

EXPERIÊNCIA BRASILEIRA DE PESQUISA ECONÔMICA EM ENERGIA PARA O SETOR RURAL

ÁGIDE GORGATTI NETTO
ELMAR RODRIGUES CRUZ



ENERGIA ENERGIA E



EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA
Vinculada ao Ministério da Agricultura
PROGRAMA NACIONAL DE PESQUISA DE ENERGIA – PNPE
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS E PESQUISAS – DEP

**MEMÓRIA
EMBRAPA**

**EXPERIÊNCIA BRASILEIRA DE PESQUISA
ECONÔMICA EM ENERGIA PARA O SETOR RURAL**

Ágide Gorgatti Netto
Elmar Rodrigues da Cruz

Brasília, DF
1984

EMBRAPA – DEP. DOCUMENTOS, 11

ALTERAÇÃO DO TÍTULO DA SÉRIE

EMBRAPA – DDM. DOCUMENTOS POR EMBRAPA – DEP. DOCUMENTOS

Exemplares deste trabalho podem ser solicitados ao
Departamento de Estudos e Pesquisas da EMBRAPA
SCS, Quadra 8, Bloco B, nº 50
Supercenter Venâncio 2000, Sala 921
Caixa Postal: 04-0315
70312 – Brasília, DF

Tiragem: 2.000

Gorgatti Netto, Ágide.

Experiência brasileira de pesquisa econômica em energia para o setor rural, por Ágide Gorgatti Netto e Elmar Rodrigues da Cruz. Brasília, EMBRAPA – PNPE/DEP.

240p. (EMBRAPA-DEP. Documentos, 11).

1. Energia – Fonte alternativa – Pesquisa – Aspecto econômico – Brasil. 2. Energia – Fonte alternativa – Demanda. 3. Energia – Fonte alternativa – Política. 4. Energia – Fonte alternativa – Uso. I. Cruz, Elmar Rodrigues da. colab. II. Título. III. Série.

CDD 333.79

© EMBRAPA, 1984

CONSULTORES EDITORIAIS

Fernando Curi Peres – ESALQ
João Carlos Garcia – EMBRAPA
Minoru Matsunaga – IEA
Reinaldo Ignácio Adams – IEPE

SUMÁRIO

Página

CAPÍTULO 1 – SISTEMAS INTEGRADOS A NÍVEL DE PROPRIEDADE RURAL: ENERGIA E ALIMENTOS

Sistemas de Auto-suprimento Energético na Agricultura H.V. Richter, E.R. da Cruz e J.M.C. de Souza Dias	13
Modelagem de Sistemas de Produção e Consumo de Bioenergia R.I. Adams, V.J. Stulp e V.M. Varaschin	37
Avaliação Econômica da Produção de Álcool em Microdestilarias a Partir de Sorgo Sacarino e Cana-de-açúcar J.C. Garcia	45
Compatibilidade Entre Eficiência Econômica e Eficiência Energética Numa Empresa Rural L. Palma e R.I. Adams	55

CAPÍTULO 2 – AUTO SUFICIÊNCIA ENERGÉTICA: AVALIAÇÃO A NÍVEL DE COOPERATIVA E COMUNIDADE

Produção e Consumo de Energia Renovável a Nível de Comunidade em Pequenas Propriedades Rurais D. Vilani e R.I. Adams	67
Energia Alternativa: Fator de Desenvolvimento de Comunidades Rurais D. Vilani e R.I. Adams	79

Consumo Residencial de Energia e Alternativas de Substituição por Fontes e Usos	
R.I. Adams, N.M. Giacomini, D. Vilani, N. Michel & E. Contini	93

CAPÍTULO 3 – POLÍTICA ENERGÉTICA A NÍVEL REGIONAL

Programação Matemática de Sistemas Agrícolas de Bioenergia	
F.C. Peres, E.R. da Cruz & J.P. Filho.	103
Competitividade da Produção de Cana-de-açúcar e Mandioca para Fins Energéticos em Duas Regiões do Rio Grande do Sul	
N.M. Richter & R.I. Adams	117
Rentabilidade de Microdestilarias a Preços Sociais: Aspectos Conceituais e Ilustração Empírica	
E.R. da Cruz, P.C.D. Peixoto & A.G. Netto	125
Microdestilaria – Uma Estratégia para o Desenvolvimento Rural	
V.M. Varaschin & R.I. Adams	179

CAPÍTULO 4 – PESQUISAS ECONÔMICAS PARA OS FATORES DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA

Viabilidade Econômica do Sistema de Produção na Agricultura Alternativa	
R.D. Dullely & M.S. do Carmo	191
Avaliação Econômica do Uso da Força de Tração nas Culturas de Milho e Feijão – Estado de São Paulo	
V. da Silva, J.C.G.R. Filho & J.R.V. de Camargo	217
Estudo Econômico do Emprego da Irrigação com Energia Fóssil Versus Energia Elétrica	
N.T.C. de Mello, A.A. Ghilardi, S.T. Arruda, W.P.C. Filho, D.R. Junior & I. Kiyuna	231

INTRODUÇÃO

As pesquisas econômicas na área de energia têm sido objeto de substanciais esforços governamentais, destacando-se o papel dos Ministérios de Minas e Energia e da Indústria e Comércio, que cobriram os principais impactos do PROÁLCOOL na sociedade brasileira. No que diz respeito à propriedade rural, está a EMBRAPA ocupando importante espaço, tanto na pesquisa de geração física de energia, que abrange desde aspectos da biomassa até a transformação e utilização do produto final, como nas pesquisas econômicas que se preocupam principalmente da integração energia-alimentos e o aproveitamento de sub-produtos. Estas pesquisas iniciaram-se na EMBRAPA em 1979, antes mesmo que o Programa Nacional de Pesquisas em Energia – PNPE fosse formalmente criado em 1981.

O princípio geral, que pauta as ações de pesquisa da EMBRAPA, é que, numa economia de recursos escassos, os mesmos devem ser distribuídos entre vários programas de pesquisa, de acordo com o mesmo princípio econômico usado para alocação de recursos na produção. Os recursos das pesquisas devem ser destinados prioritariamente aos programas de pesquisa em que haja um maior volume de benefícios sociais gerais por unidade de recursos aplicados. Os benefícios, resultados de um programa de pesquisa para o desenvolvimento de alguma alternativa energética, são função dos resultados produzidos pelo posterior uso da alternativa nas empresas agrícolas. Neste contexto, uma ênfase especial é dada aos sistemas de auto suprimento energético para o setor rural.

É possível, seguramente, alcançar-se elevado grau de suficiência energética em combustíveis e energia mecânica e reduzir sua dependência de insumos químicos com a dedicação de uma parcela de sua área para culturas “energéticas”, a instalação de sistemas transformadores de energia em escala compatível com a demanda e a adoção de práticas de conservação de energia na exploração agropecuária.

O capítulo primeiro deste livro cuida da possibilidade de auto-suprimento energético, com todas as vantagens que a instalação de sistemas integrados apresenta, como a eliminação do fator transporte, diminuição do custo da energia, impor-

tância estratégica na produção de alimentos, desconcentração de renda, novas perspectivas de desenvolvimento, e, mais uma: a auto-suficiência energética de grande número de propriedades rurais é o caminho natural para a auto-suficiência do setor agrícola como um todo.

A forma de obtenção da auto-suficiência energética de uma propriedade, ou conjunto de propriedades, depende de inúmeros fatores, entre os quais se destacam: tipo e tamanho da propriedade, nível tecnológico, disponibilidade de área cultivável, necessidade de energia, clima, topografia, etc.

Além desses fatores de ordem física, devem ser levados em consideração os fatores de ordem econômica e administrativa, que conduzem à necessidade de os sistemas de auto-suprimento apresentarem baixo investimento e/ou retorno garantido e administração simples da produção e utilização de energia.

Dentre os muitos equipamentos e sistemas que podem ser utilizados, visando a auto-suficiência energética, destacam-se:

- . biodigestores;
- . microdestilarias;
- . gasogênios;
- . sistemas de secagem solar;
- . sistemas de bombeamento e irrigação a energia eólica;
- . aproveitamento de mini-hidroeletricidade.

Existe então uma grande diversificação de opções energéticas que podem ser transferidas pela pesquisa para os agricultores e cooperativas, mas apenas uma fração destas opções é economicamente viável dentro dos diversos contextos agrícolas. Assim sendo, usando-se os coeficientes que vão sendo obtidos pelas atividades de pesquisa dos sistemas de auto-suprimento energético, procura a pesquisa econômica da EMBRAPA avaliar sistemas de produção integrados com produção de alimentos. Assim, através de modelagem matemática e outras metodologias de análise, estuda-se o efeito dessas alternativas energéticas sobre a produção e uso de energia, a produção de alimentos e outros produtos, a nível de renda e de emprego e a rentabilidade do estabelecimento rural, da cooperativa ou da região.

A modelagem de sistemas ao nível da empresa agrícola poderá por exemplo indicar se uma opção energética vai de encontro aos objetivos dos empresários agrícolas e portanto se terá alta probabilidade de ser rapidamente adotada por estes. Portanto, para se avaliar o impacto de uma opção energética na empresa agrícola e a sua conformidade com os objetivos do empresário pode-se usar um procedimento de análise em que a empresa é considerada como um sistema. Neste contexto, pode-se simular a substituição ou alteração de partes deste sistema pela nova opção energética, ou então o acréscimo de partes ao sistema (exemplo, um biodigestor) e verifica-se o impacto sobre as variáveis de interesse, incluindo o valor da função objetivo do empresário. Os modelos de análise a usar podem ser de maximização da função objetivo do empresário agrícola e que considerem as restrições impostas pelas condições externas à unidade produtiva.

O pressuposto na análise de sistema é que os empresários agrícolas, enfrentando situações idênticas às consideradas na análise, procederão de "maneira ótima" indicada pelo modelo. A análise de sistema pretende prever o que ocorrerá na prática quando a alternativa energética se tornar disponível aos empresários agrícolas.

Deste modo, poder-se-á verificar quais são as opções energéticas para a empresa agrícola mais promissoras, ou seja, as que teriam efeitos favoráveis sobre as variáveis de interesse. Estas seriam as alternativas a receber ênfase da pesquisa, dependendo das condições internas e externas que afetam cada empresa rural.

O capítulo segundo trata da análise a nível de cooperativa e comunidade, onde existe uma clara preocupação de se analisar o lado da demanda de energia, mesmo de atividades não agrícolas, como uma dimensão adicional que complementa o balanço da oferta de energia e seus sub-produtos oriundos dos sistemas energéticos em estudo. A grande pergunta que se procura responder nestes estudos é qual a maneira mais econômica de uma cooperativa ou comunidade tornar-se independente de fontes externas de energia, caso sobrevenha um racionamento de energia não renovável por razões fora do controle do país. Procura-se também avaliar-se estratégias que garantam o abastecimento de alimentos para as comunidades em estudo.

O capítulo terceiro é voltado para política energética a nível regional e nacional.

Devido à diversidade de sistemas agrícolas, a seleção das alternativas energéticas mais promissoras, em termos de volume de benefícios e da rapidez com que venham a gerá-los, deve ser feita com base em vários sistemas, localizados em diferentes regiões do Brasil.

Neste sentido, o capítulo mostra estudos sobre os efeitos de alternativas energéticas sobre sistemas de agricultura convencional, usando modelagem matemática, simulação e outras metodologias, para diversas regiões do Brasil. Esta diversificação de áreas é importante na medida em que se torna viável o processamento de coeficientes técnicos para diversas alternativas de produção, sob diferentes condições geográficas. Desta maneira, é possível utilizar-se estes modelos como instrumentos de avaliação de política a níveis mais abrangentes do que uma simples propriedade. Pode-se então medir efeitos de diferentes níveis de preço, de subsídios, de crédito, sob cenários alternativos para diferentes regiões. Ter-se-á então uma idéia de como as políticas governamentais estão ajudando ou prejudicando a implantação de alternativas energéticas nas diferentes condições da agricultura brasileira, e em que níveis de preço a energia a partir da biomassa poderia competir com derivados de petróleo, levando-se em conta peculiaridades regionais.

Já o quarto capítulo ocupa um importante assunto não abordado explicitamente nos primeiros. Trata-se da análise dos insumos agrícolas sob o impacto de fontes e usos alternativos de energia. Os fatores capital e mão-de-obra são especificamente abordados, com estudos voltados para mecanização sob diferentes usos de tração, bem como na análise da agricultura baseada na ausência de insumos modernos.

Participam destes esforços de pesquisa diversas instituições que, somando esforços à equipe de economistas e outros pesquisadores da EMBRAPA, não mediram sacrifícios para a realização destes estudos. Em particular agradece-se a valiosa colaboração da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz – ESALQ, e sua Fundação, a FEALQ, da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, através do IEPE, Porto Alegre, e do Instituto de Economia Agrícola – IEA, de São Paulo, pelos estudos que vêm realizando na área de economia da energia, sob encomenda da EMBRAPA. Estes estudos contam com o apoio financeiro do Programa de Mobilização Energética-PME, administrado pelo Dr. Ricardo Santiago, Secretário-

Executivo da Comissão SEPLAN/Energia, o qual tem demonstrado alta compreensão na relevância dos problemas aqui abordados.

A nível interno da EMBRAPA, agradece-se a colaboração profícua prestada pelo Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, em Sete Lagoas-MG, cuja equipe de economistas vem se dedicando à análise de sistemas integrados de energia desde 1980. Futuras edições desta publicação incluirão também resultados de pesquisas econômicas de outras unidades da EMBRAPA, na medida em que houverem resultados publicados.

Finalmente, um agradecimento especial cabe ao Presidente da EMBRAPA, Dr. Eliseu Roberto de Andrade Alves, pelo apoio que tem dado ao Programa Nacional de Pesquisas em Energia – PNPE. Gratidão deve ser também manifestada ao Dr. Vander Gontijo, Chefe do Departamento de Estudos e Pesquisas (DEP), da EMBRAPA, pelo destaque que tem dado às pesquisas na área de energia, tanto executadas como coordenadas pelo DEP, num esforço integrado de suas atividades voltadas para política econômica e avaliação da pesquisa.

Brasília, Agosto de 1984

Ágide Gorgatti Netto
Elmar Rodrigues da Cruz, Editores.

CAPÍTULO 1

SISTEMAS INTEGRADOS A NÍVEL DE PROPRIEDADE RURAL: ENERGIA E ALIMENTOS

SISTEMAS DE AUTO-SUPRIMENTO ENERGÉTICO NA AGRICULTURA

Humberto Vendelino Richter¹
Elmar Rodrigues da Cruz²
José Manuel Cabral de Souza Dias³

RESUMO – Este trabalho sumariza os esforços de pesquisa em sistemas de auto-suprimento energético na agricultura desenvolvidos pelo sistema cooperativo de pesquisa agropecuária. Destaque é dado aos sistemas do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo em Sete Lagoas-MG, do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão em Goiânia-GO, e a modelagem de auto-suprimento energético. Estas pesquisas são coordenadas pelo Programa Nacional de Pesquisas em Energia (PNPE) da EMBRAPA.

Termos para indexação: sistema energético, modelagem de sistemas, programa de energia, auto-suprimento energético.

ABSTRACT – This is a summary of EMBRAPA's research efforts in self-reliance energy systems. Emphasis is given to the systems in operation in the National Center of Rice and Beans, in Goiânia-GO, in the National Center of Corn and Sorghum in Sete Lagoas-MG and in the systems modelling of energy alternatives. These research efforts are coordinated by EMBRAPA's National Research Program.

Index terms: energy system, systems modelling, energy program, self-reliance system.

¹ Economista e Eng. Agr^o, Ph. D. EMBRAPA/DEP – Brasília-DF.

² Economista, Ph. D. EMBRAPA/DEP.

³ Eng. Químico, M.Sc. EMBRAPA – Diretoria Executiva.

1. INTRODUÇÃO

1.1 – A crise energética mundial teve grave repercussão para países como o Brasil com grande dependência de fontes de energia importadas. O desenvolvimento industrial e tecnológico do país, dependente de uma fonte energética externa, ficou ameaçado pela instabilidade do mercado internacional, pondo em risco todo o desenvolvimento econômico brasileiro. Os gastos na importação de petróleo representam cerca de US\$ 10 bilhões anuais, equivalentes à metade das divisas que o Brasil vem obtendo das suas exportações. É evidente a necessidade de reduzir a dependência brasileira das fontes externas de energia, especialmente do petróleo importado. Os planos para essa redução foram sintetizados pelo Ministério das Minas e Energia num documento básico denominado “O Modelo Energético Brasileiro”, em que se traçam as principais metas de ação energéticas apresentadas na Tabela 1.

