

VIABILIDADE FINANCEIRA DA UTILIZAÇÃO DE RESÍDUOS PARA PRODUÇÃO DE ENERGIA E BIOFERTILIZAÇÃO EM PEQUENAS PROPRIEDADES DAS ZONAS SEMI-ÁRIDAS¹

LÚCIA MARIA RAMOS SILVA² e JOSÉ VALDECI BISERRA³

RESUMO – Demonstrou-se a viabilidade financeira de tecnologias geradas para a produção de biogás e ainda analisou-se a sensibilidade dos resultados básicos a mudanças em fatores exógenos. O biodigestor em estudo foi do tipo chinês modificado, com capacidade de 12m³ de biogás por dia. Foram utilizados três critérios de avaliação: valor presente líquido (VPL); relação benefício/custo (B/C) e taxa interna de retorno (TIR). Na análise dos resultados considerou-se o biogás convertido em óleo diesel, gasolina e gás butano. O projeto mostrou-se viável financeiramente para todos os casos, quando se admitiu financiamento a taxas reais negativas. Retirando-se o subsídio, o projeto é viável somente quando a produção é convertida em gasolina ou óleo diesel.

Termos para indexação: biogás, tecnologias, avaliação financeira.

ECONOMIC VIABILITY OF ENERGY AND FERTILIZER PRODUCTION ON SMALL SEMI-ARID ZONE FARMS

ABSTRACT – Financial viability of biogas production technology was demonstrated. The sensitivity of results to change in exogenous factors was analyzed. The biodigester in study was of the Chinese modified type, with a daily 12m³ Biogas capacity. Three evaluation criteria were used: net present value (NPV), benefit-cost ratio (B/C) and internal rate of return (IRR). Biogas can be either converted into gasoline, diesel oil or natural gas. The project was financially viable in all cases (gasoline, diesel and natural gas) when a negative real interest rate was considered. Without subsidy, the project is viable only when production is converted into gasoline and diesel.

Index terms: biogas, technology, financial evaluation.

INTRODUÇÃO

Com o agravamento da crise energética mundial em fins de 1973, a economia brasileira sofreu sérias conseqüências, que afetaram sobremaneira os diversos setores. Associado a este fato, observa-se que a demanda de energia está aumentando dia a dia, acompanhada pelo aumento populacional e crescimento econômico.

Como forma de amenizar essa crise e solucionar o problema energético brasileiro, o governo concebeu e estimulou vários programas na tentativa de encontrar substitutos econômicos para os derivados de petróleo: Assim, surgiu a agricultura como uma das opções estratégicas para aumentar o potencial energético do país.

¹ Recebido em 5 de março de 1987.

Aceito para publicação em 20 de maio de 1988.

Os dados experimentais foram obtidos de experimento conduzido pelo professor Harbans Lal Arora, do Departamento de Química Analítica e Físico-Química, Núcleo de Fontes não Convencionais de Energia da Universidade Federal do Ceará, Coordenador do projeto de pesquisa PDCT/CE-15, executado com recursos do convênio BID/CNPq/UFC/FCPC.

² Professor-Assistente do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará, Caixa Postal 3038, 60000 Fortaleza, CE.

³ Professor-Adjunto do Departamento de Economia Agrícola da Universidade Federal do Ceará.

Obter uma adequada oferta de energia é, hoje, uma importante saída para várias nações. O alto custo do petróleo importado e a despesa com este combustível no orçamento do país têm incentivado o aprimoramento de tecnologias, visando incrementar a utilização da biomassa doméstica, tendo em vista a importância do gás metano de origem biológico como fonte de energia.

Por outro lado, grande parte da nossa população, principalmente a rural, necessita de energia para movimentar máquinas agrícolas, cozinhar e para a iluminação e usos domésticos de modo geral. O setor rural poderá dar uma grande contribuição no sentido de produzir a energia necessária para uso próprio e até aumentar a sua oferta.

Deste modo, o uso do biogás e o conseqüente aproveitamento da massa biofertilizante não só diminuirão o consumo dos derivados de petróleo, como também proporcionarão queda no desmatamento das reservas. Isto contribuirá para manutenção do equilíbrio ecológico, além de melhorar a fertilização dos solos.

