

## ANÁLISE DA VIABILIDADE ECONÔMICA DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NA PRODUÇÃO INTEGRADA DE SUÍNOS

Afonso Correia Gomes de Noronha<sup>1</sup>  
Régio Marcio Toesca Gimenes<sup>2</sup>

NORONHA, A. C. G. DE.; GIMENES, R. M. T. Análise da viabilidade econômica de implantação de biodigestores na produção integrada de suínos. **Rev. Ciênc. Empres. UNIPAR**, Umuarama, v. 10, n. 1, p. 57-68, jan./dez. 2009.

**RESUMO:** O presente artigo tem por objetivo analisar se a geração de energia elétrica obtida por biogás, originária do dejetos suíno reduz os gastos de produção de suínos terminados a ponto de representar vantagem competitiva, para o produtor rural que opera em sistema integrado. O estudo foi realizado em uma granja com 200 matrizes localizada no município de Cascavel, estado do Paraná, identificando-se a estrutura de gastos de produção, bem como a participação da energia elétrica nos gastos totais. Após a análise e discussão dos resultados, observou-se pelo cálculo do tempo interno de retorno, que existe viabilidade econômica na implantação do biodigestor. Além do que, outros ganhos poderão ser obtidos pelo produtor rural, tais como, a redução do impacto ambiental face ao tratamento do dejetos, evitando multas aplicadas pelo órgão competente; a possibilidade de aumento da produção da granja, que seria limitada se o dejetos não for tratado e a economia de escala resultante da expansão do negócio.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biodigestor. Energia elétrica. Viabilidade. Suinocultura.

## ANALYSIS OF THE ECONOMIC FEASIBILITY OF BIODIGESTERS IN THE INTEGRATED SWINE PRODUCTION SYSTEM

**ABSTRACT:** This article aims to analyze whether the generation of electricity from swine manure biogas reduces the overall costs of production of finishing pigs so that it becomes a competitive advantage for the rural producer operating within the integrated system. The study was conducted in a farm with 200 arrays, located in Cascavel, Paraná, Brazil, in which production costs and the costs with electricity towards the overall costs were identified. After the analysis and discussion of the results, it was observed through the internal rate of return that the biodigester is economically feasible. Moreover, additional financial gains can be achieved by the rural producer such as the reduction of environmental impact

---

<sup>1</sup>Acadêmico do programa de Mestrado em Desenvolvimento Regional e Agronegócio da UNIOESTE - Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Campus Toledo - PR.

<sup>2</sup>Professor Titular da Unipar - Universidade Paranaense, toesca@unipar.br

from manure treatment – avoiding legal fines, the possibility of increasing the farm's productivity – which would be limited in case of not treating manure, and the economy of scale resulting from the business expansion.

**KEYWORDS:** Biodigester. Electricity. Feasibility. Swine production.

## **ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA DE IMPLANTACIÓN DE BIODIGESTORES EN LA PRODUCCIÓN INTEGRADA DE PORCINOS**

**RESUMEN:** La investigación tuvo por objetivo analizar si la generación de energía eléctrica obtenida por biogás, originaria de desecho porcino, reduce los gastos de producción de porcinos adultos a punto de representar ventaja competitiva, para el productor rural que opera en sistema integrado. El estudio se realizó en una granja con 200 matrices localizada en el municipio de Cascavel, estado del Paraná, identificándose la estructura de gastos de producción, así como la participación de la energía eléctrica en los gastos totales. Tras el análisis y discusión de los resultados, se observó por el cálculo del tiempo interno de retorno, que existe viabilidad económica en la implantación del biodigester. Además, otras ganancias podrán ser obtenidas por el productor rural, tales como: reducción del impacto ambiental frente al tratamiento del desecho, evitando multas aplicadas por el órgano competente; la posibilidad de aumento de la producción de la granja, que sería limitada si el desecho no fuese tratado y la economía de escala resultante de la expansión del negocio.