As três linhas básicas propostas nesse documento para alcançar essas metas são:

- Aumento da produção e da reserva de petróleo nacional;
- Minimização da produção e utilização de fontes locais e renováveis de energia, e a substituição de derivados de petróleo;
- Conservação de energia.

Ao setor agrícola brasileiro cabe importante papel na produção de fontes locais e renováveis de energia, bem como na substituição de derivados de petróleo. Essa nova função deve ser desempenhada de forma que seja compatível com o seu papel tradicional de produzir alimentos e matérias-primas para o abastecimento interno e para exportação.

Para isso, o Ministério da Agricultura (1981) estabeleceu as suas “Diretrizes para a Área de Agroenergia”, com dois objetivos básicos:

- Aumentar a oferta de biomassa com finalidade energética;
- Reduzir o consumo de derivados de petróleo no setor primário.

O objetivo de aumentar a oferta de biomassa está sendo perseguido mediante programas estabelecidos ou em vias de implantação, como o PROÁLCOOL, o Programa Nacional de Florestas Energéticas, o PROÓLEO e os programas de pesquisa, fomento e de extensão rural em execução no país. Simultaneamente, há duas estratégias distintas mas complementares para reduzir o consumo de derivados de petróleo no setor primário:

- Substituição e conservação de derivados de petróleo no setor rural;
- Auto-suficiência energética a nível de produtores rurais e suas associações.

A agricultura brasileira utiliza atualmente cerca de 53,5 milhões de hectares com culturas temporárias e permanentes e 170 milhões de hectares com pastagens nativas e cultivadas. Brandini estimou o consumo e o custo de energia para esse vasto setor primário, calculando apenas os combustíveis empregados na produção, transporte, secagem e transformação agroindustrial de produtos agropecuários, a preços de outubro de 1982 (Tabela 2).

Considerando que a área agrícola está se expandindo, e que as metas de produção de álcool para 1985 vão exigir mais de 3 milhões de hectares, o consumo energético do setor primário previsto naquele ano se aproximará de 12 bilhões de litros de óleo diesel, 2 milhões de toneladas de óleo combustível, e 5.500 GWh de

TABELA 1 – Metas para o consumo de energia primária no Brasil para 1985, conforme a fonte ou forma.

Fonte de Energia primária	bep***	1.000 tep	% s/total	% s/parc.
1. Não renováveis (subtotal 1)	1.217.000	59.218	34.7	100.0
1.1. Fósseis				
Petróleo importado*	420.000	20.472	12.0	34.5
Petróleo nacional*	420.000	20.472	12.0	34.5
Gás natural	25.000	1.186	0.7	2.1
Carvão mineral	304.000	14.820	8.7	25.0
Xisto	25.000	1.154	0.7	2.1
Subtotal fósseis (1.1)	1.194.000	58.104	34.1	98.2
1.2. Nuclear				
Urânio (U ₃ O ₈)	23.000	1.114	0.6	1.8
2. Renováveis (subtotal 2)	2.293.000	111.814	65.3	100.0
2.1. Biomassa				
Álcool**	145.000	7.057	4.1	6.3
Bagaço de cana	198.000	9.646	5.7	8.6
Lenha	394.000	19.272	11.2	17.2
Madeira e carvão vegetal	187.000	9.115	5.3	8.2
Subtotal biomassa (2.1)	923.000	45.090	26.3	40.2
2.2. Hidráulica	1.354.000	65.994	38.6	59.0
Outras (solar, eólica, etc.)	15.000	730	0.4	0.7
TOTAL				
Energia primária (1+2)	3.510.000	171.032	100.0	–
3. Conservação de energia	200.000	9.750	–	–
Total geral (1+2+3)	3.710.000	180.782	–	–

* Excluído não-energético (petroquímico); partic. total petróleo energ. 24.0%.

** Excluído não-energético (álcoolquímica).

*** Valores aproximados de barris equivalentes de petróleo.

FORNTE: Ministério das Minas e Energia (1981).

TABELA 2 – Estimativa do consumo de energia do setor primário. Brasil, outubro de 1982 (Brandini, 1982).

Fase de Operação	Quantidade consumida	% do Consumo Nacional	CUSTO TOTAL	
			Cr\$ bilhões ⁴	US\$ milhões ⁵
Produção				
Óleo Diesel	3,8 bilhões L	18	319	1.450
Energia Elétrica	0,270 GWh	0,0002	2	9,1
Secagem¹				
Óleo Combustível	300 mil t	0,9	14,1	64,1
Transporte²				
Óleo Diesel	3,5 bilhões L	35	462	3,1
Processamento³				
Óleo Combustível	1,5 milhões t	10	70,5	320
Energia Elétrica	5.000 GWh	4	36,5	166

¹ Considerando apenas o uso de óleo combustível.

² Considerando o transporte de todos os produtos agropecuários, fertilizantes, combustíveis e defensivos.

³ Apenas a agroindústria de alimentos.

⁴ Os preços unitários estimados foram os seguintes:

– Litro de óleo diesel: Cr\$ 84,00.

– Quilo de óleo combustível: Cr\$ 47,00.

– KWh de energia elétrica: Cr\$ 7,30.

⁵ Câmbio de 1 US\$ = Cr\$ 220,00.

energia elétrica. Portanto, é preciso encontrar fontes alternativas para os combustíveis derivados de petróleo, bem como desenvolver sistemas de uso mais racional de energia (EMBRAPA, 1981).

Quanto à substituição de combustíveis, a pesquisa agropecuária já vem produzindo resultados promissores na produção e utilização de álcool, biogás, gasogênio e energia solar. Em relação à economia e uso racional de energia, destacam-se os estudos que vêm sendo desenvolvidos nas áreas de: (1) aproveitamento de resíduos agrícolas; (2) manejo e conservação de solos; (3) adubação química; (4) controle biológico de pragas e doenças; (5) redução de perdas na colheita; e (6) tração animal.

A integração dessas pesquisas permite desenvolver sistemas de auto-suprimento energético a nível de estabelecimento rural. A finalidade deste trabalho é ilustrar essa visão integrada de pesquisa nessa área, e de apresentar alguns resultados que mostram o potencial econômico dos sistemas de energia que se estão tornando disponíveis.

2. A PESQUISA ENERGÉTICA: O PROBLEMA

Em meados de 1979 a EMBRAPA iniciou pesquisas com a produção de álcool em microdestilarias, visando a conseguir auto-suficiência em combustíveis líquidos para as suas unidades de pesquisa e a demonstrar sua viabilidade para os produtores rurais. Foram implantadas 9 microdestilarias¹, com capacidade de até 2.400 litros de álcool/dia (sete já estão em funcionamento), em um projeto cujos principais objetivos são:

- Introduzir novas técnicas, equipamentos e processos para a energização rural, especialmente a nível do estabelecimento agrícola;
- Desenvolver pesquisas de otimização e de balanço energético dos sistemas de energização;
- Efetuar pesquisas com matérias-primas energéticas;
- Estudar a utilização de vinhaça e outros subprodutos, como fertilizantes, em biodigestores;
- Fazer avaliação econômica dos sistemas;
- Difundir nova tecnologia.

O projeto evoluiu rapidamente para uma análise de sistemas de auto-suprimento energético, procurando integrar as pesquisas de biomassa com a produção de vários produtos agropecuários combinados, e o uso de diversos equipamentos, a nível da propriedade rural. Essa metodologia de trabalho foi iniciada de forma pioneira pela EMBRAPA e está em franco desenvolvimento. Por meio dela, estudam-se sistemas integrados de produção, uma das prioridades da “Ação Programada em Ciência e Tecnologia” (SEPLAN, CNPq, 1982), onde se afirma textualmente:

“A pesquisa terá que ser orientada, muito mais, no sentido de gerar sistemas de produção para toda a unidade de produção, integrando todos os produtos. Serão sistemas de produção de aproveitamento máximo de recursos, buscando a combinação mais econômica das diferentes atividades e fatores, no decorrer do ano agrícola. Terão que ser pesquisados sistemas que melhorem **substancialmente** o desempenho econômico dos vários produtos combinados, não esquecendo suas características sociais de ocupação de mão-de-obra disponível durante todo, ou a maior parte do ano”.

Em suma, o auto-suprimento energético da unidade rural se insere diretamente nas prioridades governamentais, no sentido de diversificar as fontes energéticas locais, visando à substituição dos derivados de petróleo e à auto-suficiência energética do setor rural.

3. O MODELO ENERGÉTICO DA PROPRIEDADE RURAL

Um exemplo de modelo energético para propriedades rurais de médio ou grande porte, ou para associação de pequenos produtores, é apresentada na Figura 1. O funcionamento previsto nesse modelo é o seguinte:

- Uma parte da área cultivada (não mais que 10%) é utilizada para produção de cana-de-açúcar e sorgo sacarino ou de mandioca;

¹ Há também 15 biodigestores funcionando em diversas unidades de pesquisa.

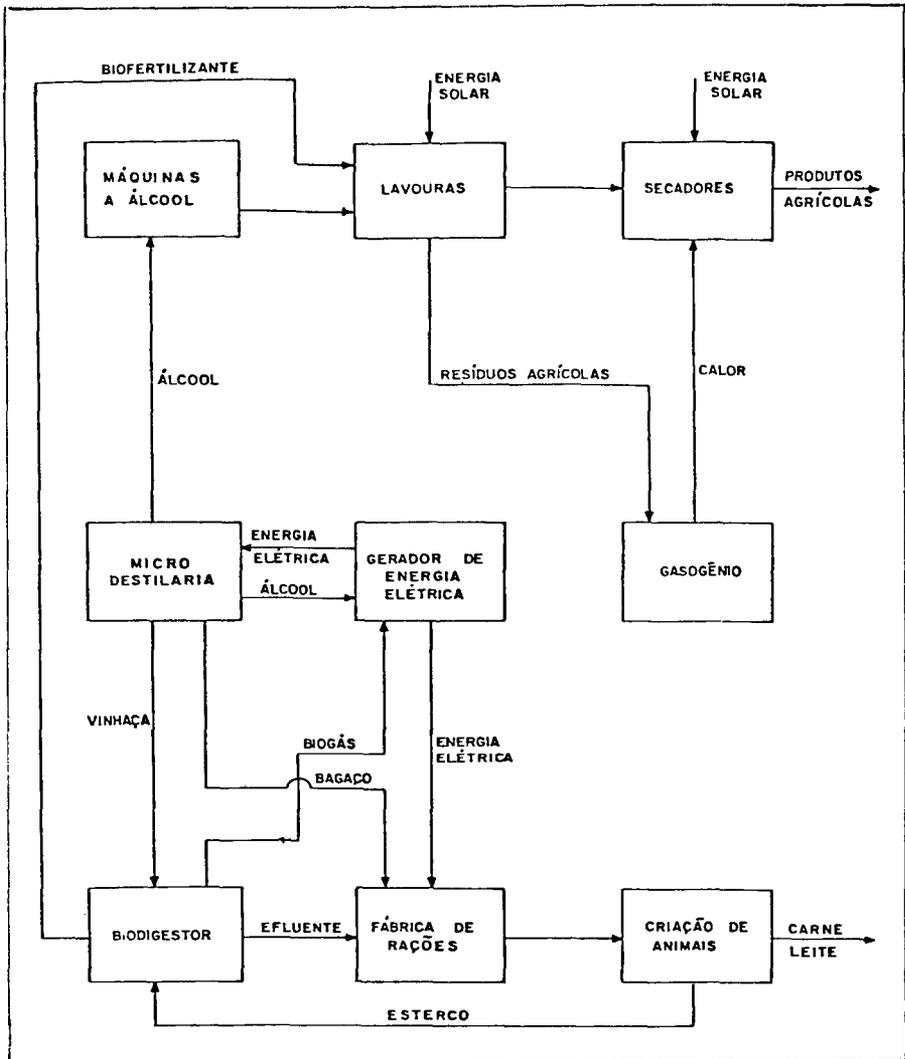


FIGURA 1 – Modelo Energético da Propriedade Rural.

- As matérias-primas processadas na microdestilaria produzem álcool, vinhaça e bagaço;
- O álcool aciona tratores e outras máquinas agrícolas, nas operações normais para produção de alimentos e das biomassas energéticas;
- O bagaço de cana-de-açúcar, sorgo sacarino, pontas-de-cana e panículas de sorgo (ou folhas e fibras de mandioca) alimentam bovinos confinados, no período crítico de escassez de pastagens. Outra possibilidade é utilizar o grão de sorgo como base para rações de frangos de corte;
- O esterco proveniente da criação de animais, junto com a vinhaça da microdestilaria, processados em um biodigestor, produzem biogás e biofertilizantes;
- O biogás, dentre outras utilidades, gera energia elétrica para a microdestilaria e para a fábrica de rações, que passam a independer de suprimento externo;
- Parte do efluente do biodigestor é usado na formulação de rações, e o restante, na adubação de culturas alimentares e energéticas;
- Os resíduos agrícolas, em conjunto com parte do bagaço excedente, compactados e queimados em gasogênio, geram calor para a secagem de alimentos, diminuindo riscos de perda da safra por apodrecimento ou por perda da qualidade dos produtos. Nessa secagem pode-se considerar a utilização de álcool ou biogás.

As principais vantagens da implantação desses sistemas no meio rural são:

- Maior ocupação e fixação da população rural, devido ao uso mais intensivo da mão-de-obra nas propriedades rurais;
- Utilização mais eficiente de máquinas e equipamentos agrícolas pelo plantio e colheita de culturas e biomassas em épocas distintas;
- Redução dos custos de produção de energia e aumento na produção de alimentos, devido à utilização de subprodutos dos sistemas para adubação de culturas e alimentação de animais;
- Desconcentração da renda agrícola e geração de empregos. A meta de 10,7 bilhões de litros de álcool para 1985, se produzida em microdestilarias de 5.000 litros/dia, poderia gerar 112.500 empregos diretos. A ampliação do número de produtores rurais que produzem e utilizam combustíveis mais econômicos e de maior disponibilidade terá um efeito favorável sobre a distribuição de renda;
- Redução do custo de transporte, pois as micro-destilarias localizam-se junto aos locais de consumo. Mesmo quando se tratar de associações de produtores ou cooperativas, a distância percorrida pelo álcool é pequena em comparação com a das grandes destilarias;
- Redução da vulnerabilidade da produção de alimentos às crises de petróleo, uma vez que a produção de alimentos utiliza fontes locais de energia renovável.

4. VIABILIDADE TÉCNICA E ECONÔMICA

As pesquisas de diversas instituições brasileiras estão fornecendo coeficientes e informações sobre o desenvolvimento de sistemas de produção energética. Assim,

já é possível apresentar avaliações econômicas que indicam o potencial de sistemas de auto-suprimento energético. Por exemplo, as pesquisas com sorgo sacarino no Centro-Sul permitem a operação de uma microdestilaria de álcool durante pelo menos oito meses do ano: de março a maio, usando como matéria-prima o colmo de sorgo sacarino, e de junho a outubro utilizando cana-de-açúcar. As lavouras de sorgo sacarino do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo (CNPMS), da EMBRAPA, indicam a produção média de 40 t de colmos de sorgo com folhas por hectare, além de mais de 3 t de grãos no corte e entre 1,5 a 2 t de grãos na rebrota. O colmo da rebrota pode ser utilizado para silagem ou fenação. A microdestilaria do CNPMS vem funcionando desde 1981 e tem alcançado 40 litros de etanol por tonelada de colmo de sorgo sacarino.

A Tabela 3 apresenta a análise econômica de custos e receitas de um estabelecimento rural que utilize 40 hectares com sorgo sacarino, produzindo entre março e maio cerca de 64.000 litros de etanol. O custo de produção por hectare, para a safra que inicia em março de 1983, foi calculado em Cr\$ 80.000,00 por hectare, ou seja, Cr\$ 2.000,00 por tonelada de colmo com a panícula. O preço do grão obtido da panícula foi estimado para fevereiro de 1983 em Cr\$ 1.800,00 por saco de 60 kg (Cr\$ 30.000,00/tonelada). O custo do litro de álcool de sorgo sacarino foi estimado em Cr\$ 70,00 de acordo com dados da microdestilaria do CNPMS, com base no seu funcionamento durante oito meses (três meses com sorgo sacarino e cinco com cana-de-açúcar). Considerou-se a venda de todo o álcool a Cr\$ 87,77 (preço de São Paulo). Mais adiante será analisado o caso em que o produtor usará todo o álcool produzido.

