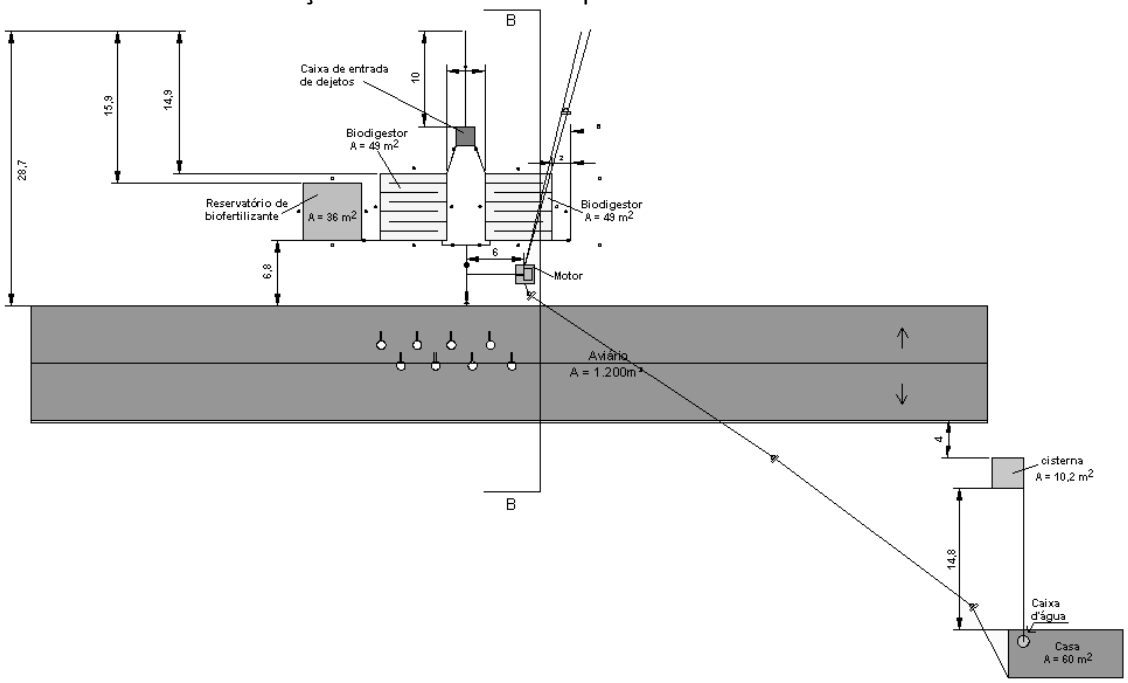
Os biodigestores terão uma área de 7,0 X 7,0 m, com 1,2 m de profundidade. Internamente, os biodigestores serão chicanados, de forma a evitar caminhos preferenciais dos dejetos e para melhorar a eficiência do processo de tratamento. O buraco será revestido com argila que será compactada com um rolo compactador.

Os biodigestores seguirão esse modelo pois segundo Kunz et al. (2005) apesar de existires vários modelos de biodigestores que foram desenvolvidos e adaptados para diversas matrizes e substratos, esse foi o modelo que mais vem sendo utilizado na suinocultura, face a algumas vantagens como baixo custo, facilidade e rapidez de implementação.

A saída de biofertilizante será controlada por registros e o mesmo será armazenado em duas lagoas de 6,0 X 6,0 m, com 1,5 m de profundidade cada. Essas lagoas serão revestidas com manta plástica e cobertas com telha metálica para impedir a entrada da água da chuva. Para coleta de amostras do lençol freático serão instalados piezômetros, para possibilitar o acompanhamento da qualidade e nível do lençol freático ao redor dos reservatórios.

O biogás proveniente dos biodigestores sairá através de uma canalização, convergindo para um único ponto onde haverá uma redução de diâmetro, e poderá seguir dois caminhos: para uma tubulação que conduzirá o biogás para o aviário, onde será realizada a queima em campânulas para aquecimento do lote de pintainhos ou para o motor (Figura 2).

Figura 2. Planta baixa das instalações. Fonte: Elaborado pelos autores.



Cada biodigestor possui seu registro próprio e a linha principal também possui um registro para o controle da vazão de gás. Na linha que conduzirá o biogás para as campânulas será adaptado um filtro de palha de aço para evitar a oxidação do sistema. Nessa linha e na que conduz o biogás para o motor será instalado um registro. Haverá um manômetro em cada uma dessas linhas, para o controle das pressões (Figura 2).

