

# V ENCONTRO DE PESQUISADORES LATINO-AMERICANOS DE COOPERATIVISMO

V ENCUENTRO DE INVESTIGADORES LATINOAMERICANOS DE COOPERATIVISMO

MOVIMENTO COOPERATIVO, TRANSNACIONALIZAÇÃO  
E IDENTIDADE COOPERATIVA NA AMÉRICA LATINA

MOVIMIENTO COOPERATIVO, TRANSNACIONALIZACIÓN E IDENTIDAD COOPERATIVA EN AMÉRICA LATINA

COMITÊ DE PESQUISA DA ALIANÇA COOPERATIVA INTERNACIONAL



## 056 - MENSURAÇÃO DOS CUSTOS DE IMPLANTAÇÃO DE BIODIGESTORES NA SUINOCULTURA

Gestão econômica e social de cooperativas

*Afonso Correia Gomes de Noronha*  
*[acgnoronha@gmail.com](mailto:acgnoronha@gmail.com)*

*Universidade Oeste do Paraná – UNIOESTE – Toledo, PR.*

*Régio Marcio Toesca Gimenes*  
*[toesca@unipar.br](mailto:toesca@unipar.br)*

*Universidade do Paraná – UNIPAR – Umuarama, PR*

### Resumo

O presente artigo tem por objetivo avaliar se a geração de energia elétrica produzida pelo biogás de origem do dejetos suíno influencia os custos de produção a ponto de ser um diferencial competitivo para as cooperativas que operam em sistemas integrados. Identificou-se a estrutura de custos da produção suinícola, bem como a participação do item energia especificamente. Analisou-se também a viabilidade de implantação de biodigestores, visto que estes podem trazer vantagens adicionais aos suinocultores. A metodologia de cálculo baseou-se em estudo realizado na UNIOESTE, campus Cascavel, PR, sendo este município a delimitação regional do estudo. Inferiu-se não ter a energia elétrica influência nos custos da suinocultura a ponto de ser considerada diferencial competitivo, mas a implantação do biodigestor poderá ser viável visto ganhos adicionais que poderão ser gerados.

**Palavras-chave: biodigestor, energia elétrica, viabilidade.**

## **Abstract**

The present article has for objective to evaluate the electric power generation produced by the biogas of origin of the dejection swine influences the production costs to the point of to be a differential one competitive for the cooperatives that operate in integrated systems. Identified the structure of costs of the production swine, as well as the participation of the item energy specifically. It was also analyzed the viability of biodigestores implantation, because these can bring additional advantages to the productors. The calculation methodology was based a study accomplished in UNIOESTE, campus Cascavel, PR, being this municipal district the regional delimitation of the study. It was inferred not to have the electric power influence in the costs of the production swine to the point of to be considered differential competitive, but the implantation of the biodigestor can be viable seen won additional that can be generated.

**Key-words: biodigestor, electric power, viability.**

## **INTRODUÇÃO**

Este artigo tem por objetivo avaliar se a geração de energia elétrica por biogás originário do dejetos suíno poderá influenciar nos custos de produção a ponto de representar vantagem competitiva para as cooperativas suinícolas que operam em sistema integrado.

Parte-se da premissa que quanto maior a redução de custos de produção com este item, mais competitiva será a cooperativa, visto a possibilidade de redução dos preços destinados ao mercado consumidor.

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

Visto que os biodigestores poderão trazer vantagens adicionais ao proprietário buscou-se analisar a viabilidade de implantação de tais equipamentos, baseando-se em um biodigestor com gasômetro de PVC, um sistema de geração de energia elétrica através de microturbina, em granja com duzentas matrizes operando em ciclo completo. A taxa de juros utilizada no Programa de Geração de Renda Rural e Urbana, do governo federal, e para amortização foram considerados os períodos de cinco, dez, quinze e vinte anos. O cálculo foi baseado em trabalho desenvolvido em 2004, na Universidade do Oeste do Paraná, no campus de Cascavel, PR.

O artigo foi desenvolvido em quatro partes, sendo a primeira esta introdução, a segunda o desenvolvimento, em que se apresenta a evolução da suinocultura no Brasil e define-se a metodologia utilizada. A terceira parte apresenta os resultados e considerações sobre os mesmos, e a última parte aborda as considerações finais além de abrir uma agenda de pesquisa.

## **DESENVOLVIMENTO**

Na atualidade o diferencial competitivo é um dos principais fatores que levam as empresas a obterem sucesso em suas atividades, podendo estar descrita de várias formas, tais como preço, qualidade, nível de serviços e

outros aspectos que possam ocasionar valor para o consumidor, levando-o a optarem determinado produto ou serviço em detrimento a outro.

