

AValiação EconôMica da Substituição de Fontes Convencionais de Energia por Biogás em Assentamento Rural do Estado de São Paulo¹

FERNANDO COLEN¹, OSMAR DE CARVALHO BUENO², MAURA SEIKO TSUTSUI ESPERANCINI³, ANDRÉA ELOISA BUENO PIMENTEL⁴, ELIAS JOSÉ SIMON⁵

1. Eng^o Agrícola, Doutor em Agronomia, FCA, UNESP, Botucatu – SP Fone: (014) 3811.7164, colendhal@fca.unesp.br
2. Eng^o Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Depto. de Gestão e Tecnologia agroindustrial, FCA, UNESP, Botucatu
3. Eng^o Agrônomo, Prof. Assistente Doutor, Depto. de Gestão e Tecnologia agroindustrial, FCA, UNESP, Botucatu - SP,
4. Economista, Prof. Assistente Doutor, Depto. de Gestão e Tecnologia agroindustrial, FCA, UNESP, Botucatu -
5. Eng^o Agrônomo, Prof. Adjunto, Depto. de Gestão e Tecnologia agroindustrial, FCA, UNESP, Botucatu

Escrito para apresentação no
XXXV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola
31 de julho a 4 de agosto de 2006 - João Pessoa - PB

RESUMO: A intensificação do uso de energia na agricultura e a tendência crescente dos preços de energia, demandam estudos sobre a viabilidade técnico-econômica de fontes alternativas de energia. O objetivo deste trabalho foi avaliar a economicidade de implantação de um biodigestor em assentamento rural do estado de São Paulo, para produção de biogás para queima e geração de energia elétrica. Foram comparados os custos e as economias advindas da produção de biogás a partir de dejetos suínos. Verificou-se que a economia de energia chega a ser 10 vezes superior ao custo do biodigestor, em base anual. Os resultados obtidos podem ser utilizados para subsidiar políticas públicas voltadas ao aproveitamento da biomassa, bem como auxiliar o produtor na tomada de decisão quanto à adoção de fontes alternativas de energia.

PALAVRAS-CHAVE: biodigestores, avaliação econômica, biogás

ABSTRACT: The growing energy consumption in agriculture and the increasing energy prices demand economic and technical viability analysis about alternative energy sources. The aim of this work was to evaluate economically the biodigestion system to produce biogas and electrical energy in a rural settlement in São Paulo state. It were compared the costs of biodigestion system and the energy savings by the biogas production, using swine wastewater. The energy savings were ten times greater than the annual costs. The results can be used to subsidize public policies directed to biomass exploitation and to guide producers in decision about adoption of alternative energy sources.

KEYWORDS: biodigestion system, economic evaluation, biogas

INTRODUÇÃO: A agricultura brasileira apresentou crescimento significativo nos últimos anos, com impactos positivos na produção, na renda e geração de divisas. Como consequência natural deste processo, houve intensificação do consumo de energia pelo setor agropecuário. Dados do balanço Energético Nacional de 2004 (Ministério das Minas e Energia, 2006), mostram que houve aumento do consumo dos principais insumos energéticos como gás liquefeito de petróleo (49%), lenha (24%), eletricidade (16%), carvão vegetal (13%), e óleo diesel (3%), no período de 1999 a 2004 no setor agropecuário. Ao mesmo tempo, neste período, houve elevação geral dos preços de energia. Os preços do GLP aumentaram em 16%, da lenha em 2%, da eletricidade em 22%, do carvão vegetal em 81% e do diesel em 40%. De uma forma geral, portanto o setor agropecuário vem enfrentando um

¹ Projeto financiado pelo CNPq

cenário de custos crescentes de energia. Neste aspecto, o desenvolvimento e implementação de alternativas tecnológicas com vistas à geração de energia a custos menores para o setor rural pode ter impactos econômicos, sociais e ambientais positivos, particularmente para produtores em pequena e média escalas de produção, para quem os encargos destes custos são mais intensos. Uma das alternativas tecnológicas mais promissoras diz respeito à tecnologia de biodigestão anaeróbia de resíduos animais, por apresentar diversas vantagens, como produção de biogás e biofertilizantes, redução da poluição dos recursos hídricos, facilidade de implantação e operação, e redução da pressão sobre as matas pelo consumo de lenha (GASPAR, 2003). O objetivo deste estudo foi avaliar aspectos econômicos da implantação de biodigestor com o uso de dejetos animais no assentamento rural de Pirituba II, município de Itaberá, no ano de 2005.

MATERIAL E MÉTODOS: O biodigestor foi instalado na área III, da Fazenda Pirituba, localizada entre os municípios de Itapeva e Itaberá, a sudoeste do estado de São Paulo. A construção do biodigestor foi feita para atender ao consumo de energia com 3 finalidades principais: 1) Fornecimento de gás para lança chamas (depelagem de suínos para abate), 2) fornecimento de energia para o triturador e 3) aquecimento de água para a um chuveiro coletivo.

