



Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai - IDEAU



RACI

REVISTA DE ADMINISTRAÇÃO E CIÊNCIAS CONTÁBEIS DO IDEAU

ISSN 1809-6212

Vol.6 - n.12 - Janeiro - Junho 2011

Semestral

Artigo:

VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM BIODIGESTOR EM PROPRIEDADES RURAIS¹

Autor:

Gilberto Pereira²

¹ Artigo Científico apresentado a Revista RACI, do Instituto de Desenvolvimento Educacional do Alto Uruguai – IDEAU

² Titulação: Licenciado em Matemática, URI – Campus de Erechim. Especialista em Estatística, UFLA- Universidade Federal de Lavras. Mestrado em Matemática aplicada, INUJUI – Universidade Regional de Noroeste do Rio Grande do Sul. Rua: João Costotchenko, 43. Erechim. Email. gilberto@ideau.com.br

VIABILIDADE ECONÔMICA DA INSTALAÇÃO DE UM BIODIGESTOR EM PROPRIEDADES RURAIS

Resumo

A sociedade moderna e o desenvolvimento econômico tornam a energia num combustível necessário e indispensável. A geração de energia e a sociedade produzem fortes impactos e danos ambientais. Contudo, a preocupação com o meio ambiente instiga questões relacionadas à disposição dos resíduos sólidos. O objetivo principal deste trabalho é criar um procedimento para análise da viabilidade econômica para instalação de um biodigestor para geração de energia elétrica, com a utilização do biogás, proveniente da decomposição anaeróbica de dejetos de suínos. Incluída a preocupação ambiental com destinação adequada dos resíduos, podemos verificar uma nova receita da atividade da suinocultura. Nos resultados será um estudo de caso na propriedade Granja Fontana, no Município de Charrua, com apresentação de uma ferramenta matemática, por meio de um modelo, representado em uma programação que mostre a viabilidade da instalação de um biodigestor. Estes procedimentos contêm receitas e despesas da instalação de um biodigestor, contendo também todo investimento para desenvolver a atividade suína nesta propriedade. Para análises, foi criado um cenário para o estudo da viabilidade. Assim os resultados do programa nos indicarão qual melhor cenário. A instalação de um biodigestor para gerar energia elétrica traria como benefícios financeiros a geração de receita para o proprietário e também a destinação adequada dos dejetos suínos.

Palavras-chave: Energia de biomassa. Gás Metano. Biodigestor. Geração de energia elétrica. Viabilidade econômica.

Abstract

The Modern society and the economic development turn the energy in a necessary and indispensable fuel. Power generation and society produce strong impacts and environmental damage. However, the concern with the environment instigates issues related to solid waste disposal. The main objective of this work is creating a procedure for the economic viability analysis in installing a digester to generate electricity, with the use of biogas from swine manure anaerobic digestion. Included environmental concern with proper waste disposal, it is possible to verify a new recipe of pig farming activity. The literature review discusses the pig biomass waste transformation into biogas and the economic and environmental benefits. The results will be a case study in Fontana Farm property in the Charrua City, with the showing of a mathematical tool through a model, represented on a schedule that shows the feasibility of installing a digester. These procedures contain revenue and expenditure of installing a digester, also containing all investment activity to develop swine activity in this property. For analysis scenarios are created to study the viability. The digester installation to generate electricity would bring financial benefits as the revenue generation for the owner and also the proper disposal of pig manure.

Key words: Biomass energy. Methane. Biodigester. Electric power Generation. Viability.

1 CONSIDERAÇÕES INICIAIS

O desenvolvimento econômico e o crescimento desordenado das populações, associado ao estilo de vida da sociedade moderna, configuram-se em processos complexos que compartilham um denominador comum: a disponibilidade de um abastecimento adequado e confiável de energia. Deste modo, da interação complexa da sociedade em que vivemos resulta uma relevante preocupação com o meio ambiente e suas fontes de energias.

Sabe-se que no Brasil, de acordo com o IBGE (1993), a atividade suína é muito desenvolvida em pequenas propriedades. Cerca de 81,7% dos suínos são criados em unidades de até 100 hectares (ha). Essa atividade primária se encontra em 5,8 milhões de propriedades existentes no país, empregando mão-de-obra tipicamente familiar e constituindo uma importante fonte de renda e de estabilidade social.

A implantação de um equipamento denominado biodigestor em propriedades rurais viabiliza de modo sistêmico o tratamento dos dejetos a partir da coleta até a consecução de um bem final limpo e ecologicamente correto: o biogás.