No intuito de contribuir para a solução do problema energético, a Universidade Federal do Ceará, através do núcleo de fontes de energia não convencional, em convênio com o CNPq/BID, está testando tecnologias para produção de biogás e biofertilizantes, utilizando diferentes resíduos agrícolas e/ou florestais, visando o uso destas tecnologias em pequenas propriedades rurais.

O presente estudo está voltado apenas para o aspecto econômico das tecnologias que estão sendo geradas. Analisar-se-á a viabilidade econômica de um biodigestor tipo chinês modificado, instalado na fazenda São Vicente no município de Canindé.

Os objetivos foram: 1. demonstrar a viabilidade financeira de tecnologias geradas para produção de biogás e biofertilizantes; 2. conhecer o grau de sensibilidade dos resultados básicos a fatores exógenos, tais como variação dos preços da energia gerada e dos insumos, bem como redução na produção estimada.

MATERIAL E MÉTODO

Neste estudo será analisada a viabilidade financeira de um biodigestor tipo chinês modificado, com capacidade de 12m³ de biogás por dia, instalado na fazenda São Vicente, no município de Canindé, CE.

O biodigestor constava de um tubo de entrada, corpo e caixa de saída. Não possuía unidade específica para gasômetro. O gás produzido era armazenado na mesma cuba onde se processava a fermentação. A unidade foi enterrada no solo, o que economiza espaço, ao mesmo tempo em que melhora as condições de temperatura de fermentação. Apresenta, ainda, a vantagem de se usar, em sua construção, material de fácil aquisição e de baixo custo.

A construção do biodigestor teve como base, tijolo maciço de bom acabamento e cimento. Foi assentado num terreno com pequeno declive para o lado da caixa de descarga, a fim de que o material pudesse ser esgotado sem o auxílio de bombas manuais ou de vasilhas.

Diariamente, foram colocados no tubo de entrada, 300 kg de esterco e 300 l. de água. Esta mistura passava para a parte central, onde fermentava, dando origem ao biogás. Por fim, os resíduos resultantes passavam para a caixa de saída, prontos para serem utilizados nas fazendas, como biofertilizantes com maior poder de fertilização que a matéria-prima utilizada antes da fermentação.

Crêterios de avalia o

Para análise econ mico-financeira da produ o de biogás utilizaram-se três instrumentos de avalia o: valor presente líquido (VPL), rela o benefício/custo (B/C) e taxa interna de retorno (TIR).

O valor presente líquido refere-se ao benefício líquido do projeto, atualizando a determinada taxa de desconto. Matematicamente,

$$VPL = \sum_{i=0}^n \frac{R_i - C_i}{(1 + t)^i}$$

A rela o benefício/custo, como o próprio nome sugere,   a rela o entre os benefícios e os custos atualizados. Matematicamente,

$$B/C = \sum_{i=0}^n \frac{R_i}{(1 + r)^i} / \sum_{i=0}^n \frac{C_i}{(1 + r)^i}$$

Conceitualmente, a taxa interna de retorno   o valor da taxa de desconto que torna o valor presente líquido igual a zero, isto  ,

$$\sum_{i=1}^n \frac{R_i - C_i}{(1 + r^*)^i} = 0$$

onde

R_i = benefícios do projeto no ano i ;

C_i = custos do projeto no ano i , inclusive investimentos;

r = taxa de desconto;

r^* = taxa interna de retorno.

Consolida o das variáveis

Os preços considerados foram os de mercado em cruzados de 28 de fevereiro de 1986. As análises serão apresentadas de três modos diferentes: considerando inicialmente a conversão da produ o prevista de biogás em gasolina, em óleo diesel e em gás butano (GPL). A produ o diária do biogás ($12m^3$) equivale a 5 l de gasolina, ou a 5 l de óleo diesel ou ainda a 5 kg de gás butano.

Valor bruto da produ o - Foi obtido considerando as produ es previstas de biogás já transformadas em gasolina, óleo diesel e gás butano pelos respectivos preços unitários. No cálculo, ignorou-se o valor do biofertilizante tendo em vista que a quantidade deste   igual ao do esterco utilizado para a produ o do biogás. Assim, devido   dificuldade de valora o, considerou-se que a despesa com o esterco equivaleria   receita advinda com o biofertilizante.

Investimentos - Foram computadas as despesas de investimento (implanta o), manuten o (10% sobre o valor do investimento inicial a cada 5 anos) e reposi o para aqueles investimentos cuja vida útil foi inferior ao horizonte de tempo considerado na avalia o do projeto (Tabela 1).