Para determinar a viabilidade econômica do processo de biodigestão de dejetos suínos, foram determinados os seguintes indicadores:

RT (Receitas anuais) = Economia na aquisição de GLP e energia elétrica, substituídos pelo biogás e CT (Custos anuais) = Custo total de construção e operação do biodigestor (R\$/ano).

As receitas foram dadas por: $F_1 = \text{Número de botijões de gás GLP que se deixa de adquirir ao longo de um ano para o lança chamas} \times \text{Preço do botijão (em R\$/ano)}$, $F_2 = \text{Eliminação de gastos de energia do triturador: Tempo de uso diário (horas/dia)} \times \text{consumo de energia/hora (kwh)} \times \text{Preço de energia (R\$/kwh)} \times 365 \text{ dias/ano (em R\$/ano)}$ e $F_3 = \text{Eliminação de gastos de energia em aquecimento de água para o banheiro coletivo: Número de banhos} \times \text{duração} \times \text{consumo de energia pelo chuveiro} \times \text{tarifa de energia elétrica} \times 365 \text{ dias}$

Os custos anuais da implantação de biodigestores no assentamento foram os custos rateados do projeto de implantação pela vida útil e os custos operacionais de produção de biogás no ano.

Os investimentos necessários para a construção do biodigestor, compõem-se de tijolos, cimento, areia grossa e fina, brita, impermeabilizante, tubo de PVC, registro de esfera, gasômetro, mangueira cristal, ferro, tubo galvanizado, junções de PVC, arame e horas máquina de escavação e mão-de-obra de construção. Os custos de condução de gás para os domicílios e adaptação dos equipamentos domésticos são pouco significativos e em geral o assentamento tem condições de realizá-los, mas foram considerados para efeitos de custos.

Os custos operacionais necessários para manter o equipamento em funcionamento compõem-se predominantemente de mão-de-obra necessária para a coleta, manipulação e transporte de dejetos. Os custos de implantação foram dados pela depreciação e custo de oportunidade do investimento nos biodigestores. O método de depreciação utilizado foi o da depreciação linear utilizando como valor depreciável o montante gasto em materiais.

O custo de oportunidade do capital foi dado em relação ao valor médio do capital usado na construção do biodigestor durante a vida útil à uma taxa de juros de 12% ao ano, (HOFFMAN, 1987).

Os custos operacionais foram dados pelo custo da mão-de-obra ocupada na coleta, transporte e abastecimento de resíduos dos biodigestores, determinada da seguinte forma:

$Co = F \times t \times sal$, em R\$/ano, onde $F = \text{Frequência de abastecimento do biodigestor, em número de vezes por ano}$; $t = \text{Horas - homem dispendido na coleta de dejetos, transporte e abastecimento dos biodigestores}$ e $sal = \text{Custo de oportunidade do trabalho em (R\$/hora de trabalho)}$.

O custo total anual de produção do biogás será dado por:

$CT = D + C_k + Co$ (em R\$/ano)

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os dados a seguir referem-se às estimativas de receitas geradas pelo biodigestor implantado para atender às atividades produtivas. Com relação ao fornecimento de gás para o lança chamas, verificou-se que são utilizados 52 botijões de gás GLP durante um ano. Ao

preço de 30 reais a unidade, a economia de custos decorrentes do uso do biogás chega a R\$1560,00/ano.

O triturador usado no assentamento para moagem de cana-de-açúcar e forragem apresenta um consumo de 7,5 kwh, sendo utilizado todos os dias durante 40 minutos, totalizando um consumo anual de 1.825 kwh durante o ano. À tarifa de R\$0,26/ kwh de energia elétrica, totaliza uma economia de custo anual de R\$474,50 por ano.

Para o aquecimento de água do banheiro coletivo foram considerados 27 banhos diários, que é o número de adultos que trabalham no campo, com duração de 10 minutos, para um chuveiro que consome 5,4 kwh. No ano, são gastos 8869,5 kwh, a uma tarifa de R\$0,26/ kwh, totaliza R\$2.306,07 de economia de energia.

Nestas condições não é utilizado todo o potencial de produção do biogás, gerando um excedente de gás que pode ser direcionada para o envasamento de gás ou aumentar o número de usuários no banheiro coletivo.

Na primeira hipótese verifica-se que é gerado um excedente de 158 botijões de gás que podem ser envasados, gerando um benefício adicional de R\$4.740,00,00 por ano.

Na segunda hipótese, considera-se o aumento do número de banhos, aproveitando o excedente de 24.501 kwh por ano, equivalentes a R\$6.370,26/ano, mais atrativo, portanto que o envasamento. Os resultados podem ser vistos na Tabela 1.