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

A análise dos custos torna-se um fato estratégico dentro da 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. As cooperativas agropecuárias, que trabalham com sistema integrado é um exemplo, pois os preços finais serão influenciados pelos resultados apresentados pelos produtos no que tange a custos.

No sistema integrado a cooperativa fornece alguns insumos aos cooperados, e por trabalharem em economia de escala apresentam algumas vantagens em termos de preços que permitem diminuição dos custos de produção. Algumas atividades não são de inteira responsabilidade da cooperativa, ficando a cargo do produtor a utilização de meios que venham a colaborar no processo de redução de custos ou de ganhos cujos reflexos aconteçam no preço final do produto.

A suinocultura é uma atividade que vem desenvolvendo-se no Brasil, inclusive através de cooperativas que operam com sistema integrado. A Tabela 01 demonstra o crescimento do rebanho suíno no Brasil, nos últimos dez anos e atualmente o rebanho brasileiro é o terceiro maior do mundo.

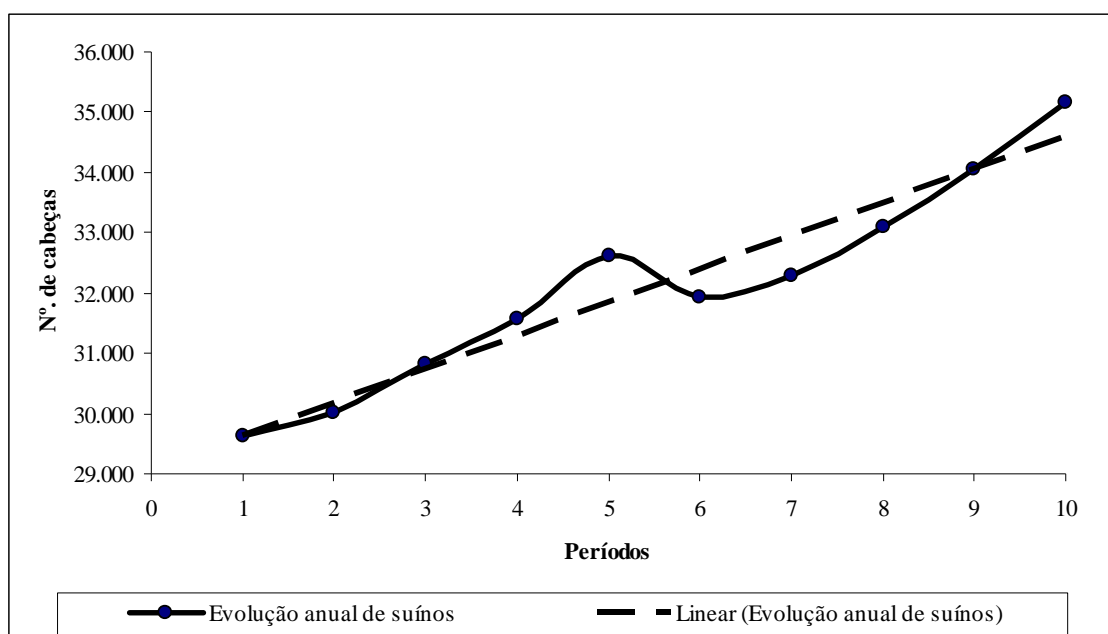
Tabela 01. Demonstrativo do crescimento do rebanho suíno no Brasil, durante o período de 1997 a 2006.

Período	1997	1998	1999	2000	2001
<b>Cabeças (1.000 u)</b>	29.637	30.006	30.838	31.562	32.605
<b>Variação %</b>		1,25%	2,77%	2,35%	3,30%
Período	2002	2003	2004	2005	2006
<b>Cabeças (1.000 u)</b>	31.918	32.304	33.085	34.063	35.173
<b>Variação %</b>	-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. O gráfico 01 permite melhor visualização deste crescimento, bem como indica tendência de crescimento.

Gráfico 01 – Evolução da suinocultura brasileira no período de 1997 a 2006



Fonte: IBGE/SIDRA (2008)

O gráfico demonstra crescimento constante até 2000. A partir do ano de 2002 ocorre recuperação com ascensão até mais acentuada do que no período anterior. Este aspecto também é demonstrado na Tabela 01. Há tendência de crescimento para os períodos seguintes, sendo o modelo linear o mais

adequado para esta previsão visto que a correlação entre os dados ( $R^2$ ) ter atingido 93,19%, prevendo para o ano de 2007 (décimo primeiro período) um rebanho na ordem de 35.152 mil cabeças e para 2008 a previsão chega a 35.705 mil cabeças.