A margem líquida de Cr\$ 52,14 por litro de álcool produzido e vendido, estimada na Tabela 3, indica a viabilidade econômica da produção de etanol para o pequeno produtor e abre perspectivas animadoras para um sistema energético a nível da propriedade rural.

TABELA 3 — Cálculo da margem líquida da exploração de 40 ha de Sorgo Sacarino para produção comercial de Álcool*

Custos e Receitas	Produção Total	Valores em Cr\$ de fev. de 1983	
		Unitário	Total
Custos de produção			
Sorgo Sacarino	1.600 t	2.000,00/t	3.200.000,00
Álcool	64.000 L	70,00/L	4.480.000,00
Custo Total	64.000 L	120,00/L	7.680.000,00
Receitas			
Grão de Sorgo	180 t	30.000,00/t	6.400.000,00
Álcool	64.000 L	87,77/L	5.617.280,00
Receita Total	64.000 L	172,14/L	11.017.280,00
Margem Líquida	64.000 L	52,14/L	3.337.280,00

* Produção de 64.000 l de álcool de sorgo sacarino, de março a maio, e de 375.000 l de álcool de cana-de-açúcar, de junho a outubro, na região Centro-Sul.

FONTE: Dados das pesquisas do PNP-ENERGIA — EMBRAPA.

A viabilidade da produção de etanol a partir da cana-de-açúcar vem sendo estudada intensamente nos últimos dois anos. Em 1981, a EMBRAPA publicou um trabalho sobre a viabilidade da microdestilaria com base nos resultados obtidos até aquele ano (Cruz et alii). Em 1982 a equipe técnica do PLANALSUCAR publicou uma análise detalhada de quatro sistemas de produção de etanol em microdestilarias. Os resultados econômicos dessa análise são sintetizados nas Tabelas 4 e 5.

As conclusões da análise são (Gemente et alii):

- Nenhuma das alternativas apresenta viabilidade caso se considere que a matéria-prima seja adquirida de terceiros, ao preço oficial da cana-de-açúcar;
- Trabalhando com cana própria, todas as alternativas apresentam viabilidade econômica, com exceção da alternativa I, que no entanto torna-se viável quando se considera para cálculo de receita o preço do álcool no posto de abastecimento;
- As demais alternativas (II, III, IV) apresentam viabilidade econômica mesmo utilizando-se para a composição da receita o preço do álcool pago ao produtor.

Esses resultados não incluíram no cálculo as condições mais favoráveis de financiamento do PROÁLCOOL (ver observação 3 na Tabela 5). Tampouco foi considerada a possibilidade de aproveitamento dos resíduos da cana-de-açúcar e de outros subprodutos para a alimentação de animais.

No Centro Nacional de Pesquisa de Gado de Corte (CNPGC), da EMBRAPA, vem-se pesquisando a utilização de ponta-de-cana na engorda de novilhos em confinamento. Dos primeiros resultados publicados, são apresentados na Tabela 6 alguns coeficientes técnicos e econômicos que demonstram a rentabilidade da produção integrada de energia e pecuária a nível da propriedade rural. Desse modo, pode-se acrescentar ao resultado líquido do uso dos resíduos da microdestilaria para o confinamento animal o resultado econômico da produção de álcool.

TABELA 4 — Resultados de Estudos de quatro alternativas tecnológicas para microdestilarias — Estimativas de produção e de custos — Novembro de 1981.

Alternativas	Moagem	Destilação	Produção	Turnos	Escala	Custo de
			(L/dia)	(h)	(L/h)	Produção ¹ (Cr\$/L)
I	Moenda de 1 terno	Coluna recheio	1.200	12	100	45,28
II	Moenda de 1 terno	Coluna recheio	2.500	24	100	37,68
III	Moenda de 2 ternos	Coluna bandeja	2.500	24	100	36,21
IV	Moenda de 2 ternos	Coluna bandeja	5.000	24	200	31,96

¹ O preço pago ao produtor era de Cr\$ 45,73/litro.

O preço do álcool na bomba de abastecimento era de Cr\$ 52,00/litro.

FONTE: Gemente et alii.

Para efetuar o cálculo em questão pode-se considerar uma destilaria de 2.500 litros (alternativa III, Tabela 4) que funcione com cana-de-açúcar por seis meses (junho a novembro), mas que tenha o confinamento acoplado de junho a setembro.

Para a produção de 2.500 litros de álcool/dia, com o coeficiente de Gemente et alii de 59 litros por toneladas de cana, são necessárias 43 toneladas de cana por dia. Tal quantidade de matéria-prima gera 8,6 t de ponta-de-cana por dia. Pelo resultado do consumo de ponta-de-cana no confinamento (Tabela 6), de 17,5 kg/cabeça-dia, poder-se-ia manter em confinamento 491 animais num espaço de 0,49 ha, numa área total de 104 ha de cultivo de cana.

TABELA 5 – Indicadores Econômicos para as Quatro alternativas tecnológicas da Tabela 4 para produção de álcool em microdestilarias – novembro de 1981.

Indicadores Econômicos	ALTERNATIVAS			
	I	II	III	IV
Taxa interna de retorno (%)	18,96	15,87	16,37	37,22
Relação Benefício/Custo	1,13	1,09	1,13	1,28
Ponto de Nivelamento (%)	49,07	54,72	54,10	30,20
Prazo de Retornos (anos)	6,00	6,75	6,50	3,75

Obs.: 1) Alternativa I – Auto-abastecimento.

2) Alternativa II, III e IV – Venda de álcool.

3) Cálculos com base em recursos próprios, sem financiamento do PROÁLCOOL. Quando se considerou o financiamento PROÁLCOOL para a alternativa III, foi encontrado uma taxa interna de retorno de 33,83%.

FONTE: Gemente et alii.

TABELA 6 – Indicadores técnicos e econômicos de dois sistemas de engorda de bovinos em confinamento com subproduto de microdestilaria – 1981. (Preços em Cr\$ de dezembro de 1982).

Variáveis por cabeça de bovino	Tratamentos	
	A	B
Peso Médio Inicial (kg)	336,0	336,0
Peso Médio Final (kg)	407,2	421,1
Ganho Médio Total (kg)	71,5	85,4
Ganho Médio Diário (kg)	0,596	0,712
Consumo Médio de Cana (kg)	17,1	15,9
Consumo Médio de Panícula de Sorgo (kg)	4,0	6,0
Gasto Operacional (Cr\$)	51.751,47	57.060,90
Receita de Venda (Cr\$ 4.200,00 por Arroba de Carcaça)	60.396,00	63.294,40
Margem Bruta (Cr\$)	8.744,53	6.233,50
Depreciação e Custos Financeiros (Cr\$)	3.164,00	3.164,00
Margem Líquida (Cr\$)	5.480,53	3.069,50

FONTE dos dados básicos: CNPGC da EMBRAPA.

A Tabela 7 apresenta um resumo dos resultados econômicos que se podem esperar da exploração proposta, sob duas hipóteses distintas. Na hipótese A o álcool produzido é todo valorizado ao preço de bomba de abastecimento, o que equivale considerar apenas o auto-abastecimento. Na hipótese B considerou-se que metade do álcool seria usada na fazenda e metade seria vendido ao preço fixado pelo IAA.

O custo de implantação da microdestilaria da alternativa III foi estimado em Cr\$ 30.000.000,00 (fevereiro de 1983) e o custo total de produção anual em Cr\$ 30.264.286,00. Assim, o custo por litro de álcool foi calculado em Cr\$ 67,25. Sendo o preço pago ao produtor de São Paulo Cr\$ 87,77 por litro de álcool, a margem de “lucro” é de Cr\$ 20,52 por litro, caso o produtor comercialize sua produção. No caso de auto-consumo, o produtor deixa de gastar Cr\$ 30,75 por litro de álcool, devido à diferença do custo de produção e do preço pago no posto de abastecimento. Esse auto-consumo é conhecido em Administração Rural como “privilégio”, e a margem pode ser denominada de “renda de oportunidade”, ou seja, o que o produtor deixa de gastar ao consumir seu próprio produto.

Como se observa na Tabela 7, o aproveitamento de subprodutos causa considerável impacto nas rendas anuais e na capacidade de pagamento de financiamentos.

Por outro lado, não pode passar despercebido um aspecto que apresenta um impacto político extremamente favorável: tanto no exemplo da produção de grãos de sorgo sacarino quanto no confinamento acoplado à microdestilaria, houve uma perfeita integração entre a produção de alimentos e a “produção de energia”. No caso do confinamento, o abate das 491 cabeças proporciona 106 toneladas de carne, colocadas no mercado com pelo menos um ano de avanço em relação aos sistemas tradicionais de exploração. Outro indicador da potencialidade do sistema em questão é a criação em confinamento de 491 cabeças em pouco menos de 0,5 ha. No sistema tradicional, o mesmo rebanho ocuparia pelo menos 400 ha. E ainda se destaca a ocupação da mão-de-obra: como o pico da colheita de cana-de-açúcar ocorre na entressafra das culturas de verão, é possível regularizar o emprego da força-de-trabalho.

TABELA 7 — Resultados econômicos da Produção de álcool e aproveitamento dos subprodutos para confinamento animal, sob duas hipótese — Cr\$ de dezembro de 1982.

VARIÁVEIS	HIPÓTESE A (100% de auto-consumo)	HIPÓTESE B (50% de auto-consumo)
Produção de Álcool (litro)	450.000	450.000
Renda do Álcool (Cr\$)		
— Venda (margem de Cr\$ 20,52 p/litro)	0	4.617.000
— Auto-Consumo (margem de Cr\$ 30,75 p/litro)	13.837.500	6.918.750
— Renda Total do Álcool (Cr\$)	13.837.500	11.535.750
Margem Líquida do Confinamento		
— 491 animais x Cr\$ 5.480,53	2.690.940	2.690.940
Renda Total (Cr\$)	16.528.440	14.226.690

Fonte dos dados básicos: Tabelas 4, 5, 6 e pesquisas da EMBRAPA.

Deve-se salientar ainda que não foram valorizados o bagaço excedente, a vinhaça ou o esterco. Quanto ao bagaço, pesquisas em andamento no CNPGC em 1982 indicam que a mistura de até 20% de bagaço de cana-de-açúcar à ponta-de-cana não causaram decréscimos sensíveis no ganho de peso dos animais. Se confirmado, esse resultado permitirá aumentar em 20% o número de cabeças confinadas e ao mesmo tempo reduzir em pouco menos de 20% o custo da ração (uma vez que a ponta-de-cana tem um custo de oportunidade muito mais elevado do que o bagaço excedente). Para a vinhaça e o esterco bovino, ainda não estão disponíveis os respectivos valores para aproveitamento nesse tipo de sistema integrado.

É evidente que o modelo que serviu como base para raciocínio não é o modelo de auto-suprimento energético que deve ser considerado como padrão ou paradigma. Uma das grandes vantagens deste tipo de sistema é a possibilidade de integrá-lo adequadamente às atividades das propriedades. Assim, nem todos os modelos propostos apresentam microdestilarias. Alguns contam com elementos de destaque, como tratores e secadores a gasogênio. Para outras propriedades menores, um biodigestor é o equipamento que auxilia na produção agrícola e na energização.

5. SISTEMAS DE AUTO-SUPRIMENTO ENERGÉTICO DA EMBRAPA

Alguns sistemas de produção integrada de agropecuária e bioenergia estão sendo desenvolvidos pela EMBRAPA. Esses sistemas devem atender as características regionais diversas e servir para atividades de pesquisa e de demonstração.

Na Tabela 8 são apresentados os sete sistemas em desenvolvimento, que envolvem diversas instituições e contam com o apoio financeiro do Programa de Mobilização Energética da SEPLAN (EMBRAPA, 1983).

TABELA 8 – Sistemas de auto-suprimento energético desenvolvidos pela EMBRAPA.

TÍTULO	UNIDADE EXECUTORA
Sistema do CNP-Milho e Sorgo	CNPMS/EMBRAPA e EPAMIG/MG
Sistema do CNP-Gado de Corte	CNPGC/EMBRAPA
Sistema de UEPAE/Pelotas	UEPAE/Pelotas/EMBRAPA
Sistema de UEPAE/Aracajú	UEPAE/Aracarú/EMBRAPA
Sistema de UEPAE/Manaus	UEPAE/Manaus/EMBRAPA
Sistema do CNP-Gado de Leite	CNPGL/EMBRAPA
Sistema do CNP-Arroz e Feijão	CNPAF/EMBRAPA, IPT/SP e IBDF/M. AGRICULTURA

FONTE: EMBRAPA/PNPE – 1982.

A avaliação e análise do desempenho desses sistemas baseia-se em estudos dos seguintes fatores:

- produtividade das culturas alimentares antes e depois do sistema;
- produtividade das culturas energéticas;
- quantidade e energia dos insumos;

- quantidade, qualidade e ocupação de mão-de-obra antes e depois do sistema;
- eficiência das transformações:
 - de biomassa em álcool;
 - de lenha em carvão vegetal;
 - de álcool, lenha e carvão vegetal em calor e trabalho útil;
 - de rações em carne;
- qualidade e quantidade de subprodutos;
- consumo de água e energia elétrica antes e depois do sistema;
- custo de insumos, mão-de-obra e capital;
- preços de produtos, custos de oportunidade;
- custos de equipamentos e sistemas;
- taxas de depreciação e manutenção;
- condições dos financiamentos;
- custos de tecnologia e treinamento;
- energia intrínseca de máquinas e equipamentos;
- energia de custos de transporte;
- modificações dos sistemas de produção devido à implantação dos sistemas energéticos.

A seguir é apresentada uma breve descrição de dois desses sistemas.

5.1 – Sistema do Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo – CNPMS

Este sistema está em funcionamento há dois anos no CNPMS, em Sete Lagoas (MG).

O esquema completo do sistema é apresentado na Figura 2, com os seguintes componentes e atividades:

- lavouras de milho, sorgo granífero e soja;
- lavouras de cana-de-açúcar e sorgo sacarino, para produção de álcool;
- microdestilaria para 100 litros de álcool por hora;
- biodigestor de campânula móvel, tipo indiano, com capacidade de 220 m³ de biomassa, alimentado com bagaço pré-tratado e vinhaça;
- utilização de tratores a álcool nas atividades normais de pesquisa, na produção de biomassas energéticas e na produção de alimentos;
- aplicação do biofertilizante nas lavouras já citadas;
- geração de eletricidade em motor-gerador acionado a biogás ou a álcool.

Está em curso a avaliação econômica e energética do sistema. Em 1982, conseguiu-se determinar a maior parte dos coeficientes relativos à produção de álcool a partir de cana-de-açúcar e sorgo sacarino, à utilização dos subprodutos no biodigestor (com apenas um tipo de pré-tratamento do bagaço) e ao acionamento de tratores a álcool.