Tabela 1. Economia de gastos pela substituição de energia elétrica e gás GLP, por biogás em assentamento rural do estado de São Paulo.

Itens de consumo	Consumo anual	Preço/unidade	Total (R\$/ano)
Lança chamas	52 un	R\$30,00/un	1560,00
Aquecimento de água	8869,5 kwh	R\$0,26/kwh	2306,07
Motor do triturador	1825 kwh	R\$0,26	474,50
Excedente (em gás)	158 un	R\$30,00	4740,00
Excedente (em kwh)	24.501 kwh	R\$0,26	6370,26
Total ¹			9.080,57
Total ²			10.710,83

1.Total considerando-se o custo de oportunidade do excedente pelo valor do gás

2.Total considerando-se o custo de oportunidade do excedente pelo valor da energia elétrica.

Fonte: dados da pesquisa (2005)

Os custos de construção de um biodigestor incluindo materiais, mão-de-obra de construção e horas máquina de escavação são mostrados na Tabela 2, que especifica a quantidade de material e serviços necessários, preço unitário e valor total e participação porcentual no custo total.

Tabela 2 . Custos de materiais para construção de um biodigestor em alvenaria, modelo indiano.

Material	Unidade	Quantidade	Preço	Total	%
Tijolo maciço comum	milheiro	5,75	160,0	920,0	11,25
Cimento	saca	48,0	17,5	840,0	10,28
Areia Grossa	m ³	1,0	88,0	88,0	1,08
Areia Fina	m ³	3,0	48,0	168,0	2,06
Brita 2	m ³	1,5	59,5	89,3	1,09
Brita 1	m ³	0,5	59,5	29,8	0,36
Impermeabilizante	18 litros	1,5	42,8	64,2	0,79
Tubo PVC 150 mm	barra	2,0	106,4	212,9	2,60
Registro de esfera 50 mm	Unidade	1,0	32,7	32,7	0,40

Gasômetro	peça	1,0	4220,0	4220,0	51,62
Mangueira Cristal (3/4")	m	4,0	2,9	11,6	0,14
Ferro Galvanizado (3/8")	barra	2,0	20,6	41,2	0,50
Tubo galvanizado	Unidade	0,5	246,6	123,3	1,51
Junções	Unidade	16,0	3,1	49,3	0,60
Registro de esfera 32 mm	Unidade	1,0	20,7	20,7	0,25
Tubo PVC 32 mm	barra	5,0	27,8	138,8	1,70
Tubo PVC 50 mm	barra	4,0	44,6	178,5	2,18
Outros				32,5	0,40
Total de materiais				7260,0	88,81
Escavação	horas	2,50	60,0	150,0	1,84
Mão-de-obra pedreiro	diárias	20	27,00	540,0	6,61
Mão-de-obra ajudante	diárias	15	15,00	225,00	2,75
Total de serviços				915,00	11,19
Total geral				8175,0	100,0

Fonte: Dados da pesquisa (2005)

Como se pode verificar o custo do gasômetro é o mais significativo, totalizando 51,62% do custo do biodigestor, que totaliza R\$ 8715,00.

Desta forma a depreciação resulta no valor de R\$145,20 anuais, considerando-se 50 anos de vida útil. O custo de oportunidade do capital investido na construção do biodigestor foi de R\$490,50 ao ano, considerando-se uma taxa de juros de 12%. Os custos de operação totalizaram R\$ 365,00/ano. Portanto o custo total do sistema é de R\$1.000,7 ao ano.

CONCLUSÕES: Os resultados indicam que a receita advinda do biogás seja para geração de energia elétrica ou para produção de gás para queima apresenta vantagem comparativa em relação ao uso de fontes tradicionais como energia elétrica e gás GLP. Considerando-se o custo do biodigestor, os resultados apresentados mostram que do ponto de vista econômico, são gerados excedentes econômicos, mostrando a viabilidade econômica do processo. Nesta situação, verifica-se que o equipamento tem capacidade de ser pago no período de um ano.

A flexibilidade do equipamento quanto à destinação final da energia para biogás ou energia elétrica permite que sejam feitas economias de acordo com os preços de mercado do GLP ou da energia elétrica. Neste caso devem ser considerados os custos adicionais de adaptação de equipamentos elétricos para utilizar o biogás para geração de eletricidade *vis-à-vis* os custos de envasamento do biogás.

REFERÊNCIAS

GASPAR, Rita Maria Bedran Leme. Utilização de biodigestores em pequenas e médias propriedades rurais com ênfase na agregação de valor: um estudo de caso na região de Toledo-PR. Dissertação, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2003. 106 p.

MME – MINISTÉRIO DE MINAS E ENERGIA, 2005, Balanço Energético Nacional 2005. Brasília, DF, Brasil.

HOFFMANN, R. et al. Administração da Empresa Agrícola. 7 ed, São Paulo: Pioneira, 1987, 340 p.