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.

Nesta contextualização o problema de pesquisa deste artigo é: será o biodigestor um fator de diminuição de custos na suinocultura proporcionando vantagem competitiva às cooperativas suinícolas, no município de Cascavel, PR?

Espera 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, proporcionando diminuição nos custos de produção.

A biodigestão é um processo anaeróbico de fermentação de matéria orgânica (COSTA, 2006) cujo resultado é o biogás, composto principalmente de metano ( $CH_4$ ) e dióxido de carbono ( $CO_2$ ). As vantagens para suinocultura estão direcionadas em redução dos odores provenientes da acumulação do dejetos em esterqueiras a céu aberto, redução do impacto ambiental visto a poluição provocada por este resíduo, a produção de biogás e biofertilizante. Há também o aproveitamento do biogás na produção de energia elétrica ou térmica e o biofertilizante nas atividades agrícolas da propriedade.

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

A estrutura de custos, na suinocultura 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 capital médio, sobre reprodutores e sobre capital de giro. (MARTINS, 2006)

Os custos variáveis, ou seja, aqueles que num determinado período de tempo varia 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, FUNRURAL e eventuais. (MARTINS, 2006),

O Quadro 01 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, PR. Os cálculos foram realizados do Programa para Cálculo de Custo de Produção de Suínos – SUICALC, desenvolvido pela EMBRAPA Suínos e Aves.

Nos custos variáveis os itens de maior incidência são alimentação e mão-de-obra, significando aproximadamente 72% e 8% respectivamente sobre o custo variável total, enquanto que o item energia e combustíveis tem a menos incidência significando 1,68% dos custos fixos médios.

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

Quadro 01 – Demonstrativo dos custos por animal em granja de ciclo completo, para 22 terminados por matriz ano.

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%
<b>2.5. Energia e combustível</b>	<b>R\$ 2,16</b>	<b>1,68%</b>
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: Pesquisa do autor

O quadro 01 indica que a participação dos custos com energia são os menores em relação à estrutura de custos no processo produtivo da suinocultura, assim o estudo de viabilidade de implantação do biodigestor é importante visando à verificação de sua viabilidade, visto a baixa representatividade, mas poderá apresentar outros ganhos, tais como diminuição do impacto ambiental, aumento do plantel, biofertilizante, os quais permitiram aos produtores obterem vantagem competitiva e conseqüentemente as cooperativas as quais estes estão vinculados.

O modelo a ser utilizado será o mesmo apresentado por Souza *et al* (2004), considerando algumas modificações em termos dos equipamentos utilizados no cálculo realizado pelo referido autor, além de contar com valores e taxa atualizada. O biodigestor utilizado para este estudo é o com gasômetro de 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% a.a., utilizadas nos Programas de Geração de Renda Urbano e Rural – PROGER, com financiamentos de até R\$ 100.000,00/ano, para empresários com receita bruta até R\$ 220.000,00/ano, (BNDES, 2008). Para a organização e manutenção do sistema estipulou-se 4% a.a. sobre o investimento realizado no sistema de geração de energia.

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:

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

Em que,

j = taxa de juros;

n = anos para 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 (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 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 variações térmicas, e a alimentação e drenagem do biodigestor é em regime contínuo.

Para o cálculo do porte do biodigestor utilizou-se o maior número de dias de retenção para produção de biogás, 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:

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

Em que 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 06 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 no nascimento ao abate. Neste artigo foi considerada para tais cálculos uma granja com 200 matrizes corresponde a uma propriedade de porte médio no município estudado.

## APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

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 permitira que o sistema gerador de energia elétrica funcionasse por um período de 6 horas diárias. Para o funcionamento integram haveria necessidade de 6.994,86 m<sup>3</sup> de biogás, que seria possível em granjas com no mínimo 800 matrizes.

O investimento no biodigestor, considerando uma câmara de digestão de 568 m<sup>3</sup> estará na ordem de R\$ 85.197,97, em que deverá ser levando em conta o custo de 4% a.a. sobre o valor investido na organização e manutenção do equipamento. No sistema gerador de energia elétrica o investimento no equipamento, microturbina com potência de 30kW, monta em R\$ 15.000,00, e o custo de organização e manutenção do equipamento na ordem de 4% a.a.

A amortização do investimento foi dimensionada em 5, 10, 15 e 20 anos. A Tabela 02 demonstra dentro dos períodos de amortização os custos do biogás, da geração de energia elétrica e o tempo interno de retorno.