Pretende-se ainda introduzir outro elemento no sistema que tem um interesse apreciável para a região de Minas Gerais: a piscicultura com a utilização do efluente do biodigestor como principal componente da dieta animal. Os trabalhos serão desenvolvidos em conjunto com a Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), que vem pesquisando técnicas de piscicultura de água doce. O efluente do biodigestor, dependendo dos tratamentos a que for submetido, pode

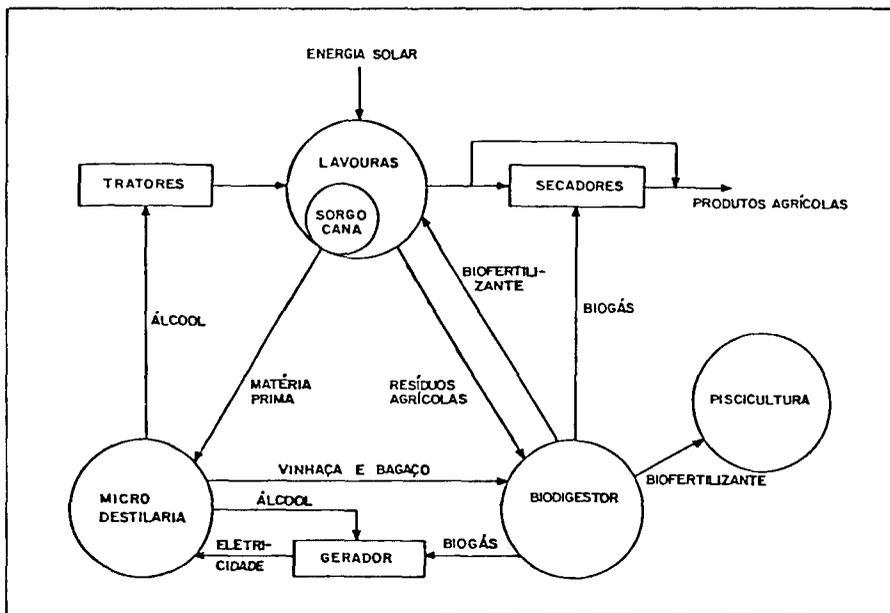


FIGURA 2 – Esquema do Sistema Rural de Bionergia do CNP – Milho e Sorgo.

conter de 14,0% (simples filtração e secagem solar) a 23% (centrifugação e secagem solar) de proteína bruta (Prakasan et alii), além de outros nutrientes orgânicos e minerais. A piscicultura acoplada à produção de combustíveis será mais uma oportunidade de aumentar a renda do produtor e a oferta de alimentos.

5.2 – Sistema de Auto-Suprimento Energético do Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão – CNPAF

O CNPAF, em Goiânia, está situado em região típica de cerrado, com fazendas dedicadas à exploração pecuária extensiva, e cultivos de arroz, feijão e milho. Mais recentemente, estão sendo introduzidas culturas de soja e de trigo irrigado.

A irrigação é o fator mais importante para a concepção de um bom sistema de produção, a fim de garantir as safras de verão (evitando o veranico) e conseguir uma segunda colheita no início do inverno. O Centro tem 50 ha de cana-de-açúcar e 15 ha de sorgo sacarino que produzem a matéria-prima para uma microdestilaria de 100 litros/hora que vem funcionando em turno de 16 horas diárias. A área plantada em 1982 foi de 270 ha irrigados, em lavouras de arroz, caupi, trigo, guandu e crotalária, com produtividade 1.880 a 2.000 kg/ha para o feijão e de 4.000 kg/ha para o arroz irrigado. Instalou-se nesse ano um conjunto moto-bomba de irrigação, acionado com gasogênio a carvão, para irrigar uma área de aproximadamente 25 ha. Os resultados preliminares são promissores, necessitando aperfeiçoamento no equipamento de gasogênio em testes.

Assim, os projetos de auto-suprimento energético do CNPAF se apoiam nas seguintes atividades:

- lavouras de cana-de-açúcar e sorgo sacarino para produção de álcool;
- microdestilaria para produção de 100 litros de álcool/ha;
- biodigestor para vinhaça, tipo fluxo ascendente;
- gerador de energia elétrica, acionado a álcool e a biogás;
- peletização ou briquetagem de bagaço excedente e resíduos agrícolas para utilização em gasogênio;
- utilização de tratores e bombas de irrigação a álcool e a gasogênio;
- utilização de secadores agrícolas com pré-secagem a energia solar e finalização a álcool ou gasogênio;
- aplicação de biofertilizantes nas lavouras.

O biodigestor de vinhaça, no sistema de fluxo ascendente, será instalado com a assessoria do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo – IPT. Na peletização de bagaço de cana, será utilizada a assessoria do Laboratório de Produtos Florestais do IBDF, aproveitando sua experiência com colas para madeiras e aglomerantes, que desenvolverá pesquisas para encontrar substâncias naturais que sejam ao mesmo tempo aglutinantes e oxidantes. Espera-se com isso resolver o problema dos finos do carvão vegetal que vêm causando entupimentos e mau funcionamento nos gasogênios em uso.

A Figura 3 apresenta um balanço material simplificado de produção de álcool e peletes de bagaço em microdestilarias. Observa-se que cada tonelada de cana-de-açúcar produz 55 litros de álcool e cerca de 0,12 t de peletes de bagaço. Os dois insumos energéticos têm potencial de substituição do óleo diesel da mesma ordem de grandeza. Já está comprovado experimentalmente que um litro de óleo diesel é substituído em atividades agrícolas por 1,5 litros de álcool. Assim, os 55 litros de álcool representam a substituição de 37 litros de óleo diesel. Por outro lado, os peletes de bagaço têm poder calorífico de 3.500 Kcal/kg e supõe-se (ainda sem comprovação experimental) que a sua utilização possa ser efetuada com eficiência de combustão de 70% em gasogênio para tratores, bombas, secadores e outros equipamentos. Com estes valores, os 120 kg de peletes de bagaço podem substituir cerca de 30 litros de óleo diesel ou combustível (Gorgatti Neto e Sousa Dias).

Uma informação adicional refere-se à utilização da vinhaça em biodigestores. A partir de 1 t de cana-de-açúcar, obtêm-se 9,0 m³ de biogás que, queimados no gerador de eletricidade, geram a eletricidade necessária para acionar a microdestilaria e ainda fornecer um excedente para utilização na peletizadora. Noutras palavras, esse sistema tem potencial de produzir 67 litros equivalentes de diesel e 0,72 m³ de biofertilizantes por tonelada de cana-de-açúcar.

6. PESQUISA EM MODELAGEM DE AUTO-SUPRIMENTO ENERGÉTICO

Pela descrição dos sistemas que estão sendo desenvolvidos sob a coordenação da EMBRAPA, evidenciou-se a grande variedade de opções energéticas que podem ser transferidas, mediante pesquisas, aos produtores rurais. Contudo, é preciso selecionar aquelas alternativas, comprovadas tecnicamente, que apresentem as melhores soluções econômicas a nível da propriedade agrícola.

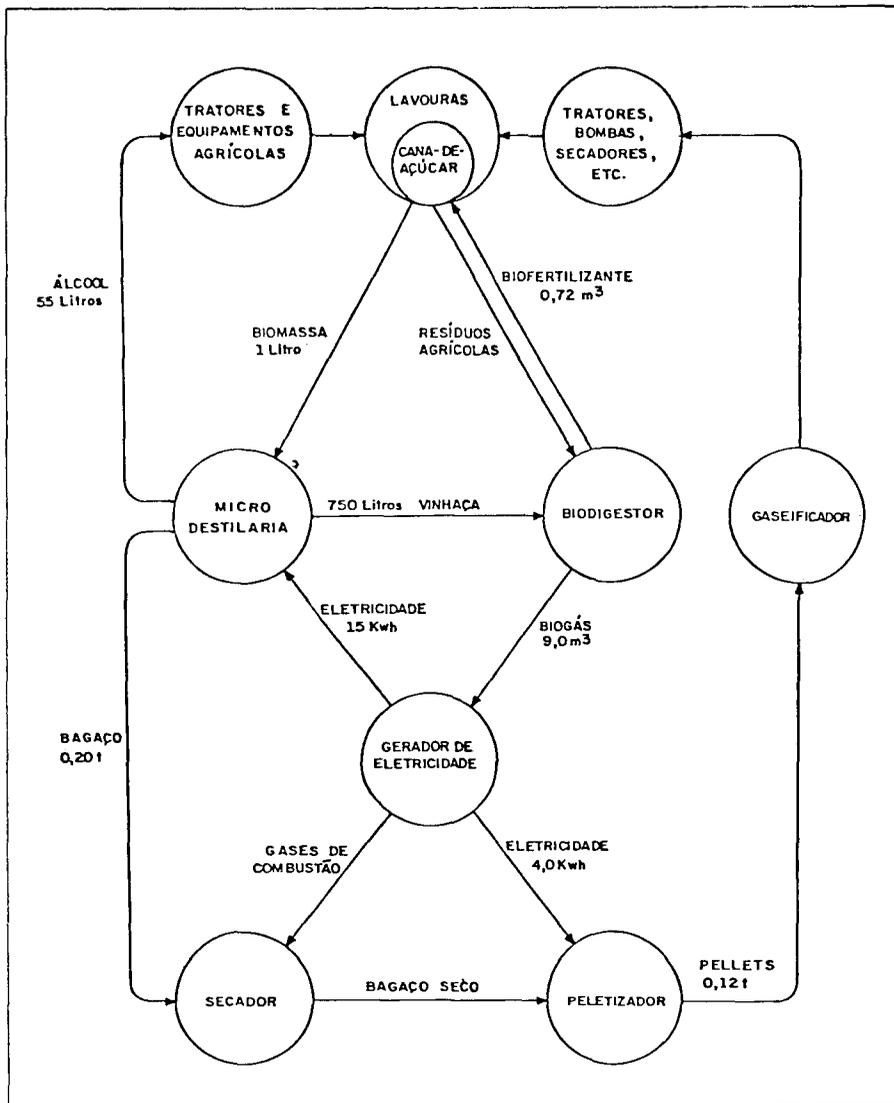


FIGURA 3 – Balanço Material e Energético para um Sistema Rural de Bioenergia.

Usando-se os coeficientes que vão sendo obtidos pelas atividades de pesquisa dos sistemas de auto-suprimento energético, procura-se desenvolver sistemas de produção a nível da propriedade rural. Empregando-se modelos matemáticos, analisa-se o efeito dessas alternativas energéticas sobre a produção e uso de energia, a produção de alimentos e outros produtos, o nível de renda e de emprego e a rentabilidade do estabelecimento rural.

A modelagem de sistemas ao nível de empresa agrícola poderá indicar se uma opção energética vai de encontro aos objetivos dos empresários agrícolas e, portanto, se eles terão alta probabilidade de adotá-la rapidamente. Portanto, para avaliar o impacto de uma opção energética sobre a empresa agrícola e a sua conformidade com os objetivos do empresário, pode-se usar um procedimento de análise em que a empresa é considerada como um sistema. Simula-se a substituição ou alteração de partes deste sistema pela nova opção energética, ou então o acréscimo de partes ao sistema (como um biodigestor), e verifica-se o impacto sobre as variáveis de interesse, incluindo o valor da função-objetivo do empresário. Os modelos de análise utilizados podem maximizar a função-objetivo do empresário agrícola e considerar as restrições impostas pelas condições externas à unidade produtiva.

O pressuposto na análise do sistema é que os empresários agrícolas que enfrentarem situações idênticas às consideradas procederão da "maneira ótima" indicada pelo modelo. A análise de sistema pretende prever o que ocorrerá na prática quando a alternativa energética se tornar disponível aos empresários agrícolas. Desse modo verificar-se-ão as opções energéticas mais promissoras para a empresa agrícola na área de biomassa para energia, ou seja, as que teriam efeitos favoráveis sobre as variáveis de seu interesse. Essas alternativas receberão ênfase na pesquisa, dependendo das condições internas e externas que afetam cada empresa rural.

As condições internas à empresa são a disponibilidade de recursos de diferentes tipos, como o solo, máquinas e as linhas de exploração atualmente existentes na empresa. As condições externas à empresa incluem o clima, a legislação, as instituições, os preços, a política agrícola e a tecnologia posta à disposição do empresário.

Devido à diversidade de sistemas entre as empresas agrícolas, a seleção das alternativas energéticas mais promissoras, em termos de volume de benefícios e rapidez com que sejam geradas, deve ser feita com base em vários sistemas. Portanto, a EMBRAPA (1982) está trabalhando junto com algumas universidades na modelagem de sistemas que atendam diversas regiões do país. Para a região sul, o Instituto de Estudos e Pesquisas Econômicas da UFRGS está modelando sistemas a nível de propriedade, cooperativa e comunidade. Os primeiros resultados a nível de propriedade sugerem que a microdestilaria baseada em sorgo sacarino e cana é viável com o aproveitamento dos subprodutos da fabricação do álcool.

Em São Paulo há convênio com a Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ) em Piracicaba. A modelagem a nível de propriedade indica que, se os juros do PROÁLCOOL forem acessíveis também para as microdestilarias, então a microdestilaria se viabilizará a nível de propriedade, mesmo sem venda de álcool, desde que haja aproveitamento de subprodutos (como vinhaça e grão de sorgo) na propriedade. Alguns destes resultados serão apresentados logo a seguir. A ESALQ e a EMBRAPA já iniciaram preparativos para uma modelagem a nível de propriedade para a região dos Cerrados.

6.1 – Resultados de uma Modelagem de Propriedade Agrícola na Região de Campinas

Nessa modelagem foi desenvolvido um modelo multiperiódico de programação com números inteiros, com tempo medido como variável discreta. Simulava-se o comportamento de um agricultor hipotético da região de Campinas-SP face a possibilidades alternativas de uso de energia, dentro do contexto de suas atividades agrícolas usuais.

O horizonte de planejamento considerado foi de dez anos, sendo que os investimentos correspondentes ao uso de formas não-convencionais de energia microdestilaria, biodigestor com gerador de eletricidade e aquisição de tratores a álcool – só puderam ser feitos no primeiro ano. A microdestilaria, com capacidade de até 2.000 litros de álcool/ dia, e o biodigestor com o gerador de eletricidade foram atividades que só puderam tomar valores inteiros². Foi previsto o aproveitamento do vinhoto da microdestilaria para as lavouras, bem como o biofertilizante do biodigestor. Como resíduo da cultura de sorgo sacarino foi tomada a produção e venda de grãos, a preços 80% dos previstos para o milho.

O modelo, que incorporou uma expectativa inflacionária de 80% ao ano, considerou somente duas tecnologias para cada cultura – adubação química e a metade da dose da adubação química mais adubação orgânica. A empresa tem uma área explorável de cerca de 1.000 ha, dos quais 366 ha próprios para cultivos intensivos e os demais podendo ser utilizados somente como pastagens naturais. As culturas de cana-de-açúcar, milho, algodão, sorgo e soja, além de explorações de engorda de frangos, engorda de bovinos (confinados) e criação e recria de bovinos em pastagens naturais, foram as atividades de produção consideradas. As tecnologias escolhidas foram, em geral, as que participavam dos planos ótimos para uma empresa obtidos de um modelo de programação linear (em condições de risco) de curto prazo, semelhante ao descrito em Azevedo e Peres.

O modelo considerou, desagregadamente, cada um dos quatro primeiros anos do horizonte de planejamento e pressupõe que do quinto ao décimo ano tenha sido atingida a estabilidade anual das diversas atividades. O ano agrícola foi, por sua vez, subdividido em trimestres. Assim, a determinação da solução ótima pode ser feita a cada ano, com um horizonte de planejamento de dez anos. No ano seguinte, novas informações podem ser incorporadas, determinando a nova solução ótima. O modelo pode, portanto, ser aplicado de maneira recursiva. Com isso é possível atualizar anualmente certos coeficientes, de modo que se incorporem progressos tecnológicos.

Os resultados são baseados em seis cenários distintos que levam em conta diferentes opções que interessam ao agricultor. Os cenários são estes:

1. Investimento no sistema de energia (microdestilaria e biodigestor) com aproveitamento dos subprodutos, com opção de aplicação de recursos no “open-market” para diminuir a ociosidade do dinheiro, e com possibilidade de venda de álcool.

2. Ausência de sistema de energia e seus subprodutos, mas com opção de aplicação de dinheiro no open.

² Isto é, ou se implanta o equipamento com essa capacidade ou não se implanta nada, pois não se permite implantar uma fração dele.

3. Investimento no sistema de energia, com opção de open, mas sem a venda de álcool. Isso pode ser devido ao possível desinteresse em utilizar o sistema de energia para fins comerciais.

4. Investimento no sistema de energia, sem opção de aplicação no open, com venda de álcool permitida.

5. Ausência do sistema de energia, e sem opção de open. Essa é a situação dos agricultores ditos tradicionais, que não se interessam ou não estão a par da opção do mercado aberto.

6. Investimento em sistema de energia, sem opção de open e sem venda de álcool.

A título de ilustração, a Tabela 9 mostra os resultados para os cenários 1 e 2, detalhando ano a ano os níveis das alternativas mais importantes da propriedade. Por razões de espaço foram omitidos os níveis de atividades que entraram na solução, mas que são consideradas auxiliares, tais como pagamento de mão-de-obra nos diversos períodos, aluguel de tratores, e assim por diante.