**PALABRAS CLAVE:** Biodigester. Energía eléctrica. Viabilidad. Porcicultura.

### **1 INTRODUÇÃO**

Este artigo tem por objetivo avaliar se a geração de energia elétrica por biogás originária do dejetos suíno pode reduzir os custos de produção a ponto de representar vantagem competitiva para o produtor rural que opera em sistema integrado.

Parte-se da premissa de que, quanto maior for a redução dos custos de produção com este item, mais competitivo será o produtor, haja vista, a maior margem de lucro obtida na atividade, ser fonte de recursos para o investimento na ampliação do negócio na busca de economias de escala.

Para este entendimento buscou-se identificar como é formada a estrutura de custos da produção suína, e especificamente, qual é a participação do item energia elétrica em todo o processo.

Visto que os biodigestores poderão trazer vantagens econômicas adicionais ao produtor rural buscou-se analisar a viabilidade de implantação de tais

equipamentos, tendo como base, um biodigestor com gasômetro de PVC e um sistema de geração de energia elétrica por meio de microturbina, em granja com duzentas matrizes operando em ciclo completo.

A taxa de juros a ser paga pelos recursos de terceiros que seriam utilizados para o financiamento dos investimentos foi a estipulada pelo Programa de Geração de Renda Rural e Urbana, do governo federal, e para a amortização dos referidos empréstimos considerou-se os prazos de cinco, dez, quinze e vinte anos.

Nesta contextualização o problema de pesquisa deste estudo é o seguinte: será o biodigestor um fator de diminuição de custos na suinocultura proporcionando vantagem competitiva aos produtores rurais que desenvolvem suas atividades no município de Cascavel, estado do Paraná?

Para responder a esta indagação o presente artigo foi estruturado em seis seções, sendo a primeira esta introdução e a segunda, uma revisão teórica sobre a evolução da suinocultura no Brasil. A terceira trata dos custos na suinocultura, a quarta descreve os procedimentos metodológicos e a quinta apresenta os resultados e a sua discussão. A última seção aborda as considerações finais além de abrir uma agenda para futuras linhas de investigação.

## **2 A EVOLUÇÃO DA SUINOCULTURA NO BRASIL**

Na atualidade o diferencial competitivo é um dos principais fatores que levam as empresas a obterem sucesso em suas atividades, podendo ser formado de várias formas, tais como, o preço, a qualidade, o nível dos serviços e outros aspectos que adicionam valor para o cliente, levando-o a optar por determinado produto ou serviço em detrimento a outro.

Dentre os fatores que levam os clientes a decidirem por um produto ou outro, o preço é o que tem maior peso na decisão final. As empresas, por intermédio da redução de seus custos em geral, buscam apresentar preços condizentes com as expectativas dos clientes, ao mesmo tempo em que proporcionem margens compatíveis com as suas metas de rentabilidade.

A análise dos custos torna-se um fator estratégico para a organização e o acompanhamento dos mesmos uma necessidade, visando à manutenção da competitividade.

Cada vez mais uma estrutura de custos bem dimensionada, em qualquer atividade econômica, leva a um encadeamento de resultados. O sistema integrado de produção é um exemplo, pois os preços finais serão influenciados pelos resultados apresentados pelos produtos no que tange a custos.

No sistema integrado uma determinada empresa fornece alguns insumos aos produtores, e por trabalharem em economia de escala apresentam algu-

mas vantagens em termos de preços que permitem a diminuição dos custos de produção. Algumas atividades não são de inteira responsabilidade da empresa, ficando a cargo do produtor a utilização de meios que venham a colaborar no processo de redução de custos ou de ganhos cujos reflexos impactam no preço final do produto.

A suinocultura é uma atividade que vem se desenvolvendo no Brasil. Em muitas propriedades rurais, especialmente nas pequenas, a produção ocorre pelo sistema integrado. O quadro 1 demonstra o crescimento do rebanho suíno no Brasil nos últimos dez anos. Em 2008 o rebanho suíno brasileiro situava-se como o terceiro maior do mundo.