O aviário aloja 15.000 frangos de corte e utiliza 8 campânulas para o aquecimento. Cada campânula consome 0,226 $m^3.h^{-1}$, totalizando um consumo de 35,26 $m^3.dia^{-1}$. Nas campânulas será feito um ajuste de orifício, para transformação de utilização de gás liquefeito de petróleo (GLP) para biogás. Será feita uma modificação do diâmetro nominal do injetor de 0,652 mm para 1,5 mm, e da pressão na linha de biogás para 0,517 $kgf.cm^{-2}$ para o correto funcionamento do sistema.

Uma parte do biogás irá para um motor-gerador de energia elétrica, responsável por atender a demanda de um chuveiro elétrico de 3.500 W; uma geladeira de 90 W; um televisor de 29" de 110 W; um motor para alimentação dos frangos do aviário de 368 W; 8 ventiladores usados no aviário de 368 W cada; iluminação do aviário com 23 lâmpadas fluorescentes de 23 W cada e 5 lâmpadas fluorescentes para a iluminação da casa e da pocilga, de 15 W cada.

O cálculo dos equipamentos utilizados foi realizado no horário de pico de utilização das cargas, ou seja, todos os equipamentos citados poderão ser ligados conjuntamente.

Parte econômica:

Os investimentos fixos somam os materiais necessários para o desenvolvimento de todo o projeto, conforme Tabela 1.

Tabela 1. Investimentos fixos para a construção de dois biodigestores de 55 m³ cada provenientes de suinocultura com 500 suínos nas fases de crescimento e terminação.

Descrição	Un	Quantidade	Valor Un (R$)	Valor Total (R$)
Argila	m³	2	15,00	30,00
Rolo compactador	h	8	20,00	160,00
Motor-gerador	un	1	3.500,00	3.500,00
Manta PVC (Especial para biodigestores)	m²	420	16,00	6.720,00
Tubulação (m)	m	42	7,40	310,80
Registros (100 mm)	un	6	15,00	90,00
Registros (50 mm)	un	2	10,00	20,00
Curvas (100 mm)	un	1	8,00	8,00
Conexão T (100 mm)	un	1	6,50	6,50
Conexão T (50 mm)	un	1	5,00	5,00
Filtro	un	1	3,00	3,00
Redução	un	1	5,00	5,00
Separador de líquidos	un	1	20,00	20,00
Piezômetro	un	16	14,00	224,00
Fio de cobre	m	60	2,50	150,00
Telha alumínio	un	38	10,00	380,00
Manômetro de processos industriais escala em kgf cm^{-2}	un	2	50,00	100,00
Montagem	un	1	500,00	500,00
Capacitação	un	1	200,00	200,00
Imprecisão				248,65
Total				12.680,95

Fonte: Elaborado pelos autores.

O tempo de depreciação foi calculado em 10 anos, considerando-se uma depreciação de 10 % ao ano, resultando o valor anual de R$ 1.268,09.

Os custos fixos são os gastos relacionados diretamente com a obtenção do produto, não variando com a quantidade produzida. Considerando-se, para a manutenção e seguro dos equipamentos uma percentagem de 5 e 0,5 %, respectivamente, obtém-se um valor total de R$ 697,45 com custos fixos.

Receitas do projeto são os valores economizados em energia elétrica, lenha e potencial de adubação do biofertilizante, ou seja, a quantidade de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio que está incorporada no biofertilizante. Os preços dos adubos estão de acordo com o Instituto de Economia Agrícola (2009) e o valor de kWh foi retirado da conta de energia elétrica da companhia de energia local. O preço da lenha foi calculado a partir do preço pago na região. Na Tabela 2, encontram-se os valores mensais das receitas consideradas.

Tabela 2. Receitas mensais provenientes de dois biodigestores de 55m³ cada provenientes de suinocultura com 500 suínos nas fases de crescimento e terminação.

Economia	Unid.	Quantidade	Valor unit. (R$)	Valor total (R$)
Energia elétrica	kW	790,00	0,22	171,83
Lenha	m^3	5,00	40,00	200,00
Ureia	kg	1.709,57	1,16	1.983,10
Superfosfato simples	kg	1.067,67	0,65	693,99
Cloreto de potássio	kg	532,22	1,72	915,43
Total				3.964,34

Fonte: elaborado pelos autores.

Análise de cenários

Analisaram-se diferentes cenários de produção que possam ser incrementados ou considerados para maior lucro e melhor utilização dos recursos da propriedade.

Considerando a necessidade de aplicação de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio numa lavoura com rotação de culturas (milho e feijão), analisou-se a economia de adubo com a aplicação do biofertilizante proveniente dos biodigestores, em uma área de 8 hectares de plantio. Um hectare da propriedade é destinado para o piquete de 3 vacas leiteiras para consumo próprio, e nesse também será aplicado biofertilizante.