Observe-se que, na ausência do sistema de energia, há inicialmente apenas adubação química. Porém, à medida que o adubo orgânico se torna disponível (a parte não utilizada para o algodão), passa a predominar o cultivo de milho com metade da adubação do tipo orgânico. Com o sistema de energia, o milho passa a ser substituído por sorgo, pois este serve tanto para a produção de álcool como para a venda de grãos. Observe-se que a propriedade tem a sua venda líquida aumentada (em termos de valor presente) com o sistema energético, uma vez que se presume que o álcool produzido pode ser vendido em parte ou em todo.

A Tabela 10 apresenta o resumo geral dos resultados, tendo em vista os últimos 5 anos (estabilidade) da propriedade. As duas primeiras colunas repetem os resultados da Tabela 9, para fins de comparação. Veja-se que no terceiro cenário (sem venda de álcool) a renda da propriedade cai abaixo do nível encontrado no cenário dois. Isso significa que a venda de álcool tem papel importante na rentabilidade do sistema de energia. Esse fato é enfatizado pelo subsídio dado ao óleo diesel, cujo preço, relativamente ao do álcool produzido, faz com que seja mais vantajoso ao proprietário vender todo o álcool produzido e comprar diesel. Essa indicação do modelo, que é resultado de distorções na política de subsídios, mostra o que o agricultor deveria fazer para maximizar sua renda com os preços de mercado vigentes hoje. Isso não significa que seja a melhor opção do ponto de vista da sociedade. O fato de que os resultados apontam distorções sugere possíveis opções de política do governo. Se o preço do óleo diesel fosse mais caro, certamente o agricultor utilizaria parte do álcool produzido, ou, mediante análise adicional, pode-se determinar qual o preço do diesel que torne desvantajosa para o agricultor a sua aquisição e este passe a utilizar exclusivamente álcool próprio.

TABELA 9 – Síntese dos Cenários um e dois, detalhados ano a ano. Modelagem para uma fazenda hipotética na região de Campinas, SP. Outubro de 1982.

Atividade	Ano/Cenário		1º ano (1980/81)		2º Ano		3º Ano		4º Ano		5º ao 10º Ano- Estabilidade	
	Tipo de adubação		Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois
Milho	Química			97,4	1,6	99,7						
(ha)	1/2 Química					21,5		121,8		97,4		120,7
Algodão	Química											
(ha)	1/2 Química		193,2	243,6	230,7	243,6	230,7	243,6	230,7	243,6	242,2	243,0
Soja	Química											
(ha)	1/2 Química		42,9									
Cana	Química											
(ha)	1/2 Química		11,8	0,7	8,2							1,4
Sorgo	Química											
(ha)	1/2 Química		118,1	24,4	113,8	0,6	115,3		115,3	24,4	121,1	0,8
Conf. Bov. (25 Cab.)	–		6,0	6,0	6,0	6,0	3,7	3,5	–	–	6,0	6,0
Bov. Ext. (Unid. Vacas)	–		148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3
Aves (1.000 Unid.)	–		22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Prod. Álcool (100 L)	–		290	–	1.314		1.280	–	1.469	–	972	–
Compra Diesel (100 L)	–		575	471	919	464	1.105	586	708	350	788	465

Valor presente da renda líquida (1.000 Cr\$) Cenário um: 131.500

Cenário dois: 126.707

TABELA 10 – Resumo geral dos resultados do Plano da Fazenda para o 5º ao 10º ano sob seis cenários.
(Zero = Sem; U.M. = Com). Campinas, SP. Outubro de 1982.

CENÁRIO			UM				DOIS				TRÊS				QUATRO				CINCO				SEIS			
			M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V
ATIVIDADE	ALTERNATIVAS																									
	TIPO DE ADUB.	Unid.	1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
MILHO	Q	ha																								
MILHO	1/2 Q	ha							120				100								120					100
ALGODÃO	Q	ha																								
ALGODÃO	1/2 Q	ha				242			243				243					242			242					242
SOJA	Q	ha																								
SOJA	1/2 Q	ha																								
CANA	Q	ha																								
CANA	1/2 Q	ha								1				1								1				1
SORGO	Q	ha																								
SORGO	1/2 Q	ha				121								20				121								20
CONFIN. BOVINOS	(25 cab.)					6				6				6				6				6				6
BOVIN. EXTENSIVA	(cab.)					148				148				148				148				148				148
AVES	(1.000)					22				22				22				22				22				22
PROD. ÁLCOOL	(100 L)					971				0				269				967				0				268
VENDA ÁLCOOL	(100 L)					971				0				0				967				0				0
VALOR DA FUNÇÃO OBJETIVO (1.000 Cr\$)			131.500				126.707				117.842				124.700				118.842				111.778			

M = MICRODESTILARIA
 B = BIODIGESTOR
 O = OPEN MARKET DISPONÍVEL
 V = VENDA DE ÁLCOOL PERMITIDA

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZEVEDO Fº, PERES; F.C. Competitividade da cultura da soja em uma empresa da região de Campinas, SP. A ser publicado na Pesquisa Agropecuária Brasileira EMBRAPA – DID. 1982. 18 p.
- BRANDINI, A. Tecnologia e energia alternativa na agricultura brasileira. Projeto: Secagem e Armazenamento de grãos. Documento Interno. EMBRAPA, Brasília, Setembro de 1982. 26 p.
- CRUZ, E.R.; RICHTER, H.V.; SOUZA DIAS, J.M.C.; GORGATTI NETO, A. & BRANDINI, A. Rentabilidade potencial de microusinas de álcool a partir de cana-de-açúcar: um estudo preliminar. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, 15(4): 365–378, outubro, 1980.
- EMBRAPA. Projeto PME – 1983. Vol. II. Brasília, Outubro de 1982. 347 p.
- EMBRAPA. Modelagem de sistemas de auto-suprimento energético na agricultura. Circular Técnica do Departamento de Diretrizes e Métodos – DDM. Brasília, novembro de 1982. 6 p.
- EMBRAPA. Diretoria Executiva. Programa Nacional de Pesquisa de Energia. EMBRAPA – DID, Brasília, 1981. 188 p.
- THIAGO, L.R.L. de S.; DA SILVA, J.M.; PAIM COSTA, F.; CORRÊA, E.S. O uso da ponta de cana na engorda de novilhos em confinamento. Comunicado Técnico nº 9. CNPQC. EMBRAPA, Campo Grande, MS, março de 1982. 10 p.
- GEMENTE, A.C.; LOPES, C.M.; RUAS, D.G.G.; GERMEK, H.A.; OLIVEIRA, E.R. Microdestilaria: viabilidade técnico-econômica. Brasil Açucareiro, abril de 1982. Rio de Janeiro. pp. 25–72.

- GORGATTI NETTO, A.; SOUSA DIAS, J.M.C. Sistemas Rurais de Bioenergia. Trabalhos de Pesquisa e Desenvolvimento. Simpósio de Agroenergia no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 4 a 7 de maio de 1982. 20 p.**
- GORGATTI NETTO, A., As perspectivas da agroenergia no Brasil e o programa de pesquisa em energia da EMBRAPA. II Seminário Latino-Americano de Bioenergia. Curitiba, de 19 a 23 de outubro de 1981. 123 p.**
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. Coordenadoria Especial para o Fomento da Biomassa. Agroenergia: Diretrizes Setoriais. Brasília, 1981. 37 p.**
- MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA. Modelo Energético Brasileiro Versão II. Brasília, maio de 1981. 91 p.**
- PRAKASAN, K. et. alii. Produção de proteína microbiana a partir de efluente de biodigestor. In: Congresso Brasileiro de Energia, 2, Rio de Janeiro, 1981, pp. 393–404.**
- SEPLAN–CNPq. Ação Programada em Ciência e Tecnologia. Produção Vegetal. In: III Plano Básico de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Brasília, 1982.**

MODELAGEM DE SISTEMAS DE PRODUÇÃO E CONSUMO DE BIOENERGIA

Reinaldo I. Adams¹
Valter José Stülp¹
Vitório M. Varaschin²

RESUMO – A agricultura brasileira vem se adaptando às mudanças ocorridas nas relações de mercado dos produtos e insumos. A pesquisa está identificando novas tecnologias de produção especialmente na área de energia. As modelagens de sistemas a nível de propriedade rural visaram atender a uma necessidade de melhor conhecimento da viabilidade econômica dos resultados de pesquisa, bem como avaliar e identificar as lacunas de conhecimento ainda existentes para se completar o ciclo de pesquisa para implantação do sistema.

ABSTRACT – The Brazilian Agriculture is gradually adpting itself to the new market relationships for products and inputs. Research is identifying new technologies, specially on energy production and consumption. The systems modeling approach at the farm level is providing an instrument to evaluate the viability of these new technology as well as identifying a lack of knowledge within a complete system to make it viable for implementation.

INTRODUÇÃO

A pesquisa tecnológica na área de energia e agricultura tem avançado rapidamente. Os resultados têm apontado novos conhecimentos em diferentes áreas, sem contudo haver uma integração num sistema complexo. A modelagem de um sistema

¹ Professor Ph.D. do IEPE/UFRGS – Porto Alegre-RS.

² Técnico M.Sc. do IAPAR/Londrina, Paraná.

integrado, analisando num só modelo as várias alternativas de produção, tem mostrado os ganhos, as deficiências e as lacunas de pesquisa ainda existentes. Assim, a simulação de um sistema permite avaliar em primeiro lugar os avanços da tecnologia, bem como a economicidade e viabilidade dos novos processos tecnológicos propostos; em segundo lugar não só aponta os problemas remanescentes nesses processos, mas as lacunas de conhecimento e as necessidades de pesquisa para que o sistema possa funcionar como um todo; permite também avaliar: alternativas de aplicação dos processos; formas de uso integrado dos recursos; estrangulamentos de limites no uso e transferência dos recursos entre setores do sistema; e finalmente a ocorrência de perdas e mal aproveitamento intermediários de produtos.

A definição de um conjunto de alternativas por fontes e usos (Figura 1) facilita o processo de decisão sobre um sistema específico a estudar. De um lado está o conjunto de atividades de produção que pode ser introduzido num sistema integrado. No outro lado estão os diversos produtos gerados em cada atividade. A integração das alternativas permite a criação do sistema. Assim pode ser estudado o conjunto de alternativas apontadas, as células, e ainda podem ser selecionadas algumas opções que integradamente formam um conjunto para estudo.

OBJETIVO

O objetivo deste estudo foi o desenvolvimento de uma metodologia e de um programa de trabalho que permitisse analisar sistemas integrados de produção de energia e alimentos a nível de propriedade rural. Foi assim desenvolvido um modelo cujo objetivo foi o de analisar a viabilidade econômica de um sistema integrado de produção e consumo de energia numa empresa rural. Especificamente se pretendia avaliar a competitividade de uma microdestilaria e de um biodigestor aproveitando-se também os resíduos agrícolas para insumos energéticos e/ou alimentares.

MÉTODO

O sistema estudado foi assinalado na Figura nº 1. Entre as alternativas várias selecionaram-se aquelas que pareciam de imediato mais viáveis, e sobre as quais havia disponibilidade de coeficientes técnicos e econômicos.

Com esses dados preparou-se uma matriz multiperiódica de investimento para um período de 10 anos em que o elemento fundamental fosse a decisão de investir do empresário rural. Partiu-se dos seguintes pressupostos iniciais:

1. Todas as máquinas inicialmente eram movidas a óleo diesel, podendo gradativamente serem substituídas por máquinas a álcool;
2. O álcool não podia ser vendido, devendo ser todo consumido na empresa rural;
3. Não havia restrição de crédito nem de mão-de-obra bem treinada;
4. A destilaria funcionaria ininterruptamente enquanto houvesse cana e/ou sorgo sacarino. A capacidade da destilaria era de 100 litros por hora.

Por isso a produção de álcool estava ligada à troca de máquinas de óleo diesel para álcool. Daí a importância da decisão de investir na destilaria é na troca de máquinas. Para isso foi usado um sistema de tomada de decisão múltipla (vide

ATIVIDADES PRODUTOS E SUBPRODUTOS	ARROZ	FEIJÃO	SOJA	MILHO	SORGO	CANA-DE-AÇÚCAR	MANDIOCA	PECUÁRIA CORTE	PECUÁRIA LEITE	AVES	SUÍNOS	RAÇÕES	BIOGESTOR	MICRODESTILARIA	GERAÇÃO DE ENERGIA	COMBUSTÍVEL	BRIQUETES	SILAGEM	INSUMO AGRÍCOLA	CONSUMO FAMILIAR	VENDAS	USO DE TRATOR	USO DE AUTOMOTRIZ	FLORESTAMENTO
	ARROZ	*																			X	⊗		
FEIJÃO		°																		X	⊗			
SOJA			°																			⊗		
MILHO				°			X	X	X	X	X											⊗		
SORGO - GRÃO					°		X	X	X	X	X											⊗		
COLMO				°			X	X						⊗				X						
PONTAS					*		X	X										X						
REBROTE					*		X	X										X						
CANA - COLMO						°								⊗										
PONTAS						*	X	X										X						
MANDIOCA							*	X	X	X	X			⊗						X	X			
CARNE BOVINA							°	*												X	⊗			
LEITE								°												⊗	⊗			
AVES									*											X	X			
OVOS									*											X	X			
CARNE SUÍNOS									*											X	X			
ESTERCOS							°	*	*	*		°								°				
CAMA DE AVES									*		X								X		X			
RAÇÕES							X	X	X	X	*											X		
BIOFERTILIZANTE													°							⊗				
BIOGAS													°		X						⊗			
ÁLCOOL														°	X	⊗			X	X	X	⊗	⊗	
BAGAÇO											X	X	°	⊗	⊗		X	X						
VINHOTO												X	°						⊗					
BRIQUETES															X	X	*			X	X			
SILAGEM							X	X										*						
ELETRICIDADE											X	X		X	*		X			X	X			
PALHAS	*		*	*			X	X			X	X					X							
RAMA MANDIOCA							*	X	X	X								X						
FARINHA MANDIOCA							*				X									X	X	X		
OLEO DIESEL															⊗					X		⊗	⊗	
LENHA														X	X	X				X	X			*
CARVÃO VEGETAL																								X

* Fontes de produção x Usos alternativos ° ⊗ Situações Programadas

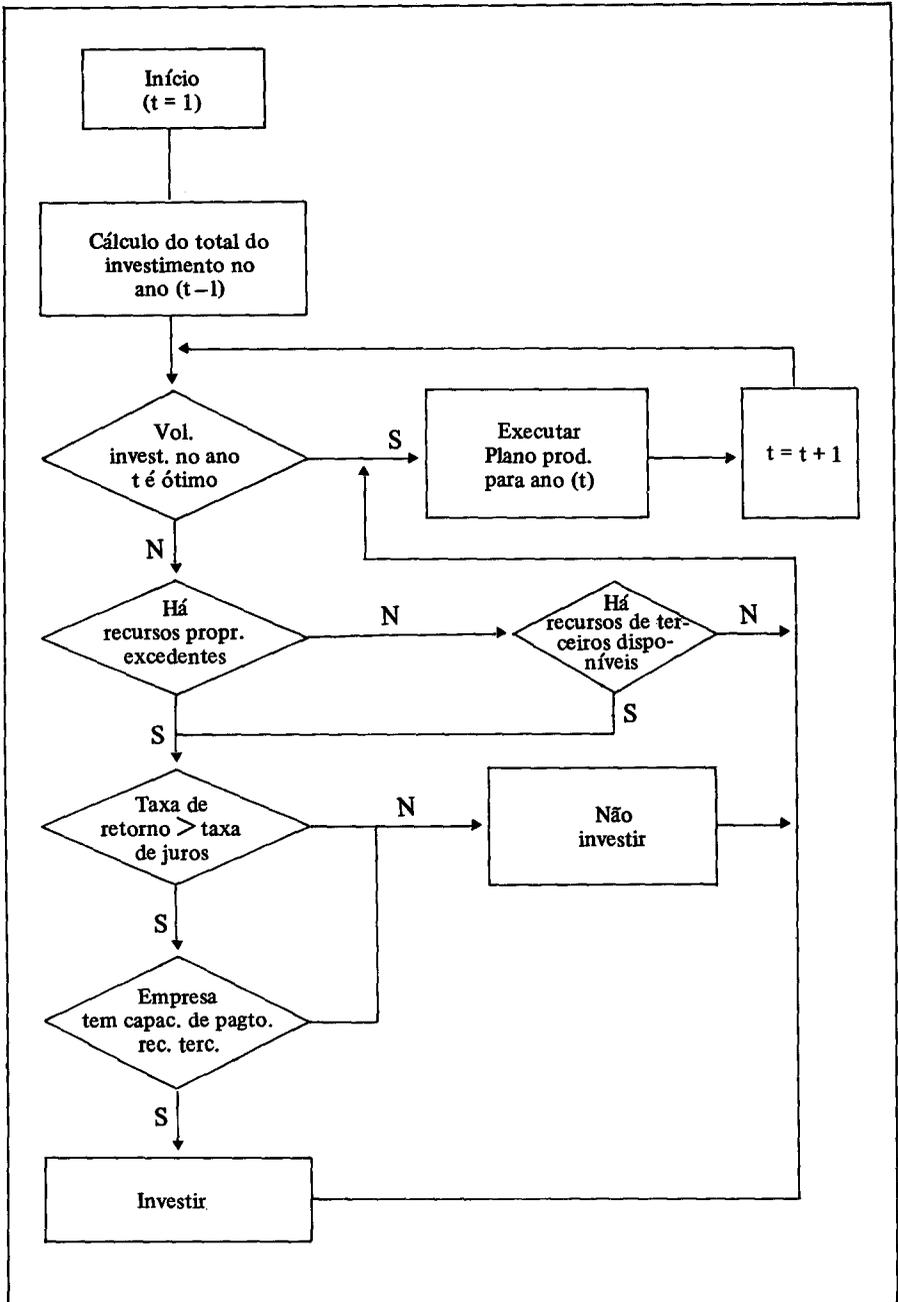


FIGURA 2 – Processo de decisão para análise de investimentos.