**Quadro 1:** Demonstrativo do crescimento do rebanho suíno no Brasil - 1997 a 2006

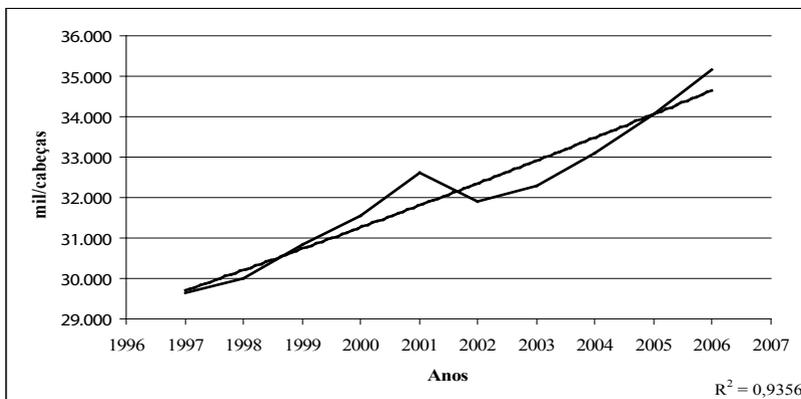
1997	1998	1999	2000	2001
29.637	30.006	30.838	31.562	32.605
-	1,25%	2,77%	2,35%	3,30%
2002	2003	2004	2005	2006
31.918	32.304	33.085	34.063	35.173
-2,11%	1,21%	2,42%	2,96%	3,26%

Fonte: IBGE/SIDRA (2008)

O avanço tecnológico nos processos produtivos, as exigências sanitárias, o estímulo ao consumo de carne suína e as exportações são os principais fatores influenciadores do crescimento apresentado. A figura 1 permite melhor visualização deste crescimento, bem como indica tendência de crescimento.

A figura demonstra crescimento constante até 2000. A partir do ano de 2002 ocorre recuperação com ascensão até mais acentuada do que no período anterior. A curva de tendência demonstra crescimento para períodos posteriores, que seguindo a tendência dos últimos quatro anos propiciará crescimento médio de 800 cabeças por ano, podendo esta média ser superior à quantidade mencionada em função da evolução percentual indicada no quadro 1.

Os dados apresentados corroboram a necessidade de se manter rígido controle nos custos, principalmente em atividade em que os preços de mercado e os custos de produção são muito próximos.



**Figura 1:** Evolução da suinocultura brasileira no período de 1997 a 2006

Fonte: IBGE/SIDRA (2008).

A partir daí espera-se verificar se os resultados da biodigestão, ou seja, a produção de biogás e biofertilizante poderão ser geradores de receita adicional a ser utilizada em outras atividades da propriedade rural, proporcionando diminuição nos custos de produção.

A biodigestão é um processo anaeróbico de fermentação de matéria orgânica cujo resultado é o biogás, composto principalmente de metano (CH<sub>4</sub>) e dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>). As vantagens para a suinocultura estão relacionadas à redução dos odores provenientes da acumulação do dejetos em esterqueiras a céu aberto, do menor impacto ambiental em função da poluição provocada por este resíduo e a produção de biogás e biofertilizante.

A utilização do metano poderá influenciar os custos de produção no momento em que na propriedade seja utilizado um conjunto gerador de eletricidade movido a gás, permitindo a redução ou até a possível suspensão da aquisição de energia elétrica, desta forma, faz-se necessário conhecer a influência da energia elétrica na estrutura de custo da suinocultura.

### 3 ESTRUTURA DE CUSTOS NA SUINOCULTURA

A estrutura de custos, na suinocultura, segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA) Suínos e Aves, é composta dos seguintes custos fixos, ou seja, valores que dentro de um determinado período de tempo não variam: depreciação das instalações, depreciação de equipamentos, remuneração sobre o capital médio, sobre reprodutores e sobre capital de giro (MARTINS, 2006).