Os valores de mercado de ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio por quilograma são respectivamente: R$ 1,16; R$ 0,65; R$ 1,72.

Os cálculos da economia com adubo por hectare, baseado na Resolução 357/05 do CONAMA (BRASIL, 2010), estão na Tabela 3.

Tabela 3. Economia com biofertilizante em reais (R$) em oito hectares de milho e feijão, e um hectare de pastagem.

	Custo com N	**Custo com P**	**Custo com K**	**Total**
Com biofertilizante	-	93,70	44,22	137,92
Sem biofertilizante	257,78	448,47	321,24	1.027,49
Economia por hectare	257,78	354,78	277,02	**889,57**

Fonte: elaborado pelos autores.

Nota-se que a economia de adubo nos 9 hectares da produção será de R$ 8.006,13 por ano.

Considerando a produção de biofertilizante mensal de 94,5 m³, o potencial de adubação do material é de 75,29 hectares. Sendo a propriedade de 9 hectares, há a disponibilização de biofertilizante para mais 66,28 hectares de produção, apresentando uma economia de R$ 58.965,16 anual com adubo.

Atualmente, na propriedade, os dejetos estão em uma esterqueira, onde os vizinhos retiram o esterco e utilizam nas suas lavouras. Por ser uma comunidade pequena, os produtores apoiam-se uns aos outros com trocas de favores nas diversas atividades. Sendo assim, o restante do biofertilizante será utilizado para o melhor rendimento das culturas de toda comunidade, promovendo desenvolvimento social e econômico da região.

Propondo a produção de milho na propriedade, visto que é uma cultura conhecida e utilizada na região, onde há o domínio das práticas de plantio e de cultivo, nos 8 hectares restantes, com o manejo correto e aplicação do biofertilizante, pode-se chegar a uma produtividade de 7.000 $kg.ha^{-1}$. No projeto, considerou-se uma produção mais baixa de milho, devido à dificuldade e imprevistos que possam vir a acontecer.

Considerando que a comunidade interage com trocas de favores, uma possível recompensa pelo biofertilizante seria a ajuda dos vizinhos na colheita da cultura. Considerando o valor de mercado da semente comprada e não quantificando a mão-de-obra com plantio e colheita que funcionará com integração comunitária em troca do fornecimento de biofertilizante, pode-se obter uma receita anual de até R$ 15.422,67.

Para a safra de inverno, sugere-se o plantio de feijão, como rotação de cultura, intercalando com o milho. Encontra-se assim uma receita anual de até R$ 9.360,00.

Há imprevistos que podem ocorrer com a produção de biogás, devido a diferenças na temperatura ambiente. Também se deve considerar que em meses mais quentes, o consumo de biogás para as campânulas é menor do que em meses mais frios do ano, onde há necessidade de utilizar aquecimento por maior número de horas por dia.

Considerou-se uma variação do rendimento dos biodigestores ao longo dos meses, o que implicará em diferente quantidade em metro cúbico de biogás produzido. Estipularam-se percentagens de consumo das campânulas, e com isso, obteve-se a quantidade de biogás restante que pode ser utilizada no motor-gerador.

Foram calculadas quantas horas de trabalho o motor poderá render, considerando o mês de janeiro como o mês de maior quantidade de biogás disponível para o motor-gerador. Nesse mês, o motor-gerador suprirá todas as necessidades de energia elétrica da propriedade, tornando dispensável o abastecimento de energia elétrica pela concessionária, servindo

como base o cálculo da energia elétrica paga em outras ocasiões.

Foi desenvolvida uma planilha eletrônica interativa, onde analisou-se a incorporação de alguns equipamentos e substituição de outros, para melhorias e economia na propriedade. As sugestões são as seguintes:

- *Kit* de aquecimento solar para o chuveiro elétrico, com apoio elétrico;
- Cisterna para armazenamento de água do consumo não potável da casa do produtor;
- Substituição do sistema proposto dos biodigestores por um sistema com *container*-tanque forrado com fibra de vidro.

A opção desses equipamentos considera os cálculos de investimento e custos fixos, fazendo as alterações nos equipamentos utilizados.

No caso de ser escolhida a opção de um chuveiro com aquecimento solar, o projeto terá um acréscimo de R$ 1.500,00. Se a opção for pela implantação do biodigestor com *container*-tanque forrado com fibra de vidro, tem-se um acréscimo de R$ 9.072,17. Com a implantação de uma cisterna para o abastecimento da casa do agricultor, tem-se um acréscimo de R$ 750,00.