TABELA 1. Cronograma de investimentos.

(Cz\$ Base 28-2-86)

Discriminação	Vida útil (anos)	Unidade	Custo unitário (Cz\$)	Quantidade	Anos de projeto									
					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Implantação do biodigestor*	10	um	14,869,00	1	14,869,00	-	-	-	1,486,90	-	-	-	-	-
Depósito para água**	3	um	400,00	1	400,00	-	-	400,00	-	-	400,00	-	-	400,00
Carro de mão***	2	um	200,00	1	200,00	-	200,00	-	200,00	-	200,00	-	200,00	-
Total					15,469,00	-	200,00	400,00	1,686,90	-	600,00	-	200,00	400,00

* Reinvestimento correspondente a 10% do investimento inicial para consertos e reparos;

** reposição;

*** gerado a partir das tabelas.

Custos operacionais - Foram subdivididos em custos diretos e custos com mão-de-obra. Os custos diretos de produção foram obtidos multiplicando-se os valores unitários pelas respectivas quantidades dos recursos utilizados durante o ano. Foi considerada somente a despesa com a limpeza de biodigestor. Deve-se mencionar que, devido à dificuldade para calcular o valor da água para uma fazenda em particular, utilizou-se, como padrão, a tarifa d'água cobrada pelo DNOCS que, de acordo com a portaria 503 de 26 de dezembro de 1985, era, para o período 1985 e 1986, de Cz\$ 16,00/1.000m³. Verifica-se que a despesa com a água é insignificante sendo, por isso, ignorada neste estudo.

O custo com mão-de-obra representa a despesa com toda a mão-de-obra utilizada no projeto. Tomou-se como base para este cálculo o preço da diária local, (Tabela 2).

Crédito - Dois tipos de crédito foram utilizados. O primeiro, também chamado de longo prazo, destinou-se aos investimentos. Foi utilizado com a finalidade de financiar somente as despesas de investimento do primeiro ano (implantação), tais como a construção do biodigestor, depósito para água e carro de mão. O segundo, ou de curto prazo, visa financiar o custeio da produção. Admitiu-se que estes financiamentos seriam correspondentes a 100% das referidas despesas.

Serviço da dívida - Calculado com base nas condições de pagamento vigentes, isto é, taxas de juros, período de carência, prazo de pagamento e taxa de inflação prevista. A taxa de juros considerada foi de 3% a.a. e a taxa de inflação de 13% a.a. Admitiu-se que os financiamentos de longo prazo seriam quitados, em cinco anos com dois de carência, durante os quais o produtor pagaria apenas os juros.

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Avaliação financeira

A análise considerou a conversão do biogás de três maneiras distintas: para óleo diesel, para gasolina e para gás butano. Foram analisados, assim, três fluxos de receitas.

TABELA 2. Custos operacionais.

(Cz\$ Base 28-2-86)

Discriminação	Anos									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
a) Custos anuais diretos										
- Limpeza	-	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00
b) Custos anuais										
- Mão-de-obra	-	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00
Total	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00

Na análise, admitiram-se, ainda, duas situações distintas para cada fluxo: uma considerando financiamento e outra não considerando financiamento (Tabelas 3, 4 e 5).

Óleo diesel - Os resultados referentes à relação benefício/custo e ao valor presente líquido para diferentes taxas de desconto, bem como a taxa interna de retorno para as duas situações (antes e depois do financiamento) estão apresentados na Tabela 6. Para a primeira situação, a relação benefício/custo foi maior que um e o valor presente líquido positivo para taxas de desconto inferiores a 8%. A taxa interna de retorno foi de 7,71%, significando que cada cruzado investido no projeto permite retorno de, aproximadamente, 8 centavos. Apesar de ser a rentabilidade relativamente baixa, não se deve esquecer que o preço do óleo diesel considerado foi o de mercado, que é bastante subsidiado. Além do mais, é perceptível, embora não mensurável, a melhora no nível de vida das pessoas com a utilização desta energia em seus diversos usos.

Quando se considerou o financiamento, o projeto mostrou-se financeiramente viável, apresentando relações benefícios/custos sempre maior que um e valor presente líquido positivo a todas as taxas de desconto consideradas. A taxa interna de retorno, por sua vez, foi maior que 100%. Este fato pode ser justificado pela presença de taxa real de juros negativos referentes ao financiamento. Vê-se que, neste caso, são agregados benefícios adicionais ao projeto pelo simples fato de se contrair empréstimo bancário.