Os custos variáveis, ou seja, aqueles que num determinado período de tempo sofrem alterações, conforme a produção são os seguintes: alimentação, mão-de-obra, gastos veterinários, gastos com transportes, despesas com energia e combustível, despesas com manutenção e conservação, Fundo de assistência e Previdência do Trabalhador Rural (FUNRURAL) e eventuais (MARTINS, 2006).

O quadro 2 demonstra os custos variáveis e fixos para uma granja que opera em ciclo completo, com vinte e dois terminados por matriz ano. Os valores foram calculados considerando preços pesquisados em janeiro de 2008 no comércio de produtos agropecuários no município de Cascavel, estado do Paraná.

Os cálculos foram realizados utilizando-se o Programa para Cálculo de Custo de Produção de Suínos (SUICALC), desenvolvido pela EMBRAPA para suínos e aves.

**Quadro 2:** Demonstrativo dos custos por animal em granja de ciclo completo

Variáveis de custo	Custo/animal	Δ%
<b>1. Custos Fixos</b>		
1.1. Depreciação das instalações	R\$ 6,70	27,92%
1.2. Depreciação dos equipamentos	R\$ 1,92	8,00%
1.3. Remuneração s/ capital médio	R\$ 11,28	47,00%
1.4. Remuneração s/ reprodutores	R\$ 1,52	6,33%
1.5. Remuneração s/ capital de giro	R\$ 2,58	10,75%
<b>Custo Fixo Total</b>	<b>R\$ 24,00</b>	<b>15,75%</b>
<b>2. Custos Variáveis</b>		
2.1. Alimentação	R\$ 93,54	72,86%
2.2. Mão-de-obra	R\$ 11,37	8,86%
2.3. Produtos veterinários	R\$ 5,04	3,93%
2.4. Transporte	R\$ 4,10	3,19%
2.5. Energia elétrica	R\$ 2,16	1,68%
2.6. Manutenção e conservação	R\$ 2,30	1,79%
2.7. Funrural	R\$ 3,95	3,08%
2.8. Eventuais	R\$ 5,93	4,62%
<b>Custo Variável Total</b>	<b>R\$ 128,39</b>	<b>84,25%</b>
<b>Custo Total</b>	<b>R\$ 152,39</b>	

Fonte: Autores.

Nos custos variáveis os itens de maior incidência são representados pelo gasto com alimentação e mão-de-obra, participando com aproximadamente 72% e 8% respectivamente do custo variável total, enquanto o gasto com energia elétrica e combustíveis tem a menor incidência, ou seja, 1, 68%.

Nos custos fixos três itens apresentam uma maior incidência sobre o total: o custos sobre o capital médio, com 47%; a depreciação sobre instalações com 27,92% e a remuneração sobre o capital de giro com 10,75%.

#### 4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O cálculo do custo de energia elétrica produzido por biogás será o mesmo apresentado por Souza et al. (2004), considerando algumas modificações em termos dos equipamentos utilizados.

O cálculo do custo de energia elétrica produzida pelo biogás ( $C_e$ ) considera a seguinte fórmula:

$$C_e = \frac{CAB + CAG}{PE} \quad (1)$$

Em que:

CAB = Custo anual com biogás (R\$/ano);

CAG = Custo anual com o gerador de energia (R\$/ano);

PE = Produção de eletricidade indicada pela planta de biogás (KWh/ano).

Onde,

$$CAG = CIG * FRC + \frac{CIG * OM}{100} \quad (2)$$

$$CAB = CB * CNB \quad (3)$$

Em que,

CIG = Custo do investimento no equipamento gerador (R\$);

FRC = Fator de recuperação de capital;

CB = Custo do biogás (R\$/m<sup>3</sup>);

CNB = Consumo de biogás pelo conjunto motor gerador (m<sup>3</sup>/ano).

A produção de eletricidade (PE) é dada por:

$$PE = Pot * T \quad (4)$$

Sendo,

Pot = Potência nominal da planta;

T = Disponibilidade anual da planta (horas/ano).