Tabela 02 – 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: Pesquisa do autor (2008)

As relações demonstram que o custo anual do biogás em relação ao custo da energia elétrica produzida é bem discrepante, entretanto o tempo interno de retorno indica compatibilidade com o investimento realizado, visto que para a amortização em cinco anos o retorno ocorrerá logo no primeiro trimestre do terceiro ano, ou seja, pouco menos 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.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Este artigo tem objetivo avaliar se a implantação de biodigestores em granjas suínolas apresenta redução nos custos de produção proporcionando vantagem competitiva para as cooperativas.

Com base na estrutura de custos na suinocultura apresentada pela EMBRAPA Suínos e Aves, em que a energia e o combustível representam cerca de 1,68%, infere-se que a redução dos mesmos em qualquer patamar, não terá grande significância a ponto de representar vantagem competitiva. Já

o item alimentação demonstra ser de importância em todo o processo, assim como a remuneração do capital médio investido e a remuneração sobre o capital de giro.

A análise adequada dos investimentos e o comprometimento do capital de giro serão fatores que deverão ser analisados com muito critério, visto terem forte influência nos custos fixos de produção.

Há de se considerar que o investimento em biodigestores visando à produção de energia elétrica deverá ser analisado com muito critério, pois sua influência em todo o processo não poderá ser vista somente com base nos números apresentados.

Os cálculos desenvolvidos neste artigo poderão indicar que o investimento não é adequado, visto que o sistema gerador de energia não será utilizado em período integral devido à baixa produção de biogás, além dos custos do biogás e da energia por ele gerada, com o equipamento definido, apresenta uma grande desvantagem em relação ao valor cobrado pela distribuidora de energia no município foco de estudo.

Outros ganhos poderão ser verificados na instalação de biodigestores. A redução do impacto ambiental face ao tratamento do dejetos, evitando multas aplicadas pelo órgão competente. A possibilidade de aumento da granja, a qual seria limitada se o dejetos não for tratado é outro ganho, pois ocorreriam os ganhos da economia de escala. Isto faria que a produção de dejetos aumentasse e conseqüentemente a de biogás, levando a maior utilização do sistema gerador de energia.

A utilização do biofertilizante em atividades agrícolas dentro da propriedade também representa ganhos alternativos, e a não utilização gera a alternativa da venda.

As cooperativas que funcionam em sistema integrado poderão desenvolver o projeto de Mecanismo de Desenvolvimento Limpo (MDL) e beneficiarem-se do crédito de carbono, representando mais uma fonte de ganho alternativo.

Abre-se então agenda de pesquisa em vários aspectos. O primeiro estaria no estudo dos sistemas existentes para geração de energia elétrica, pois além da microturbina, poderá haver outros que possibilitem sua utilização integral com quantidades menores de biogás, viabilizando a implantação em propriedades de menor porte.

O processo de biodigestão apresenta outros tipos de equipamentos. Os custos poderão ser menores, a produção poderá ser otimizada por um avanço tecnológico, e propriedades com atividades diversificadas terão vantagens adicionais, visto que a utilização da cama avícola no biodigestor melhora o desempenho do mesmo.

## REFERÊNCIAS

COSTA, D.F., **Geração de energia elétrica a partir do biogás de tratamento de esgoto**, Dissertação (Mestrado – Programa Interunidades de Pós-Graduação em Energia) – IEE / EPUSP / FEA / IF da Universidade São Paulo, 2006, 194p.

BNDES – Banco Nacional de Desenvolvimento Social, FAT – Fundo de Amparo ao trabalhador - PROGER – Programas de Geração de Emprego e Renda, disponível em [www.bnds.gov.br](http://www.bnds.gov.br), acesso em 30.01.2008.

EMBRAPA Suínos e Aves, **Planta do biodigestor com gasômetro de PVC**, disponível em [www.cnpsa.embrapa.br](http://www.cnpsa.embrapa.br), acesso em 20/11/2007.

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

MARTINS, E, **Contabilidade de custos**, 9 ed., 6 reimpr., São Paulo: Atlas, 2006, 370p.

SOUZA, S.N.M. *et all.*, **Custo da eletricidade gerada em conjunto motor gerador utilizando biogás da suinocultura**, *Acta Scientiarum Technology*, v. 26, no. 2, p. 127-133, Maringá, 2004.

SUICALC – Programa para Cálculo de Custo de Produção de Suínos, disponível em [www.cnpsa.embrapa.br](http://www.cnpsa.embrapa.br), acesso em 22.01.2008.