Figura 2), a fim de otimizar o investimento. Esse sistema foi ativado de ano para ano a fim de permitir que o investimento pudesse ocorrer em qualquer época do período analisado.

A função objetivo foi maximizar o valor presente dos lucros, ou seja, o máximo valor presente das receitas menos os custos da produção no período de 10 anos. A restrição básica foi a disponibilidade do fator terra que foi limitado em 500 hectares no verão e 500 hectares no inverno. Usou-se a função multiperódica de solução simultânea para melhor caracterizar a decisão de investimento do empresário a longo prazo. Para decisão de investir usaram-se variáveis discretas de opção de investimento. Foi considerada a seguinte disponibilidade inicial de recursos:

1. Trator	5 unidades	1220 horas/mês
2. Automotriz	2 unidades	480 horas/mês
3. Mão-de-obra		
a) Especializada	5 homens	900 horas/mês
b) Não especializada	5 homens	900 horas/mês
4. Capital de giro – Cr\$ 4.000.000.		
5. Investimento – Equipamentos Cr\$ 9.870.065.		

6. Terra verão	500 hectares
7. Terra inverno	500 hectares

O consumo de combustível foi assim atribuído:

1. Trator – álcool	14 litros/horas
diesel	8 litros/horas
2. Automotriz – álcool	16 litros/horas
diesel	10 litros/horas

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Identificaram-se desde o início vários custos de oportunidade que foram introduzidos na análise:

1. Para o processo de decisão do investimento o adicional foi necessário considerar:

- Outras oportunidades de investimento. Por isso se consideraram juros para o capital de 6% ao ano;
- Custo da depreciação e da manutenção do investimento;
- Vida útil do equipamento, que é variável, dependendo de cada tipo de máquina;

2. Na conversão das máquinas foi atribuído um custo adicional resultante desta conversão. Foi também avaliada a nova condição de vida útil dessas máquinas.

3. Preço do óleo diesel comprado versus o custo de produção do álcool por unidade de produto gerado. A eficiência do diesel para o álcool foi considerada de 1,6.

4. Custos de oportunidade do uso alternativo dos recursos seja para a produção de insumos usados na propriedade, seja para a produção de produtos vendidos a preço de mercado.

Algumas conclusões já podem ser identificadas:

1. A escala da destilaria é um fator de suma importância para a empresa rural. Em primeiro lugar, caso não seja permitida a venda de álcool a escala de

produção deve ser definida em função do consumo de álcool. Assim, a escala da destilaria é função das culturas plantadas, da tecnologia empregada e do tamanho da área cultivada.

Assumindo que um hectare de cana produza álcool suficiente para cultivar 30 hectares de outras culturas, com uso intensivo de mecanização, uma destilaria de 100 litros por hora usando cana e sorgo poderá produzir álcool para uma área cultivada total de 3.500 hectares.

Este tamanho de fazenda não é muito comum o que implica em relativamente poucos casos. Em segundo, sendo permitida a venda, será preciso ter o cuidado para evitar a monocultura, recaindo-se no mesmo problema das grandes destilarias. Sugere-se pois a criação de sistemas cooperativos de produção integrada em que uma destilaria pode fornecer o produto necessário para várias empresas rurais.

2. A relação atual de preço entre o óleo diesel e o álcool é altamente favorável ao diesel. Mesmo sendo o custo de produção do álcool igual ou até mais baixo que o produzido nas grandes destilarias, ainda assim não é competitivo com o óleo diesel, faltando pois estímulo para a implantação das microdestilarias, que no mínimo deveriam receber o mesmo tratamento preferencial de investimento das grandes destilarias.

3. Em alguns casos, com ótimo aproveitamento dos resíduos, em que o álcool passa a ser um subproduto no processo de produção, este já é competitivo. Neste caso o sorgo, aparentemente, é mais econômico que a cana-de-açúcar, pois há o aproveitamento do grão e do rebrote para alimento animal.

4. Cada caso é um sistema diferente dependendo das culturas e criações implantadas, da tecnologia empregada e do tamanho do empreendimento. O sistema integrado com a criação de animais num processo semi-intensivo se mostrou muito conveniente, maximizando o uso integrado de resíduos.

5. Ainda há muita incerteza quanto aos resultados por causa da falta de coeficientes técnicos, ou seja, são necessários maiores estudos na área tecnológica para se poder medir com maior precisão os resultados econômicos.

6. A aplicação dos sistemas integrados implica em conhecimentos na área de energia, bem como em conhecimentos no uso de resíduos. Isso significa a necessidade da implantação de um programa de treinamento do agricultor. Este programa poderia ser encabeçado pelas EMATERES. Caberia também a elaboração de roteiros e manuais para a orientação dos interessados na implantação de sistemas agroenergéticos.

7. Finalmente é importante avaliar a possibilidade de integração de outras fontes de energia, como pequenas quedas de água, energia solar, energia dos ventos, lenha, briquetes e biodigestores para completar os ciclos de conhecimento da aplicabilidade da produção e uso de energia na agricultura.

8. A microdestilaria se mostra viável com a venda do álcool excedente a nível de preço de mercado.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, Reinaldo I. – **Sistemas Integrados de Produção de Energia** – Seminário Riograndense de Bioenergia – Porto Alegre, 1982.
- ADAMS, Reinaldo I. – **The Brazilian Biomass Energy Program – On Energy – Food interface experiment.** 18º Congresso Internacional de Economia Rural – Jakart – Indonésia, 1982.
- ADAMS, Reinaldo I. – **Preço de Energia como Fator de Mudança no Processo de Desenvolvimento Rural e de Uso da Terra – Um Modelo Analítico – II Seminário de Planejamento do Cone Sul.** Publicado na Revista Brasileira de Planejamento (18.11.1981).
- ADAMS, Reinaldo I.; STULP, Valter J. & RICHTER, Humberto V. – **Integrated Bioenergy Production Systems – A Way to Approach the Food – Energy Interface** – Trabalho apresentado no Congresso Internacional “BIOMASS BERLIN”, 1982, e Publicado em Strub a. et al., “ENERGY FROM BIOMASS”, ad Applied Science Publ. London, 1982.
- PERES, F. C.; STULP, V. J. & CRUZ, E. R. – **Alternativa Energéticas para a Empresa Agrícola e a Análise de Sistemas.** 20ª Reunião da SOBER, Curitiba, 1982.
- SOUSA DIAS, J. N. C.; RICHTER, Humberto V. & YEGANIANZ, L. – **Implementation of Energy Self-Reliance in Agriculture. Brazilian Farm Bioenergy Systems** – 5º International Alcohol Fuel Technology Symposium. New Zealand, 1982.
- VARASCHIN, V. – **Microdestilaria: Uma Estratégia para o Desenvolvimento Rural** – Tese de Mestrado – IEPE/UFRGS, 1982.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DA PRODUÇÃO DE ÁLCOOL EM MICRODESTILARIAS A PARTIR DE SORGO SACARINO E CANA-DE-AÇÚCAR¹

*João Carlos Garcia**

RESUMO – Avaliação parcial do custo de produção de álcool em microdestilarias com uso de sorgo sacarino e de cana-de-açúcar. O álcool obtido a partir do sorgo sacarino apresentou um custo levemente inferior ao da cana-de-açúcar. Isto se deve à redução de cerca de 56% no custo de produção da matéria-prima proporcionado pela venda dos grãos de sorgo produzido. Ambos custos de produção foram inferiores ao preço de venda fixado pelo IAA para Minas Gerais.

Termos para indexação: álcool, microdestilaria, cana-de-açúcar, sorgo sacarino, custo de produção.

ECONOMIC EVALUATION OF ALCOHOL PRODUCTION FROM SWEET SORGHUM AND SUGARCANE IN MICRODISTILLERIES

ABSTRACT – Partial evaluation on the production cost of alcohol in microdistilleries, using sweet sorghum and sugarcane, showed that the alcohol obtained from sweet sorghum presented a slightly inferior production cost as compared to that from sugarcane. This is due to the grain produced by the sorghum that reduces the raw material charge by up to 56%. Both production cost were inferior to the price fixed by IAA (Brazilian Institute for Sugar and Alcohol) for purchases in the state of Minas Gerais.

Index Terms: Alcohol, microdistilleries, sugarcane, sweet sorghum, production cost.

¹ Trabalho desenvolvido no 2º semestre de 1982 para distribuição em cursos do CNP Milho e Sorgo e para atender a solicitação de informações de interessados em montar microdestilarias.

* Engº Agrº, D.Sc., Pesquisador do CNPMS/EMBRAPA, C.P. 151 – 35700 – Sete Lagoas-MG
CREA Nº

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A análise econômica de um empreendimento é especialmente útil sob dois aspectos: a) orienta as pessoas que ainda não estão na atividade, na decisão de investir; e b) auxilia na determinação de pontos onde o desempenho técnico deve ser melhorado, para que se obtenha maiores lucros.

O aproveitamento do sorgo sacarino em microdestilarias por exemplo, deve ser objeto deste tipo de análise. Isto por serem, o sorgo sacarino e a microdestilaria, atividades ainda em introdução no setor agrícola brasileiro, o que gera certa incerteza sobre seus resultados. Por outro lado, é necessário acompanhar o desempenho dos sistemas sorgo sacarino-destilarias já instalados, para verificar os ajustes necessários à melhoria desse desempenho.

O objetivo a que se propõe neste trabalho é realizar uma avaliação preliminar do custo de produção de álcool a partir de cana-de-açúcar e sorgo sacarino. Ela é preliminar no sentido de que as microdestilarias ainda estão em processo de evolução tecnológica, o mesmo ocorrendo com a cultura do sorgo sacarino. Desta forma, pode-se esperar que novos avanços da pesquisa possam afetar os custos de produção estimados. Por outro lado, pretende-se ter uma visão econômica de fatores que incidem em maior dimensão sobre os custos finais, de forma a levantar possíveis áreas que devam merecer a preocupação dos pesquisadores.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados da fase industrial foram obtidos na microdestilaria do CNP – Milho e Sorgo, durante o 1º semestre do ano de 1982. Para isto foram elaboradas fichas de acompanhamento diário de sua operação. Os dados da fase agrícola foram obtidos de fontes secundárias ou de plantios realizados no CNP – Milho e Sorgo. Os preços referem-se ao 2º trimestre de 1982, com exceção daqueles utilizados no cálculo do custo agrícola do sorgo sacarino, que são referentes aos meses de desemboço da safra 81/82.

Para o cálculo dos custos foi utilizado um método orçamentário, onde os investimentos são considerados com base nos valores de depreciação e de remuneração ao capital imobilizado. A diferença entre o custo de produção e o preço de venda remuneraria o fator administração e o capital de giro de curto prazo, visto que o investimento já estaria remunerado a uma taxa corrente de juros.

Os custos finais de produção foram comparados com o preço do álcool, fixado pelo IAA em Cr\$ 53,22/L, para a época e região (MG) a que se referem este estudo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Custos da Fase Agrícola

Os coeficientes técnicos para a cultura do sorgo sacarino não diferem consideravelmente dos de outras culturas. A maior diferença situa-se no gasto de mão-de-obra para corte, transporte dos colmos e para recolhimento das panículas (se realizado).

Com base nos coeficientes técnicos e nos preços dos fatores de produção pode-se estimar o dispêndio a ser realizado na cultura do sorgo sacarino. Na Tabela 1, estão os cálculos para a safra de 81/82.

Deve-se ressaltar nestes dados a importância dos grãos de sorgo recolhidos. Por um custo adicional de Cr\$ 5.600,00 (recolhimento de panículas, trilhagem e sacaria a preços de 81/82), seria possível a obtenção de cerca de 2.0 t de grãos, cujo preço mínimo em 1981/82 foi de Cr\$ 14,00/kg. Certamente é um fato a ser considerado por ocasião do planejamento da colheita. Entretanto, uma análise mais apurada é necessária, visto que o retardamento necessário para que os grãos atinjam um mínimo razoável de umidade pode implicar na redução da produção de álcool. Neste caso, o ponto de receita máxima será conseguido quando o valor do acréscimo na produção de grãos compensar a redução na produção de álcool.

O custo agrícola da cana-de-açúcar foi considerado como sendo 70% do valor fixado pelo IAA, vigente no período ao qual os cálculos se referem.

Investimentos e Depreciação

Considerou-se que uma microdestilaria como a Jo CNP – Milho e Sorgo teria seu custo no 2º trimestre de 1982, situado ao redor de Cr\$ 18.000.000,00 (aproximadamente 10.100 ORTN da época). Este custo pode variar entre destilarias em função do equipamento disponível e outras características. Por outro lado, deve-se ressaltar que este custo possivelmente poderá ser reduzido com o aumento na demanda por novas unidades e pelo estabelecimento de maior concorrência no mercado.

Para o cálculo da depreciação anual a maior incógnita refere-se à vida útil dos equipamentos. Gemente e outros (1982) fixaram esta vida em 15 anos para os equipamentos e 30 anos para as obras civis, enquanto da Cruz e Teixeira (1982) consideraram 15 anos como válido para todo o investimento. Qualquer período utilizado está sujeito a críticas com base no possível, e ainda não determinado, diferencial de duração dos equipamentos. Em nossos cálculos utilizaremos o período de 15 anos de vida útil, com um valor residual de 10% do investimento. Isto fornece uma taxa de depreciação anual de 6% a.a.

Mão-de-Obra

Para operar a destilaria do CNP – Milho e Sorgo, uma equipe de quatro pessoas tem se mostrado suficiente. Três deles cuidam dos serviços braçais (alimentação da moenda e da fomalha, descarga de bagaço, etc) e um outro atua como administrador, controlando o processo de fermentação e destilação. O salário mensal considerado para eles foi Cr\$ 20.000,00 para os braçais, e Cr\$ 40.000,00 para o administrador.

O total anual de salários mais encargos será imputado à destilaria em função do tempo que esta equipe estiver nela atuando. Para evitar problemas de treinamento, a equipe deve ser empregada em outra atividade na propriedade, durante a entressafra.

Os cálculos serão efetuados para uma microdestilaria operando com um turno de 8 horas, durante seis dias na semana. Durante o ano a microdestilaria processará

TABELA 1 – Estimativa do custo de produção de 1 ha da cultura de sorgo sacarina. Safra 81/82. Rendimento médio esperado 40 t de colmos + folhas e 2 t de grãos.