Indicadores econômicos do projeto

Como o projeto apresenta diversas possibilidades e variações tanto na produção de biogás e biofertilizante, como acréscimo de melhorias e novos cultivos na propriedade, foram estudados três cenários econômicos.

Em todos os cenários estudados o *payback* do projeto se dá no primeiro ano do investimento (Tabela 4). Os indicadores mostram que projeto é viável e atrativo, pois apresenta VPL positivo em todos os cenários e para uma TMA de 6% há um grande retorno do capital investido (TIR > TMA).

Tabela 4. Índices econômico-financeiros da análise econômica do projeto.

Índices	Cenário 1	Cenário 2	Cenário 3
VPL (R$)	182.240,80	181.324,40	145.175,30
TIR (%)	167,43	114,37	158,67
TIRm (%)	37,19	32,53	36,43
Payback (anos)	1	1	1

Fonte: Elaborado pelos autores.

CONCLUSÕES

Para uma suinocultura com 500 suínos nas fases de crescimento e terminação necessita-se de dois biodigestores de 55m³. Calcula-se a produção de 83,63 $m^3.dia^{-1}$ de biogás e 37,02 kg de fertilizante, mostrando-se econômico e sustentável, agregando renda para o produtor rural, pois todos os cenários estudados apresentaram viabilidade econômica e um *payback* de 1 ano.

Foi sugerido como melhorias a propriedade: *kit* de aquecimento solar para o chuveiro elétrico, com apoio elétrico; Cisterna para armazenamento de água do consumo não potável da casa do produtor; e, substituição do sistema proposto dos biodigestores por um sistema com *container*-tanque forrado com fibra de vidro.

A troca de favores na comunidade permite a viabilidade do projeto.

REFERÊNCIAS

ACRISMAT. Manejo de dejetos em suinocultura: biodigestores. LUCAS JUNIOR, J.. Manejo de Dejetos em Suinocultura. 2004. Disponível em: < http://www.acrismat.com.br/novo_site/arquivos /25112009065720Jorge%20de%20Lucas.pdf>. Acesso em: 02 ago 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho nacional do Meio Ambiente-CONAMA, Resolução 357, 17 de março de 2005. Disponível em: < http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05 /res35705.pdf>. Acesso em: 27 out. 2010.

BRASIL. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. **Crimes Ambientais**. Brasília, DF, fev 1998.

BUARQUE, C. **Avaliação econômica de projetos:** uma apresentação didática**.** 6.ed. Rio de Janeiro: Campus, 1991. 124p.

CARVALHO, H. G. **Planejamento e análise determinística do recurso mão-de-obra em projetos de instalações de suínos.** Lavras: UFLA, 2009.

CIOTTI, C. S.; SANTOS, V. R. ; CAVALCANTI, J. ; RITTER, F. . **Aplicação de dejetos líquidos de suínos e a busca da sustentabilidade.** In: II Encontro de sustentabilidade em projeto do vale do Itajaí - ENSUS 2008, 2008, Itajaí. II Encontro de sustentabilidade em projeto do vale do Itajaí - ENSUS, 2008.

FERNANDES JÚNIOR, A. **Tratamentos físicos e biológicos da manipueira**. In: CEREDA, M.P. (Coord.) Manejo, uso e tratamento de subprodutos da industrialização da mandioca. São Paulo: Fundação Cargill, 2001. v.4, cap.10, p.138-50.

FERNANDEZ-VITÓRIA, V.C. **Auditorías medioambientales** - Guia Metodológica. Madrid: Mundi-Prensa, 1995, 520p.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Defensivos agrícolas. 2009. Disponível em: <http://ciagri.iea.sp.gov.br/nia1/defensivos.aspx >. Acesso em: 29 set 2009.

KUNZ, A.; OLIVEIRA, P. A. V. de; HIGARASHI, M. M. Biodigestor para o tratamento de dejetos de suínos: Influência da temperatura ambiente. Embrapa Suínos e Aves. 2005.

MARQUES, A.C.A. Produção de suínos e a preservação do meio ambiente. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO EM SUINOCULTURA, 9., 2001, Gramado. **Anais do...** Gramado: 2001, p. 5-7.

SARTOR, V.; SOUZA, C.F.; TINOCO, I.F.F. **Informações básicas para projetos de construções rurais:** instalações para suínos. Unidade 2. Construções Rurais e Ambiência, DEA, UFV. Viçosa – MG, 2006.

VAVRA, M. Sustentainability of animal production systems: an ecological perspective. **Journal of Animal Science**, Savoy, v.74, p.1.414-23, 1996.

Recebido para publicação em 22/11/2016
Revisado em 22/08/2017
Aceito em 07/05/2018