Contudo, o processo de instalação do equipamento deve resultar da análise obtida por meio do confronto das variáveis econômicas, naturais e sociais, observadas na propriedade e devendo ser realizado, portanto, um trabalho criterioso de investigação das potencialidades e limitações dentro de cada cenário rural.

Uma das atividades responsáveis pela aglomeração de grandes quantidades de biomassa é a atividade suína e, justamente por isso, encontra-se no foco das demandas ambientais das comunidades locais e das sociedades em nível global e seus governos; quer pelos aspectos ligados à veiculação de doenças e, portanto, à saúde pública; pela contaminação de cursos d'água e lençóis freáticos, na abordagem ambiental ou ainda por questões sociais.

Diante desse cenário de mobilização social, decorrem muitas iniciativas voltadas à minimização ou eliminação dos fatores negativos decorrentes da suinocultura, ou seja, modos de transformar fatores problema como a biomassa suína em produtos economicamente viáveis gerando, desse modo, agregação de renda a atividade rural.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 BIOMASSA

Na natureza estamos cercados de materiais orgânicos e, diante disso, podemos denominar por biomassa todos os materiais, que por causas biológicas são passíveis de decomposição, ou seja, pela ação de diferentes tipos de bactérias.

Também Menezes (2007), define como Biomassa a matéria orgânica capaz de ser processada para a produção de energia e combustíveis.

A biomassa decomposta sob a ação de bactérias metanogênicas (produtoras de metano) produz biogás em maior ou menor quantidade, em virtude de diversos fatores: temperatura, nível de pH, relação Carbono/Nitrogênio, presença ou não de oxigênio, nível de umidade, quantidade de bactérias X volume de biomassa, entre outros.

Podemos encontrar matéria orgânica passível de ser decomposta nas cidades, no meio rural (agricultura ou pecuária), nas regiões litorâneas, existindo grande concentração de seres vivos (tanto vegetais como animais). Podemos afirmar então que estamos cercados de biomassa em todos os ambientes em que vivemos.

2.1.1 Biomassa de dejetos suínos

Neste estudo, utilizaremos a biomassa de dejetos de suínos para produção de biogás, sendo que esta será transformada em energia elétrica.

Podemos também citar, dejetos de outros animais, como: bovinos, caprinos, muares, bufalinos e aves, que podem ser utilizados, sendo que alguns podem apresentar um rendimento maior, em determinados aspectos, ao de origem suína.

Devemos analisar cada propriedade com cautela, pois, apenas como exemplo, os dejetos oriundos de aves podem conter certos níveis de resíduos de antibióticos. Tais resíduos, quando acondicionados no interior dos biodigestores podem diminuir a produção do biogás ou mesmo reduzir ou destruir completamente a população de bactérias metanogênicas, devido à sua ação bactericida.

Na tabela a seguir podemos verificar a quantidade de dejetos de alguns animais.

Tabela 1- Produção de dejetos por rebanhos de animais

Tipo de animal	Média de dejetos (em kg/dia)
Aves	0,18
Bovino	10,0
Eqüino	10,0
Ovino	2,80
Suíno	2,25

Fonte: Sganzerla, 1983

Na tabela abaixo os dejetos de suínos apresentam uma grande capacidade de produção de biogás, superior aos de aves e muito próximo dos de ovinos, perdendo apenas para bovinos e eqüinos, que são, de longe, os que apresentam maior capacidade de produção de biogás. Uma das dificuldades principais na utilização do estrume de suínos é que seu processo de fermentação é mais lento que dos demais.

Tabela 2 - Expectativa de produção de biogás por biomassa por rebanhos

Biomassa (dejetos)	Produção de Biogás (Material seco em m³/ton)	Gás metano
Aves	285	Variável
Bovinos	270	55%
Eqüinos	260	Variável
Ovinos	250	50%
Suínos	560	50%

Fonte: Sganzerla, 1983.

Apenas como comparação e convém salientar que os dejetos de bovinos produzem apenas 270³ de biogás/tonelada, sendo o índice de presença de metano neste biogás de 55%, ou seja, apenas 5% a mais que o índice alcançado pelo estrume de suínos.

2.2 SUINOCULTURA

A suinocultura no Brasil é uma atividade predominante nas pequenas propriedades rurais com importância relevante do ponto de vista social e econômico, especialmente como instrumento de fixação do homem no campo.

Cerca de 81,7% dos suínos são criados em unidades de até 100 hectares. Essa atividade se encontra presente em 46,5 % das 5,8 milhões de propriedades existentes no país, empregando mão-de-obra tipicamente familiar e constituindo uma importante fonte de renda e de estabilidade social.