O fator de recuperação de capital (FRC) é dado por:

$$FRC = \frac{j * (1 + j)^n}{(1 + j)^n - 1} \quad (5)$$

Em que,

j = Taxa de juros;

n = Anos para a amortização do investimento.

O custo do biogás é dado por:

$$CB = CAB / PAB \quad (6)$$

Em que,

CAB = Custo anualizado do investimento no biodigestor (R\$/ano);

PAB = Produção anual de biogás (m<sup>3</sup>/ano).

$$CAB = (CIB * FRC + \frac{CIB * OM}{100}) / AB \quad (7)$$

CIB = Custo de investimento no biodigestor (R\$);

AB = Produção anual de biogás.

O tempo de retorno do investimento foi calculado visando analisar a viabilidade do investimento, baseando-se na seguinte fórmula:

$$TRI = \{ \ln [ - (k / j - k) ] \} / \ln (1 + j) \quad (8)$$

Em que,

$$k = (A/CI) - (OM/100) \quad (9)$$

$$A = CI * \{FRC + (OM/100)\} \quad (10)$$

CI = Custo de investimento no sistema biodigestor e microturbina (R\$);

A = Gasto anual com energia elétrica adquirida na rede (R\$/ano);

OM = Gastos com organização e manutenção da planta (R\$/ano);

TRI = Tempo de retorno (em anos).

A estimativa de produção do biogás será dada com base na produção do biodigestor já especificado. As dimensões da câmara de digestão são dadas pelo cálculo da vazão de efluentes diários pelo tempo de retenção necessário para a produção de biogás, ou seja, entre 20 e 50 dias. A produção de metano varia entre 0,25 a 0,60 m<sup>3</sup>/dia, por questões de variação térmica, sendo a alimentação e drenagem do biodigestor realizada em regime contínuo.

Para o cálculo do porte do biodigestor utilizou-se o maior número de dias de retenção e para a produção do biogás, visto a influência da temperatura, será considerada a média de 0,425 m<sup>3</sup>/dia para cada m<sup>3</sup> da câmara.

O volume de dejetos será calculado com base nos estudos de Kunz et al. (2005), que utiliza a seguinte fórmula:

$$VT \text{ (m}^3\text{/dia)} = N * \text{volume de dejetos/dia} \quad (11)$$

Onde, N é o número de animais por fase de criação.

No dimensionamento deste cálculo é considerado o tempo de permanência em cada fase, ou seja, matriz vazia 6 dias, tempo de gestação 114 dias, 28 dias para leitões em lactação, 42 dias na creche e 80 dias na terminação, perfazendo um total de 150 dias do nascimento ao abate. Neste artigo foi considerado para tais cálculos uma granja com 200 matrizes, geralmente instalada em uma propriedade de porte médio no município estudado.

## 5 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

O biodigestor utilizado para este estudo é com gasômetro de Policloreto

de Vinila (PVC), modelo Sansuy, cujas especificações técnicas foram dadas pela EMBRAPA Suínos e Aves, tendo como preço de referência R\$ 150,00/m<sup>3</sup> da câmara de digestão.

A energia elétrica será gerada por microturbina cuja tecnologia é utilizada nas APU's (*Airbone Power Unit*), que fornecem energia elétrica para as aeronaves quando as turbinas principais estão paradas. A capacidade está em torno de 30KW, operando no ciclo de Brayton, com preço de referência de R\$ 500,00/KW (COSTA, 2006).

A taxa considerada foi de 6,75% ao ano, utilizadas no Programa de Geração de Renda Urbano e Rural (PROGER), com financiamento de até R\$ 100.000,00/ano, para empresários com receita bruta até R\$ 220.000,00/ano (BNDES, 2008). Para a remuneração do capital investido no sistema de geração de energia elétrica estipulou-se a taxa 4% ao ano.

Em granja suinocultora operando em ciclo completo, com 200 matrizes, a produção de dejetos chega a 4.146,3 m<sup>3</sup>/ano, gerando uma produção média de 1.762,18 m<sup>3</sup> de biogás. Este volume permite que o sistema gerador de energia elétrica funcione por um período de 6 horas diárias.