Operações	Coefficiente	Custo 81/82
01. Aração	2,5 h/tr	2.750,00
02. Gradagem (2x)	2,0 h/tr	2.200,00
03. Plantio/adubação	1,0 h/tr	1.100,00
04. Adubação em cobertura	1,0 h/tr	1.100,00
05. Capina Mecânica (2x)	2,0 h/tr	2.200,00
06. Aplicação de Inseticida	0,5 h/tr	550,00
07. Colheita Manual	14,0 d.hl	5.250,00
08. Recolhimento de Panículas	7,0 d.h.	2.450,00
09. Trilhagem	1,5 h/tr	1.650,00
10. Sacaria	25,0 sc	1.500,00
11. Transporte	3,0 h/tr	3.300,00
A) Sub-total		24.050,00
01. Adubo (4-14-8)	400 kg	9.600,00
02. Sulfato de Amônia	200 kg	5.600,00
03. Semente	8 kg	800,00
04. Inseticida	1 kg	1.200,00
B) Sub-total		17.200,00
C) Custos Financeiros		8.989,00
D) Total (A + B + C)		50.239,00
E) Grãos de Sorgo	2,0 t	28.000,00
F) Custo de Matéria-Prima para Álcool (D – E)		22.239,00

cana em 7 meses e sorgo sacarino em 2 meses, sendo que cerca de um mês será empregado em manutenção e reparos.

Manutenção, Conservação e Despesas Gerais

Supõe-se que 2,5% do valor do investimento são suficientes para os serviços de manutenção e conservação (da Cruz e Teixeira, 1982). Os gastos com drogas, reagentes, lubrificantes etc, pelo seu pequeno peso sobre o custo total podem ser incluídos neste valor.

Energia

Medições efetuadas na microdestilaria do CNP – Milho e Sorgo indicam um gasto de 6,3 kwh/t de cana processada. O mesmo valor será empregado para a operação com sorgo sacarino.

Juros

Os juros sobre o capital próprio foram calculados com 6% a.a. (valor real sobre o investimento médio). A fórmula empregada no cálculo foi a seguinte:

$$J = \frac{V}{2} \cdot i$$

onde,

j são os juros sobre o capital;

V é o valor do investimento (no caso Cr\$ 18.000.000,00);

i é a taxa de juros real considerada (6% a.a.).

Esta fórmula assegura um montante igual de juros nos diversos anos do empreendimento.

Resumo do Custo Industrial

Tomando-se por base as informações anteriores é possível estimar o custo industrial anual de produção de álcool em microdestilarias. Isto será feito considerando-se o processamento de 14 t por dia de cana-de-açúcar ou sorgo sacarino. Deve-se lembrar que durante 7 meses (180 dias de operação) se processaram cana e durante 2 meses (52 dias de operação) sorgo. Os resultados estão nas Tabelas 2 e 3.

Custo do Álcool de Sorgo Sacarino

Com base nos valores para a safra 81/82, o preço tonelada de sorgo, posta na usina seria cerca de Cr\$ 555,98. Considerando-se um rendimento industrial, conservador, de 40 L/t, tem-se o valor de Cr\$ 13,90 por litro de álcool produzido.

TABELA 2 – Custo industrial do processamento de cana-de-açúcar. Base: 2º trimestre de 1982.

1. Depreciação (7/9 de 6% sobre Cr\$ 18.000.000,00)	840.000,00
2. Mão-de-obra (7/9 sobre o total de salários e encargos sociais imputados à microdestilaria)	1.234.585,00
3. Manutenção, conservação e despesas gerais (7/9 de 2,5% sobre Cr\$ 18.000.000,00)	350.000,00
4. Energia (Processamento de 14 t/dia durante 180 dias de operação)	79.856,00
5. Juros (7/9 de 6% sobre Cr\$ 9.000.000,00)	420.000,00
<hr/> Total	<hr/> 2.924.441,00 <hr/>

TABELA 3 – Custo industrial de processamento de sorgo sacarino. Base: 2º trimestre de 1982.

1. Depreciação (2/9 de 6% sobre Cr\$ 18.000.000,00)	240.000,00
2. Mão-de-obra (2/9 sobre o total de salários e encargos sociais imputados à microdestilaria)	352.738,00
3. Manutenção, conservação e despesas gerais (2/9 de 2,5% sobre Cr\$ 18.000.000,00)	100.000,00
4. Energia (Processamento de 14 t/dia durante 64 dias de operações)	23.070,00
5. Juros (2/9 de 6% sobre Cr\$ 9.000.000,00)	120.000,00
<hr/> Total	<hr/> 835.809,00 <hr/>

Na parte industrial, o processamento de 14 toneladas/dia durante 52 dias fornecerá 29.120 L de álcool. Dados os valores de operação industrial tem-se um custo por litro de álcool igual a Cr\$ 28,70.

A soma dos dispêndios da parte agrícola e industrial fornece o valor de Cr\$ 42,60/litro de álcool produzido, inferior ao preço pago pelo IAA. Entretanto, caso não sejam aproveitados os grãos, o custo agrícola do sorgo sacarino seria de Cr\$ 27,27 por litro de álcool produzido, o que adicionado ao custo industrial forneceria um total de Cr\$ 55,97, superior ao preço de compra.

Custo do Álcool de Cana-de-açúcar

Supondo-se o custo agrícola igual a 70% do preço fixado pelo IAA para cana-de-açúcar na ocasião (Cr\$ 2.053,53/t), e um rendimento industrial de 57 L/t temos o custo agrícola do litro de álcool igual a Cr\$ 25,22.

Na fase industrial, a safra, nas condições expostas, renderá 143.640 L de álcool. O custo de processamento será então de Cr\$ 20,36 por litro.

A soma dos gastos na fase agrícola e industrial fornece o valor de Cr\$ 45,58 por litro de álcool produzido, inferior ao preço pago pelo IAA. Entretanto, no caso específico de aquisição de cana de terceiros (Cr\$ 2.053,53) o custo agrícola seria igual a Cr\$ 36,03 e o custo total igual a Cr\$ 56,39, superior ao preço de aquisição na ocasião.

Restrições aos Resultados e Etapas Futuras

Como já foi assinalado, estes resultados são parciais no sentido de que refletem uma situação fixa, possibilitando poucas inferências acerca de modificações no processo produtivo e nas condições econômicas vigentes. Por outro lado, o não desenvolvimento de fluxos de caixa impede uma avaliação mais acurada do retorno ao capital empregado no processo. Do ponto de vista técnico, é muito difícil a verificação das possibilidades de integração da microdestilaria com outras atividades na propriedade, assim como a avaliação de como possíveis modificações efetuadas na microdestilaria afetariam suas interações com tais atividades.

Pretende-se desenvolver, para melhor contornar estas restrições, um modelo de simulação matemática do processo de produção de álcool em microdestilarias. Espera-se que seja possível então avaliar os problemas técnicos e econômicos desta atividade e suas interações de relacionamento com a propriedade agrícola como um todo. Este modelo possibilitaria ainda a verificação dos possíveis efeitos de modificações isoladas sobre todo o sistema, os requerimentos para que estas modificações sejam tecnicamente viáveis e seu desempenho econômico.

IMPLICAÇÕES DO ESTUDO

Este estudo visa basicamente fornecer informações que possibilitem a decisão do empresário particular e firmas de planejamento agrícola, ao mesmo tempo que possibilita avaliar propostas e resultados de pesquisas agrícolas.

Os resultados parciais indicam a viabilidade econômica da produção de álcool em microdestilarias, seja ela baseada em cana-de-açúcar de produção própria (e sem

possibilidade de venda) ou em sorgo sacarino (desde que os grãos sejam aproveitados). Com base nos preços do 2º trimestre de 1982, a microdestilaria forneceria uma relação Receita/Custos Variáveis (matéria-prima agrícola, mão-de-obra, energia e manutenção) igual a 1,19 em termos reais, que remunerariam a administração e o capital de giro empregado. Deve-se lembrar que o item mais expressivo dos custos variáveis (matéria-prima agrícola) pode ser parcialmente financiado atualmente a taxas reais iguais a 3% a.a.

REFERÊNCIAS

- CRUZ, E. R. da & TEIXEIRA, G. C. Metodologia para cálculo de rentabilidade de sistema rural simplificado com base em microdestilaria. EMBRAPA. Deptº de Diretrizes e Métodos de Planejamento. Brasília, 10p. julho de 1982.
- GEMENTE, A. C.; LOPES, C. H.; RUAS, D. G. G; GERMEK, H. A. & OLIVEIRA, E. R. *Brasil Açucareiro*, Rio de Janeiro, 99(4): 27-72, abril 1982.

COMPATIBILIDADE ENTRE EFICIÊNCIA ECONÔMICA E EFICIÊNCIA ENERGÉTICA NUMA EMPRESA RURAL

*Luiz Palma**
*Reinaldo I. Adams***

SUMÁRIO – As crescentes dificuldades na área energética recomendam o emprego de métodos de produção que reduzam ao mínimo a energia consumida por unidade de produto. Isso também é verdadeiro para a produção agropecuária. Apesar de se recomendar a maior energização do meio rural, a eficiência do uso dessa energia não deve ser descuidada. O presente estudo fez uma análise comparativa entre o input energético e o output da produção de uma empresa rural. Várias alternativas de técnicas de produção foram testadas bem como foi feita uma análise comparativa entre o resultado econômico da empresa e a eficiência energética dessa produção. Para essa análise foi montado um modelo analítico em que a empresa, além da produção agrícola, tivesse a opção de produzir alguns energéticos para consumo próprio. Outrossim estudaram-se alternativas com o aproveitamento de resíduos da produção agrícola e pecuária. O trabalho mostrou viabilidade do sistema proposto e mostrou a existência de relação inversa entre eficiência econômica e energética.

ABSTRACT – The increasing constraints on energy suggest the use of production processes which reduce to a minimum energy consumption per unit of product. This is also true for agriculture. In spite of the need for more energy use in agriculture its efficiency cannot be neglected. This study analyses the energy output/input relationship and net income for agriculture production. Different technology alternatives for production were tested and the energy and economic efficiencies were compared. A farm level analytical model was formulated using linear pro-

* CCA/UFSC – Florianópolis.

** IEPE/UFRGS – Porto Alegre.

gramming as a tool. Energy and food was produced on the farm for own consumption and export. The use of residues was also programmed. The results have shown viability for the proposed systems and on inverse relationship between energy and economic efficiency.

INTRODUÇÃO

Este estudo aborda os problemas relacionados com a eficiência energética na produção agrícola e sua dependência de energia fóssil.

O objetivo imediato, a curto prazo, da empresa é maximizar o lucro. Entretanto há condições e expectativas de longo prazo que recomendam a adaptação do sistema de produção para se prevenir problemas futuros. O consumo energético e a conservação dos recursos naturais são fatores que devem merecer maior atenção no processo produtivo.

Os métodos modernos de produção baseiam-se no consumo de energia fóssil, devido, principalmente ao uso de fertilizantes químicos e a moto-mecanização. Isto, além de acelerar no tempo, reduz a eficiência energética na produção agrícola. Este último aspecto cresce em importância à medida em que aumentam os custos da energia fóssil, tornando estes fatores cada vez mais escassos, diminuindo a sua produtividade e a receita marginal.

Uma alternativa está na substituição e conservação de energia fóssil. Nesse sentido cresce em importância o uso mais intensivo de recursos renováveis e o aproveitamento de resíduos agropecuários. O estudo das relações entre a eficiência econômica e eficiência energética no sistema produtivo atual versus alternativas de produção foi o objetivo deste estudo.

A análise foi feita a nível de sistema integrado de produção e consumo na empresa agrícola, onde são simuladas atividades, com uso diferenciado de recursos. Através de programação linear, buscou-se conhecer a melhor estrutura de produção e a melhor alocação dos recursos usando alternativamente as funções objetivo:

- a) Máxima eficiência econômica;
- b) Máxima eficiência energética.

Assim foi feita uma análise comparativa no uso de recursos nesses dois planos, destacando-se o grau de participação da energia fóssil.

Finalmente estudou-se o efeito dos aumentos do preço da energia sobre a eficiência econômica e energética e sobre o uso de recursos.

METODOLOGIA

Este estudo teve por base a situação real de uma propriedade agrícola típica, de 57 ha, localizada no município de Camboriú-SC, cujos dados foram levantados em julho/ 81.

Inicialmente, estudou-se a situação atual da empresa no ano agrícola de julho/80 – julho/81, determinando-se a renda líquida e o balanço energético global, e por atividade individual explorada naquele período. Em seguida, aproveitando-se a estrutura existente, procedeu-se o planejamento da empresa, através de simulações de diversas atividades, algumas das quais já exploradas anteriormente. Introduziu-se

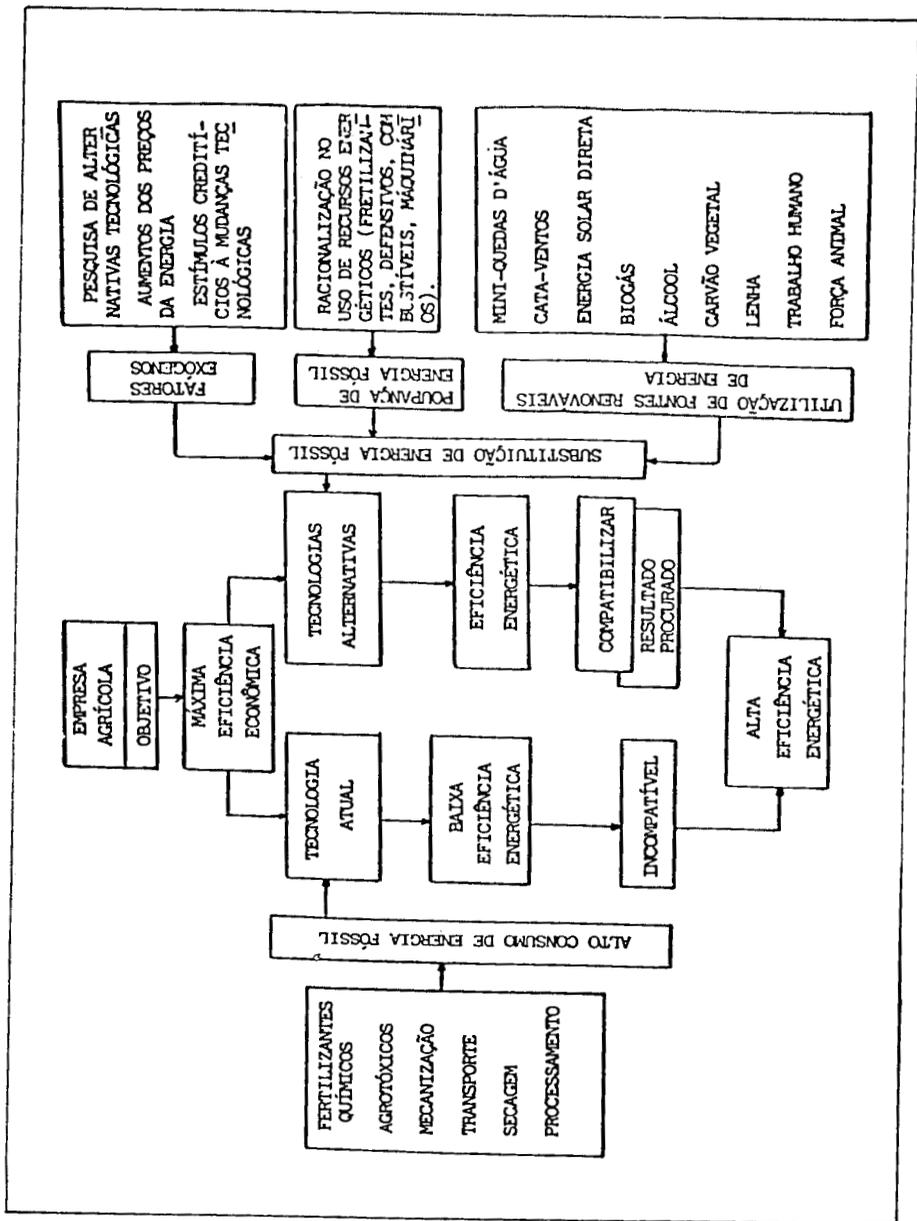


FIGURA 1 – Modelo conceitual.

atividades de diferentes graus de uso de mecanização e/ou força animal, bem como diferentes níveis de uso de insumos (adubos e defensivos) químicos e/ou oriundos de recursos naturais renováveis. Calculou-se para cada atividade a renda líquida (R.L.) e a eficiência energética (E.E.). A renda líquida foi calculada como sendo a Receita Bruta da propriedade menos os custos totais. O resultado dessa operação remunera o fator terra que não entrou no cálculo do custo. A eficiência energética foi calculada como sendo o índice da relação E.P./E.C., ou seja, a energia contida nos produtos produzidos (“output”) sobre a energia consumida para produzir estes produtos (“input”).