A suinocultura é considerada pelos órgãos ambientais como “atividade potencialmente causadora de degradação ambiental”, sendo enquadrada como de grande potencial poluidor. Pela Legislação Ambiental (Lei 9.605/98 – Lei dos Crimes Ambientais), o produtor pode ser

responsabilizado criminalmente por eventuais danos causados ao meio ambiente e à saúde dos homens e animais.

2.3 BIOGÁS

Atribui-se o nome de Biogás (também conhecido como gás dos pântanos) à mistura gasosa, combustível, resultante da fermentação anaeróbica da matéria orgânica (decomposição de matérias orgânicas, em meio anaeróbico, por bactérias denominadas metanogênicas).

Também diz que, Biogás é um tipo de mistura gasosa de dióxido de carbono e metano produzido naturalmente em meio anaeróbico pela ação de bactérias em matérias orgânicas, que são fermentadas dentro de determinados limites de temperatura, teor de umidade e acidez.

2.4 BIODIGESTOR

O estudo de várias fontes permite determinar quais fatores são primordiais na conceituação do equipamento biodigestor, conforme segue.

Configura-se como Biodigestor, o equipamento em cujo interior se propiciam condições controladas de temperatura, umidade, homogeneidade e aeração durante a produção de composto. Nele ocorre a produção de gás metano, que pode ser usado como combustível. (FEPAM, 2009).

Nesta fermentação anaeróbica de matéria orgânica, produzindo biofertilizantes e gás metano (biogás) (MOODLE, 2009).

Biodigestor é um tanque protegido do contato com o ar atmosférico, onde a matéria orgânica contida nos efluentes é metabolizada por bactérias anaeróbias (que se desenvolvem em ambiente sem oxigênio). Neste processo, os subprodutos obtidos são o gás (Biogás), uma parte sólida que decanta no fundo do tanque (Biofertilizante), e uma parte líquida que corresponde ao efluente mineralizado (tratado). (AMBIENTE BRASIL, 2009).

2.4.1 Vantagens da instalação do biodigestor

Sabendo-se que os biodigestores são equipamentos apropriados ao recebimento dos dejetos que são formados pela urina e fezes, restos de alimentação não digerida no trato digestivo do animal; restos de alimentação digerida, porém não assimilada; restos celulares de bactérias, escamações epiteliais, água de lavagem das baias e desperdício de bebedouros, é importante ressaltar as inúmeras vantagens de sua instalação junto às propriedades rurais.

Dentre os principais benefícios de instalação do equipamento adequado de biodigestão de dejetos suínos temos:

- ✓ Baixo custo de implantação;
- ✓ Baixos custos operacionais;
- ✓ Adequada eficiência na remoção das diversas categorias de poluentes (Matéria orgânica biodegradável, sólidos suspensos, nutrientes e patogênicos.)
- ✓ Redução na produção de lodo
- ✓ Não há consumo de energia elétrica, uma vez que dispensa o uso de bombas.
- ✓ Baixa demanda de área, reduzindo os custos de implantação.
- ✓ Produção de metano, gás de elevado teor calorífico.
- ✓ Favorece a preservação das colônias de bactérias, dando sustentabilidade ao sistema.
- ✓ Possibilita a recuperação de subprodutos úteis, visando sua aplicação com fertirrigação de culturas agrícolas.

Para Oliver (2008), as exigências são mínimas em relação as vantagens de instalação do biodigestor de dejetos suínos nas propriedades rurais, conforme segue o esquema da Figura nº02 – Exigências e vantagens da biodigestão.

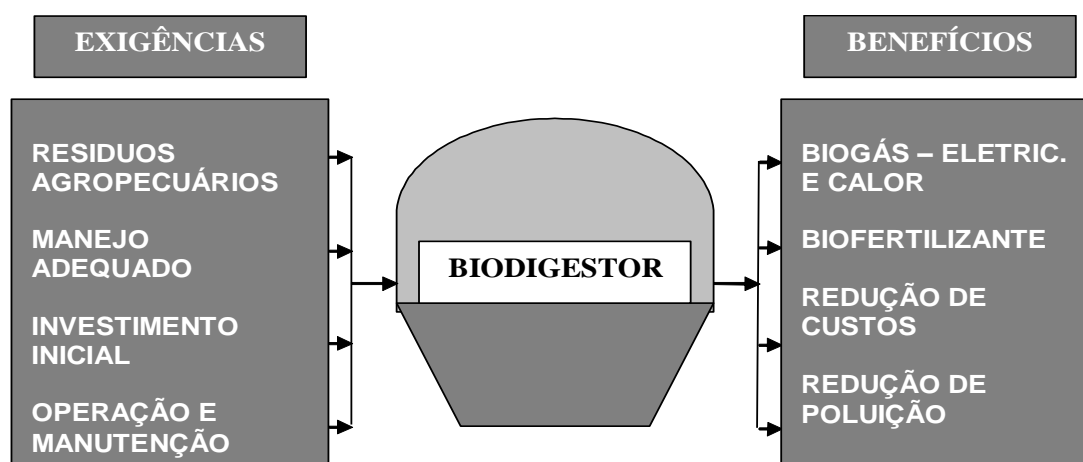


Figura 2. – Exigências e vantagens da biodigestão.