Gasolina - A Tabela 7 apresenta os resultados das relações B/C, VPL e TIR para as duas situações em estudo. Observa-se que, em ambos os casos, os resultados mostraram viabilidade, com relação B/C sempre maior que um e valor presente líquido sempre maior que zero. A taxa interna de retorno, de 33% para a primeira situação, significa que cada cruzado investido no projeto permite retorno de 33 centavos, rentabilidade considerada excelente, tendo em vista o retorno de outras atividades no mercado. Quando se considerou o financiamento, o projeto mostrou-se, ainda, mais viável. A taxa interna de retorno foi superior a 100% que é, sem dúvida, um retorno bastante atrativo.

Gás butano - Os resultados apresentados na Tabela 8 indicam que, para a situação antes do financiamento, a relação B/C foi inferior à unidade para diferentes taxas de desconto, ou seja, a receita da produção do biogás, quando convertido em

TABELA 3. Avaliação financeira do biodigestor chinês modificado, em relação ao óleo diesel.

(Cz\$ Base 28-2-86)

Especificação	Anos do projeto									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antes do financiamento										
Receitas	-	5.580,00	5.580,00	5.580,00	5.580,00	5.580,00	5.580,00	5.580,00	5.580,00	5.580,00
Custos	15.469,00	2.720,00	2.920,00	3.120,00	4.406,00	2.720,00	3.320,00	2.720,00	2.920,00	3.120,00
. Investimentos	15.469,00	-	200,00	400,00	1.686,90	-	600,00	-	200,00	400,00
. Custos operacionais	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00
- Diretos	-	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00
- Mão-de-obra*	-	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00
Benefício líquido	-15.469,00	2.860,00	2.660,00	2.460,00	1.174,00	2.860,00	2.260,00	2.860,00	2.660,00	2.460,00
Depois do financiamento										
- Crédito investimento	15.469,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Crédito custeio	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00
Total das receitas	15.469,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00	8.300,00
- Serviço da dívida	410,00	2.842,00	4.944,30	4.604,30	4.309,30	4.054,30	3.833,30	2.479,30	2.479,30	2.479,00
. Investimento	410,00	363,00	2.465,00	2.125,00	1.830,00	1.575,00	1.354,00	-	-	-
. Custeio	-	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,00
Total dos custos	15.879,00	5.562,30	7.864,30	7.724,30	8.715,30	5.774,30	7.153,30	5.199,30	5.399,30	5.599,00
Benefício líquido	-410,00	2.737,70	435,70	575,70	-416,30	1.525,70	1.146,70	3.100,70	2.900,70	2.701,00
Fluxo de caixa**	-410,00	4.431,00	2.128,70	2.268,70	1.277,70	3.218,70	2.820,00	4.793,70	4.593,70	4.399,00

* Mão-de-obra inteiramente familiar.

** 90% do total das receitas subtraído da despesa com mão-de-obra.

TABELA 4. Avaliação financeira do biodigestor chinês modificado, em relação à gasolina.

(Cz\$ Base 28-2-86)

Especificação	Anos do projeto									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antes do financiamento										
Receitas	-	8.586,00	8.586,00	8.586,00	8.586,00	8.586,00	8.586,00	8.586,00	8.586,00	8.586,00
Custos	15.469,00	2.720,00	2.920,00	3.120,00	4.406,90	2.720,00	3.320,00	2.720,00	2.920,00	3.120,00
Investimentos	15.469,00	-	200,00	400,00	1.686,90	-	600,00	-	200,00	400,00
Custos operacionais	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00
Diretos	-	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00
Mão-de-obra*	-	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00
Benefício líquido	-15.469,00	5.866,00	5.666,00	5.466,00	4.179,10	5.666,00	5.266,00	5.866,00	5.666,00	5.466,00
Depois do financiamento										
Crédito investimento	15.469,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crédito custeio	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00
Total das receitas	15.469,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00	11.306,00
Serviço da dívida	410,00	2.842,30	4.944,30	4.309,30	4.054,00	3.833,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30
Investimento	410,00	363,00	2.465,00	1.830,00	1.575,00	1.354,00	-	-	-	-
Custeio	-	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30
Total dos custos	15.879,00	5.562,30	7.864,30	7.429,30	8.460,90	6.553,30	5.799,30	5.199,30	5.399,30	5.599,30
Benefício líquido	-410,00	5.743,70	3.441,70	3.876,70	2.845,10	4.752,70	5.506,70	6.106,70	5.906,70	5.706,70
Fluxo de caixa**	-410,00	7.136,10	4.834,10	5.269,10	4.237,50	6.145,10	6.899,10	7.499,10	7.299,10	7.957,70

* Mão-de-obra inteiramente familiar.