O investimento no biodigestor, considerando uma câmara de digestão de 568 m<sup>3</sup> é de R\$ 85.197,97. No sistema gerador de energia elétrica o investimento no equipamento e na micro turbina com potência de 30KW é de R\$ 15.000,00, sendo 4% ao ano, o custo para remunerar todo capital investido.

A amortização do investimento foi dimensionada para realizar-se em 5, 10, 15 e 20 anos. O quadro 3 demonstra dentro dos períodos de amortização os custos do biogás, da geração de energia elétrica e o tempo interno de retorno.

**Quadro 3:** Custo do biogás em relação ao período de amortização

<b>Período de amortização</b>	<b>Custo do biogás R\$/ano</b>	<b>Custo da energia produzida pelo biogás c/ 6h diárias de funcionamento - R\$/ano</b>	<b>Tempo interno de retorno - anos</b>
Amortização em 05 anos	R\$ 17,09	R\$ 0,80	2,2
Amortização em 10 anos	R\$ 9,77	R\$ 0,46	4,4
Amortização em 15 anos	R\$ 7,75	R\$ 0,36	6,1
Amortização em 20 anos	R\$ 6,83	R\$ 0,32	7,4

Fonte: Elaborado pelos autores.

As relações entre o custo anual do biogás e o custo da energia elétrica produzida dada pelo tempo interno de retorno, indica a viabilidade do investimento realizado, visto que, para a amortização em cinco anos o retorno ocorrerá logo no primeiro trimestre do terceiro ano, ou seja, pouco menos do que a metade do período de amortização. Nos demais períodos a proporção é a mesma, ou seja, em cerca de 40% do tempo já ocorre o retorno do capital investido.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Após a análise e discussão dos resultados apurados no estudo, comparando-se o tempo interno de retorno sobre o capital investido, verificou-se viabilidade econômica na implantação de biodigestores. Assim, a implantação de biodigestores em granjas suínolas apresenta redução nos gastos de produção, proporcionando vantagem competitiva para os produtores rurais.

Além dos aspectos vinculados ao tempo interno de retorno do investimento realizado, destacam-se ganhos adicionais ao produtor rural, tais como, a redução do impacto ambiental face ao tratamento do dejetos, evitando multas aplicadas pelo órgão competente; a possibilidade de aumento da produção da granja, que seria limitada se o dejetos não fosse tratado, e a economia de escala resultante da expansão do negócio, bem como, os ganhos obtidos por créditos de carbono em projetos elaborados segundo os critérios de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL).

## REFERÊNCIAS

COSTA, D. F. **Geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento de esgoto**. 2006. 194 f. Dissertação (Mestrado em Energia) - Universidade São Paulo, São Paulo, 2006.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social; FAT – Fundo de Amparo ao trabalhador; PROGER – Programa de Geração de Emprego e Renda. Disponível em: <[www.bnds.gov.br](http://www.bnds.gov.br)>. Acesso em: 30 jan. 2008.

EMBRAPA Suínos e Aves. **Planta do biodigestor com gasômetro de PVC**. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br](http://www.cnpsa.embrapa.br)>. Acesso em: 20 nov. 2007.

KUNZ, A. et al. **Comparativo de custos de implantação de diferentes tecnologias de armazenagem/tratamento e distribuição de dejetos suínos**. EMBRAPA. Circular Técnica 42. ISSN 0102-3713. Concórdia: 2005.

MARTINS, E. **Contabilidade de custos**. 9. ed. São Paulo: Atlas, 2006.

SOUZA, S. N. M. et al. Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura. **Acta Scientiarum Technology**, Maringá, v. 26, n. 2, p. 127-133, 2004.

SUICALC – Programa para cálculo de custo de produção de suínos. Disponível em: <[www.cnpsa.embrapa.br](http://www.cnpsa.embrapa.br)>. Acesso em: 22 jan. 2008.