Fonte: Adaptado de Oliver (2008)

3 MODELO MATEMÁTICO PARA VIABILIDADE DA INSTALAÇÃO DE UM BIODIGESTOR

3.1 MODELO MATEMÁTICO

A modelagem se configura numa representação da realidade. Diante disso, podemos dizer que modelar significa representar a realidade ou os sistemas originais por meio de outros sistemas de substituição, estruturados e comparáveis, denominados modelos.

O modelo tem sua confiabilidade por meio da validação do mesmo na representação do sistema real; o qual ele está representando. Dorigon (2008), diz que a diferença entre a solução real e a solução proposta pelo modelo, depende diretamente da precisão do modelo em descrever o comportamento original do sistema.

3.2 PROGRAMAÇÃO LINEAR

A Programação Linear (PL) é uma ferramenta para tomada de decisão ótima cuja função-objetivo é uma função linear e as restrições do problema de decisão são igualdades e desigualdades lineares.

Seu objetivo é maximizar ou minimizar a função-objetivo, que está sujeita a restrições.

De um modo formal, diz-se que um problema de programação linear é um programa matemático que, a partir de uma função-objetivo e um conjunto de restrições lineares, procura:

$$\text{Max/Min } Z = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n =$$

Sujeita a:

$$A_{m \times n} = a_{1,1} x_1 + a_{1,2} x_2 + \dots + a_{1,n} x_n \leq b_1$$

em que c_i , b_i e a_{ij} são números reais, x_i são variáveis de decisão, n é o número de variáveis de decisão, m é o número de restrições e Max/Min são abreviaturas para Maximizar/Minimizar.

3.3 DESCRIÇÃO DO MODELO MATEMÁTICO PROPOSTO

O modelo matemático proposto neste trabalho foi construído com base no ferramental da Programação Linear., sendo que nele é considerada uma variável relacionada ao número específico de gerador.

A resolução do problema consiste em determinar os valores das variáveis x_1 , (número de gerador) de tal modo que maximize o Valor Presente Líquido (VPL) expresso na função objetivo, pois a aprovação ou rejeição do projeto consiste em saber se VPL é maior ou menor que zero. Neste se a VPL for maior que zero o projeto será aprovado caso contrário reprovado.

O melhor projeto de investimento a ser escolhido é aquele cujo VPL é maior (GITMAN, 2004).

4.3.1 Função objetivo

$$\max \left(VPL = \sum_{t=1}^n \left(\frac{(P_C * E_G + P_l * l - J(t) - P_G(t)) * x}{(1+k)^t} \right) \right)$$

A variável a ser determinada no modelo é:

x - número de cabeças de suínos

Os coeficientes da função objetivo são:

- a) Coeficientes constantes:
- ✓ P_c - valor de mercado da energia produzida;
 - ✓ E_G – Energia produzida pelo biodigestor;
 - ✓ l – Número de leitões (22 por porca)
 - ✓ P_l – Preço unitário por leitão
 - ✓ k - Taxa Mínima de Atratividade Financeira requerida;

P_c possui o valor igual a R\$ 0,26 por kWh, que representa o preço da energia fornecida (igual ao valor cobrado pela concessionária).

- b) Coeficientes variáveis:

- ✓ $J(t)$ – Juros cobrados, em função do tempo de financiamento;
- ✓ $P_G(t)$ – Preço do motor-gerador substituído em tempo específico;
- ✓ t – duração de um período em anos.

O valor dos juros é calculado pela multiplicação do capital (C) pela Taxa de Juros (TJ) cobrada;

É feito durante o período de tempo em que o capital (C) foi financiado, anulando se para os anos seguintes até o término da vida útil do projeto. Portanto ele é variável ao longo do período analisado (t).

Os coeficientes $P_G(t)$ também variam ao longo do período analisado no projeto devido seu tempo curto de vida útil, com isso, dependendo do ano (t) em que se encontra o projeto, o valor gasto com a troca é diferente de zero.