** 90% do total das receitas subtraído da despesa com mão-de-obra.

TABELA 5. Avaliação financeira do biodigestor chinês modificado, em relação ao gás butano.

(Cz\$ Base 28-2-86)

Especificação	Anos do projeto									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Antes do financiamento										
Receitas	-	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00	4.500,00
Custos	15.469,00	2.720,00	2.920,00	3.120,00	4.406,00	2.720,00	3.320,00	2.270,00	2.920,00	3.120,00
. Investimentos	15.469,00	-	200,00	400,00	1.686,90	-	600,00	-	200,00	400,00
. Custo operacional	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00
- Diretos	-	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00	469,00
- Mão-de-obra*	-	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00	2.251,00
Benefício líquido	-15.469,00	1.780,00	1.580,00	1.380,00	94,00	1.780,00	1.180,00	1.780,00	1.580,00	1.380,00
Depois do financiamento										
- Crédito investimento	15.469,00	-	-	-	-	-	-	-	-	-
- Crédito custeio	-	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00	2.720,00
Total das receitas	15.469,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00	7.220,00
- Serviço da dívida	410,00	2.842,30	4.944,20	4.309,30	4.054,00	3.833,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30
. Investimento	410,00	363,00	2.465,00	1.830,00	1.575,00	135,00	-	-	-	-
. Custeio	-	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30	2.479,30
Total dos custos	15.879,00	5.562,30	7.864,30	7.429,30	8.460,90	6.553,30	5.793,30	5.199,30	5.399,30	5.599,30
Benefício líquido	-410,00	1.657,70	-644,30	-209,30	-1.240,90	666,70	1.420,70	2.020,70	1.820,70	1.620,70
Fluxo de caixa**	-410,00	3.458,70	1.156,80	1.591,70	561,00	2.467,70	3.221,70	4.271,70	3.621,70	3.421,70

* Mão-de-obra inteiramente familiar.

** 90% do total das receitas subtraído da despesa com mão-de-obra.

TABELA 6. Relação benefício/custo e valor presente líquido da avaliação financeira do biodigestor chinês modificado, em diferentes taxas de descontos, em relação ao óleo diesel.

Taxa de desconto (%)	Antes do financiamento		Depois do financiamento	
	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)
3	1,09	3.591,00	1,20	13.607,40
5	1,05	1.924,06	1,19	12.175,90
6	1,03	1.173,01	1,19	11.538,00
7	1,01	471,03	1,19	10.946,10
8	0,99	-1.185,78	1,18	10.396,40
10	0,96	-1.377,92	1,17	9.409,50
12	0,92	-2.428,25	1,17	8.553,00
15	0,87	-3.782,08	1,16	7.469,60
Taxa interna de retorno (%) 7,71			Taxa interna de retorno (%) acima de 100.	

TABELA 7. Relação benefício/custo e valor presente líquido da avaliação financeira, em diferentes taxas de desconto, em relação à gasolina.

Taxa de desconto (%)	Antes do financiamento		Depois do financiamento	
	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)
3	1,67	26.996,2	1,55	37.011,6
5	1,62	23.290,2	1,54	33.541,3
8	1,53	18.592,4	1,51	29.173,9
10	1,47	15.933,7	1,49	26.720,5
12	1,42	13.588,5	1,48	24.569,2
15	1,35	10.561,3	1,46	21.812,5
20	1,23	6.540,4	1,42	18.192,8
25	1,23	3.463,2	1,39	15.562,1
Taxa interna de retorno (%) 32,63			Taxa interna de retorno (%) acima de 100.	

gás butano, seria menor que o custo de produção. O valor presente líquido, que representa os benefícios líquidos atualizados em diferentes taxas de descontos, foi negativo. A taxa interna de retorno, muito baixa, indica a não-viabilidade do projeto para a situação sem projeto. Mais uma vez deve-se lembrar que o preço do gás butano utilizado foi o de mercado. Por ser este produto altamente subsidiado, tal preço não reflete o seu valor real. Deve-se ressaltar, também, a importância do biogás quando convertido em gás butano para o uso doméstico no meio rural. É inegável o bem-estar

e a mudança qualitativa do padrão de vida do homem do setor rural quando se utiliza tal combustível, inclusive como substituto da energia elétrica para a iluminação das residências. Este fato, por si só, traduz a importância de seu uso, principalmente quando se considera a intensificação recente da crise de energia, que leva a população do Nordeste a fazer racionamento de energia elétrica.