4 AVALIAÇÃO DA RENTABILIDADE

A análise da rentabilidade será feita levando em consideração o Valor Presente Líquido (VPL).

4.1 Cenário

O processo de delimitação do cenário A, consiste em testar-se o modelo matemático para o número ótimo de 1000(mil) matrizes criadeiras, onde o investimento inicial perfaz R\$ 1.378,405, 81 (um milhão, trezentos e setenta e oito reais e oitenta e um centavos), a ser financiado em 20 anos, e quitado através de 17 amortizações sucessivas.

O cenário apresenta, ainda alguns fatores determinantes a seguir relacionados:

Tabela 3 - Variáveis cenário – simulação com 1000 matrizes

Variável	Referências
Taxa Mínima de Atratividade Financeira (k)	0,20
Taxa de juros anuais	0,065
Número de anos para pagamento o financiamento	20
Número de Amortizações	17
Número de anos de carência	3
Preço por kw/h cobrado pela concessionária	0,26
Nº. de matrizes criadeiras na propriedade	1000
Informe o valor liquido de venda dos suínos	15
Informe a vida útil do Biodigestor (Projeto)	20
Informe o preço do m ₃ da lagoa de retenção	15
Vida útil do gerador em horas	15000
Consumo de Energia Elétrica da propriedade em kW /h	21
Energia Elétrica consumida em kW/d	504
Salário do funcionário	850,

Fonte: Modelo matemático

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As considerações conclusivas deste trabalho decorrem de um processo sistêmico de investigação, visando discutir e comprovar a viabilidade econômica de instalação de um equipamento biodigestor junto às propriedades rurais, voltadas à atividade suinícola.

Este trabalho teve sua realização em muito motivada pela ampliação das percepções por meio da modelagem matemática, principalmente pelo fato de expandir as possibilidades de representar a realidade ou os sistemas originais por meio de outros sistemas de substituição, estruturados e comparáveis, denominados modelos.

Evidencia-se, portanto, que após o cumprimento de todas as etapas do trabalho, concluiu-se que a instalação do equipamento de biodigestão, no caso específico, é viável economicamente, nos mais diversos tipos de propriedades rurais espalhadas pelo território nacional. Sendo esta verificação de viabilidade facilmente comprovada por meio do modelo matemático proposto, cabendo, portanto, somente uma adequação do tipo e capacidade do

equipamento, com vistas em atender não só expectativas do produtor, como também fomentar a inserção do conceito de sustentabilidade, por meio da ampliação dos padrões sociais e culturais regionais.

Para o Cenário foi verificado que ao implantar um projeto de biodigestão de dejetos, com base na produção de energia a partir do biogás, para um plantel de 1000 matrizes criadeiras, o tempo de recuperação do capital fica em PRK7, ou seja: o capital investido será recuperado em 7 anos e o VPL é de R\$ (212.292,33) e a TIR é a maior verificada em todos os cenários, atingindo 18,34%.

Também é adequado salientar que muito aquém das receitas a serem geradas, significativos realmente serão os ganhos ambientais, os quais por si só, não motivam somente os suinocultores a implantar o sistema de biodigestores em suas propriedades, mas também todos os públicos envolvidos, uma vez que ao alterar as técnicas de manejo na propriedade o suinocultor altera também padrões comportamentais e culturais que vão agregar valor a toda a comunidade local.

6 REFERÊNCIAS

BASSANEZI, Rodney. Dynamics. Modelagem Matemática, Blumenau, v. 1, n. 7, abr/jun, 1994.

DORIGON, Joseane Costa. Estudo da viabilidade econômica da implantação de sistemas eólicos em propriedades rurais. Dissertação (Mestrado em Modelagem Matemática) Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2008.

GITMAN, Laurence, J. – Princípios da administração financeira. Tradução Antonio Zoratto Sanvicente. 10 ed. São Paulo: addison Wesley, 2004. Título original Principles of. Managerial Finance.

MENEZES, Ederson Luiz de. Fontes de energia alternativa no Brasil. Artigo Científico, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora /MG, 2007.

NOGUEIRA, Luiz Augusto Horta. Biodigestão: a alternativa energética. São Paulo: Nobel, 1986.

SGANZERLA, Edílio. Biodigestores: uma solução. Porto Alegre. Agropecuária, 1983.

www.fepam.rs.gov.br junho 2009.

www.moodle.virtual.ufpb.br , junho, 2009

www.ambientebrasil.com.br, Biodigestores, agosto de 2009.

PONTE, João Pedro. O Estudo de Caso na Investigação em Educação Matemática. Disponível em <http://www.educ.fc.ul.pt> , Acesso em 01/08/2009