A exemplo dos casos anteriores, a situação se inverteu quando se considerou o financiamento. Os resultados mostraram-se satisfatórios com taxa interna de retorno acima de 100%, o que confirma o fato de que determinadas situações referentes às condições de financiamento para atividades no meio rural podem ser consideradas atrativas e induzir o crescimento e/ou desenvolvimento deste setor tão importante para o Brasil.

Análise de sensibilidade

A análise de sensibilidade teve como objetivo testar a estabilidade do projeto em termos de rentabilidade e, assim, avaliar a influência de variações em determinados parâmetros sobre os resultados básicos do projeto.

Tendo em vista a vida relativamente longa deste projeto, é importante prever quais os prováveis impactos nos resultados, caso haja mudanças em alguns fatores, tais como produtividade física, preços. Investigaram-se as seguintes alternativas:

1. receitas e custos normais tais como analisados inicialmente;
2. redução de 10% nas receitas e custos normais;
3. aumento nos custos de 10% e receitas normais;
4. aumento mais intenso nas despesas, ou seja, aumento de 20% nos custos e receitas normais;
5. redução de 10% nas receitas e, ao mesmo tempo, aumento de 10% nos custos.

Estas simulações foram feitas para os três fluxos da avaliação financeira. Observa-se, através dos indicadores apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11 que, no primeiro momento, quando não se considerou financiamento, somente o segundo caso demonstrou boa rentabilidade para o projeto. Quando se considerou financiamento, somente o terceiro caso não apresentou estabilidade em termos de rentabilidade do projeto.

TABELA 8. Relação benefício/custo e valor presente líquido da avaliação financeira, em diferentes taxas de desconto, em relação ao gás butano.

Taxa de desconto (%)	Antes do financiamento		Depois do financiamento	
	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)
3	0,88	-4.817,81	1,78	5.197,59
5	0,85	-5.752,39	1,07	4.498,70
8	0,80	-6.932,42	1,06	3.649,70
10	0,77	-7.597,62	1,06	3.189,16
12	0,75	-8.182,76	1,05	2.797,95
15	0,71	-8.935,39	1,05	2.315,82
20	0,59	-10.687,10	1,04	1.722,28

Taxa interna de retorno < 0,01% Taxa interna de retorno (%) acima de 100%

TABELA 9. Relação benefício/custo e valor presente líquido à taxa de desconto de 12% e taxa interna de retorno para avaliação financeira, primeiro caso.

Discriminação	Antes do financiamento			Depois do financiamento		
	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)	Taxa interna de retorno (%)	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$1,00)	Taxa interna de retorno (%)
Receitas e custos normais	0,92	-2.428,25	> 100	1,17	8.553,04	> 100
Receitas menos 10% e custos normais	0,83	-5.401,41	1,95	1,05	2.583,69	33,79
Receitas normais e custos mais 10%	0,84	-5.644,24	2,50	1,06	3.438,99	40,85
Receitas normais e custos mais 20%	0,77	-8.860,23	< 0,01	0,97	-1.675,06	4,00
Receitas menos 10% e custos mais 10%	0,76	-8.617,41	< 0,01	0,95	-2.530,36	< 0,01

TABELA 10. Relação benefício/custo e valor presente líquido à taxa de desconto de 12% e taxa interna de retorno para avaliação financeira, segundo caso.

Discriminação	Antes do financiamento			Depois do financiamento		
	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)	Taxa interna de retorno (%)	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$1,00)	Taxa interna de retorno (%)
Receitas e custos normais	1,42	13.588,5	32.63	1,48	24.569,2	> 100
Receitas menos 10% e custos normais	1,28	9.013,6	26.10	1,33	16.998,2	> 100
Receitas nomais e custos mais 10%	1,29	10.372,5	26.71	1,34	19.455,1	> 100
Receitas normais e custos mais 20%	1,18	7.156,5	21.56	1,23	14.341,0	92,49
Receitas menos 10% e custos mais 10%	1,16	5.792,6	20.50	1,21	11.884,1	78,81

TABELA 11. Relação benefício/custo e valor presente líquido à taxa de desconto de 12% e taxa interna de retorno para avaliação financeira, terceiro caso.

Discriminação	Antes do financiamento			Depois do financiamento		
	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$ 1,00)	Taxa interna de retorno (%)	Relação B/C	Valor presente líquido (Cz\$1,00)	Taxa interna de retorno (%)
Receitas e custos normais	0,75	-8.182,75	<0,01	1,05	2.797,95	> 100
Receitas menos 10% e custos normais	0,67	-10.580,50	<0,01	0,95	-2.595,95	<0,01
Receitas normais e custos mais 10%	0,68	-11.398,80	<0,01	0,96	2.316,14	<0,01
Receitas normais e custos mais 20%	0,62	-14.614,70	<0,01	0,88	7.430,25	<0,01
Receitas menos 10% e custos mais 10%	0,75	-9.001,04	<0,01	0,86	7.710,05	<0,01

CONCLUSÕES

Os resultados mostraram-se viáveis quando se admitiu financiamento, fato explicável pelas condições de obtenção do financiamento que promoveu benefícios líquidos adicionais ao projeto. Na ausência do financiamento, observou-se que, no primeiro caso, em determinadas taxas de descontos, e no segundo, o projeto mostrou-se viável financeiramente.

Os indicadores mostraram mais estabilidade quando se admitiu financiamento. Na ausência de financiamento, somente o segundo caso mostrou elevada rentabilidade para o projeto.

Os preços utilizados neste estudo foram os de mercado. Por incluírem subsídios ou sobretaxas, não refletem o custo de oportunidade dos produtos, podendo ser este um dos fatores determinantes dos resultados obtidos. Outro fator que deve ser mencionado é que é perceptível, mas não mensurável, a mudança na qualidade de vida da população rural com a utilização desta fonte importante de energia. Ainda existe a vantagem da produção de biofertilizantes que resulta do processo de fermentação dos resíduos e possui maior poder de fertilização que a matéria-prima utilizada.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BISERRA, J.V. **Avaliação econômico-financeira de projetos de irrigação**; uma abordagem estrutural. Fortaleza, UFC/DEA, 1986. (Série Didática, 32).
- BIOGÁS. Energia, na teoria e na prática. *Rv. bras. Ext. rural*, Brasília, 2(2):6-9, mar./abr. 1981.
- BRASIL. Ministério das Minas e Energia. **O Biogás e sua tecnologia**. Rio de Janeiro. CAEEB. 1981. 33p. (Série Estudos e Pesquisas, 2).
- COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA, Ceará, CE. **Estudos para adaptação do projeto de irrigação do açude Santo Antônio de Russas e viabilidade técnico-econômica das áreas complementares**. Fortaleza, 1985.
- COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA, Ceará, CE. **Pré-viabilidade técnico-econômica do aproveitamento hídrico do Vale do Aracatiçu**. (Relatório geral). Fortaleza, 1986.
- GITTINGER, J. **Análises econômico de projectos agrícolas**. 2. ed. Madrid, Tecnos, 1983. (Publicação para el Instituto de Desarrollo Económico del Banco Mundial).
- HOLANDA, N. **Planejamento e projetos**. Fortaleza, UFC. 1983.
- JENKINS, D. M.; McCLURE, T. A.; REDDY, T. S. **Net energy analysis of alcohol fuels**. s. l. American Petroleum Institute, 1979. 28p.
- MEYER, A. V. C. A biomassa como fonte energética. *Conj. econ.* Rio de Janeiro, 37(11):66-8, nov. 1983.
- MOSS, A. & NYNS, E. J. **Biomass in developing countries, farmwork for implementation**. s. n. t. 82p.
- PIMENTEL, D. **Agricultural productions inputs: energy, fertilizer, capital, and labor**. Santo Domingo. Dominican Republic, 1978.

BIOGÁS. Energia, na teoria e na prática. **Rv. bras. Ext. rural**, Brasília, 2 (2):6-9, mar./abr. 1981.

SKRINDE, R. T. **A review of international biogás programs**. Seattle, Tracy e Brunstrom, 1978. 36 p.

ver. Ciência e Cultura 41(2)
fev/89, p. 188