Esta energia foi expressa em Kcal (Kilo caloria = 1.000 calorias), sendo que, no caso da E.P., refere-se a energia digestível do produto. Os componentes da E.C. foram de dois tipos: energia biológica, representada pela energia da mão-de-obra, força animal e sementes, e a energia fóssil, representada pela energia contida nos fertilizantes químicos, calcário, pesticidas, combustíveis, lubrificantes e maquinário. A energia solar, imputada no sistema através da fotossíntese, não foi contabilizada, pois tem custo de oportunidade zero, bem como “inputs” de energia de outras fontes, como a dos adubos orgânicos. Neste último caso, foi incluída apenas a energia gasta no manuseio e na aplicação deste insumo.

As restrições do modelo foram:

- a) A disponibilidade de terra restrita em máximo de 42,8 hectares programáveis tanto para culturas de inverno como de verão;
- b) Manutenção das condições ecológicas da propriedade;
- c) Disponibilidade máxima de mão-de-obra permanente de 13.176 equivalentes-homem, distribuída em 6 períodos durante o ano. A contratação de mão-de-obra temporária foi livre;
- d) Manutenção de 6 hectares de café em produção e de 10 unidades-animais para produção de leite, engorda e/ou animais de trabalho. Estas atividades não foram incluídas nos 42 hectares citados em b;
- e) Foi programado o uso dos resíduos agrícolas e animais, ou diretamente no processo produtivo ou através do biodigestor.

RESULTADO DA ANÁLISE

Tendo em vista que o estudo da programação da empresa através das atividades simuladas considerou a estrutura já existente, tanto com relação aos capitais fixos, como pelas atividades anteriormente exploradas, é oportuno se colocar, os índices globais obtidos pela empresa no último ano agrícola.

Foram exploradas nesse período 9 atividades comerciais, numa área de 18,5 hectares totalizando 32% da área total da propriedade: arroz irrigado, batatinha, feijão, melancia, café, milho/feijão, milho, oleicultura e amendoim. Apenas as 4 primeiras mostram-se lucrativas, sendo que café e oleicultura apresentaram resultados altamente negativos. Com isso, a eficiência econômica da propriedade foi negativa.

Uma das principais causas desse baixo desempenho econômico, foi a aciosidade dos fatores: maquinário, força animal e trabalho humano.

A eficiência energética global da empresa, nesse período, foi de 1,2 ou seja: para cada kcal consumida, produziu-se 1,2 kcal.

Com excessão da olericultura, todas as outras atividades da empresa foram incluídas na programação. Foram simuladas outras atividades nos diversos planos de produção estudados, visando avaliar alternativas energéticas e uso mais ou menos intensivo de energia fóssil, seja ligado aos planos de mecanização seja diversificando o nível de uso de insumos.

Para identificar um plano ótimo de produção da propriedade trababalhou-se com a programação linear alternando-se a maximização da renda líquida e a maximização da eficiência energética como função objetivo. No uso de uma como função objetivo a outra era imposta como restrição. Assim foi possível determinar a curva de relações entre a eficiência energética e a renda líquida da propriedade à medida que fossem considerados preços diferentes para energia e/ou fosse exigida maior eficiência energética para o sistema.

O resultado mostrou claramente que os preços de energia são fator de aumento de eficiência energética, seja pela substituição de culturas procurando-se melhorar o balanço energético, seja pela adoção de tecnologias energeticamente mais eficientes. Assim ocorreu a substituição de atividades de alta mecanização e uso intensivo de insumos químicos por atividades de uso mais intensivo de mão-de-obra e emprego de adubação menos intensivo em insumos químicos e maior uso de recursos naturais no processo de conservação do solo e uso de defensivos.

O aumento dos preços de energia, além de gerar um aumento normal dos custos relacionado com o insumo energético, estimulou o uso menos intensivo de insumos, mesmo com prejuízo na produtividade. Por outro lado a ocorrência da substituição de produtos de menor eficiência energética ressalta o efeito preço daquelas culturas. Possivelmente as variações de preços de energia afetarão com maior incidência os produtos de menor eficiência energética.

A partir das atividades e processos de produção disponíveis para este estudo, foram simulados dois planos de produção, um maximizando a receita líquida e o outro maximizando a eficiência energética. Os resultados desses planos mostram a relação inversa entre renda líquida e eficiência energética.

TABELA 1 – Relações entre eficiência energética (EP/EC) e renda líquida na empresa em dois planos de produção.

Índice	Planos Ótimos	Máxima Renda Líquida	Máxima Eficiência Energética
Renda Líquida (Cr\$)		5.054.192	1.612.421
Eficiência Energética		1,8	10,6

Quartoze atividades participaram em cada plano, sendo que sete foram auxiliares, um complementar (biodigestor), do sistema pecuária de leite. Como esta per-

maneceu no seu limite mínimo estabelecido, as variáveis dela dependentes também não se expandiram além desse nível, significando uma não competitividade e esses coeficientes energéticos e preços. O arroz também não foi competitivo, pois em ambos os planos ficou no nível mínimo, pré-estabelecido.

Quanto às demais culturas, ressalta-se a atividade feijão tração animal safra de inverno, que mostrou desempenho máximo em ambos os planos. Além de lucrativa, esta atividade contribuiu bastante para a máxima eficiência energética da empresa, pois não obstante um elevado "output" energético, possui um "input" relativamente baixo.

Melancia e batata mostraram alto desempenho econômico, porém não figuraram no plano energético, perdendo em competitividade, por exemplo, para as atividades milho cultivo mínimo e amendoim, que reagiram de maneira inversa, com alto desempenho energético, sem competitividade, porém, no plano de eficiência econômica.

Com relação ao uso de recursos, em ambos os planos de produção, a modificação mais relevante constatada foi a redução do consumo de fertilizantes químicos e a sua conseqüente substituição, em parte, pelo biofertilizante. Os elementos nutrientes N, P e K, oriundos de fertilizantes químicos diminuíram sua participação em cerca de 80% no plano energético máximo em relação ao plano econômico. Estes resultados mostram, sem dúvida, o alto custo desses fatores em termos energéticos, para a exploração agrícola, principalmente o nitrogênio, cujo coeficiente energético é elevado.

Neste ponto é preciso ressaltar a importância de se estudar com profundidade e economia do uso de insumos, sua conservação e possíveis alternativas de fontes de matéria-prima, uma vez que os ingredientes retirados do solo pela planta, ou volatilizados ou levados pela erosão necessariamente devem ser substituídas sob pena de, a um curto espaço de tempo, haver grande redução de fertilidade do solo e redução de produtividade.

Quanto aos outros fatores, as modificações foram pouco significativas, pois houve certa rigidez na estrutura de produção, tanto em relação às restrições de terra, como quanto ao uso do trabalho humano, força animal e maquinário.

De forma geral a ênfase em eficiência energética reduziu o "input" energético representado principalmente pela redução no uso de fertilizantes e mecanização no processo produtivo. Por outro lado expandiu a produção de culturas de maior "output" energético.

Uma questão também importante, pode ser a relação à quantidade de energia consumida por hectare explorado nas diversas atividades. Assim, temos atividades mais intensivas, outras menos intensivas quanto do seu "input" energético. As culturas da melancia, por exemplo, foram as atividades que mais consumiram energia por unidade de área, seguindo-lhes, de longe, a cultura do amendoim.

No caso do sistema pecuária de leite, as técnicas de produção adotadas aqui, são as que vem sendo utilizadas na propriedade de modo não comercial, consideradas rudimentares, para a região. Isto contribuiu bastante para o baixo consumo energético por ha de pecuária. No seu global a pecuária tem eficiência energética baixa. Isso ressalta ainda mais, se não for feito aproveitamento dos resíduos para produção de biogás e biofertilizante. Pode-se concluir, também, que o processo de produção de proteínas a partir da exploração pecuária é ineficiente e que seria pre-

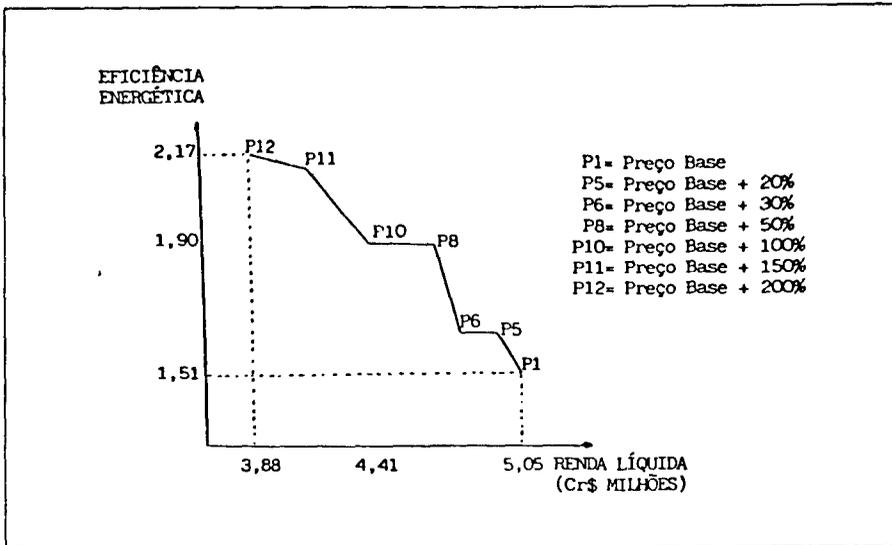


FIGURA 2 – Relações entre Receita Líquida e Eficiência Energética na Empresa frente a aumentos no preço da Energia.

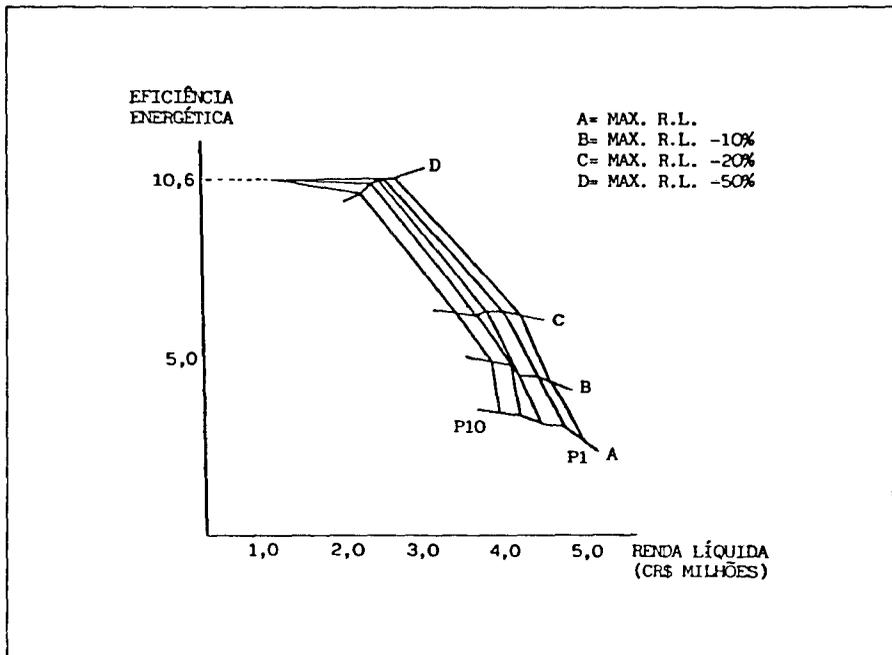


FIGURA 3 – Relações entre Receita Líquida e Eficiência Energética.

TABELA 2 – Componentes de “input” e “output” energético nos planos de máxima renda líquida e máxima eficiência energética.

Planos Índices	Máxima Receita Líquida	Máxima Eficiência Energética
INPUT (Mcal)	220.671	118.197
Energia Biológica	13%	18%
Energia Fóssil	87%	82%
OUTPUT (MCal)	401.620	1.261.247

ferível a produção e consumo de proteínas vegetais ao invés da proteína de origem animal. Isso implicaria numa mudança de hábito alimentar principalmente para a camada da população com maior poder aquisitivo que é a que mais consome carne. Não se trata de eliminar mas parcialmente substituir a proteína animal por proteína vegetal.

Isso se acentuou na combinação entre eficiência energética, variações na renda líquida e parametrização de preços de energia. Nessa combinação repetiu a relação inversa entre esses elementos.

Dessa forma, é possível a verificação das modificações que ocorrem no tipo e nível de atividade, nos diversos planos e as implicações no consumo de fatores, quando se restringe a receita líquida esperada. É uma tentativa de compatibilização entre eficiência energética e econômica na empresa.

De acordo com o potencial local ou regional de recursos, pode-se jogar com a variação da receita líquida, na medida do aceitável, para permitir uma melhor produtividade da energia. Reivindica-se isto também como válido, num processo de substituição de energia fóssil por fontes de energias renováveis. Com relação nos “inputs” de energia, em cada plano relativo a um novo aumento de preço da energia, houve um decréscimo no total consumido.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos neste estudo permitem destacar as seguintes conclusões:

- As técnicas convencionais de produção agrícola possuem eficiência energética baixa. Da mesma forma a eficiência energética varia em sentido inverso à eficiência econômica;
- À medida que aumentam os preços da energia, para se maximizar a eficiência econômica, os fatores altamente intensivos de energia fóssil, como os fertilizantes químicos, perdem sua competitividade para outros recursos alternativos, menos intensivos em energia. A produtividade receita marginal desses fatores declina, provocando novas combinações entre os fatores dependendo de se atingir os objetivos econômicos ou os energéticos. Em termos de economia de energia dentre todos os fatores de produção,

fertilizante químico é o fator de maior peso, devido aos seus coeficientes energéticos relativamente altos. Por isso, é sensivelmente afetado por aumentos nos preços da energia, reduzindo o seu consumo;

- c) É oportuno se voltar o interesse para uma melhor combinação dos recursos, valorizando os menos dependentes de energia fóssil, como trabalho humano, força animal e mais disponíveis no meio rural, para se melhorar a eficiência energética na produção agrícola. No Brasil, esses recursos são abundantes e devem ser melhor aproveitados;
- d) Ao invés da monocultura é recomendável a implantação de sistemas integrados de produção. Isso permite melhor aproveitamento energético e possibilidade de substituição de recursos como os fertilizantes químicos, fertilizantes orgânicos e outros resíduos agrícolas. O sistema integrado é especialmente recomendado na combinação de agricultura com pecuária, podendo essa última ser mantida parcialmente com resíduos agrícolas com custos de oportunidade zero. Assim, a atividade pecuária, que tem eficiência energética baixa, pode ter seu produto compensado com o menor uso externo de insumos e, ao mesmo tempo, como o aproveitamento dos resíduos produzir biofertilizante e biogás;
- e) Por outro lado cabe ressaltar a necessidade de mudanças no hábito alimentar, reduzindo-se o consumo de proteínas animais e aumentando-se o consumo de proteínas vegetais que tem melhor balanço energético.

Na medida em que se desperta para o problema da eficiência energética na produção agrícola, as atividades cujo coeficiente de eficiência energética é muito baixo, serão substituídos.

Novas combinações de recursos na produção de novas atividades, compatíveis com o novo ponto de equilíbrio, deverão ocorrer. A pesquisa dessas novas opções é condição importante para que esse processo seja acelerado.

BIBLIOGRAFIA

- ARAÚJO, José Emílio G., ed. **La Empresa Comunitária**. San José, Costa Rica, IICA, 1975.
- COMISSÃO ESTADUAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. Secretaria da Agricultura. **Custo de Produção dos Principais Produtos Agrícolas**. Florianópolis, SC, Jul. 1981.
- JEWELL, W. J. **Energy Agriculture and Waste Management**. New York, Ann Arbor Science Publishers, 1975.
- LOCKERETZ, et alii. **Economic Perfomance and Energy Intensiveness on Organic and Conventional Farms in the Corn Belt: A Preliminary Comparision**. American Journal Of Agricultural Economics, 59 (1) Feb. 1977.
- PALMA, Luiz. **Compatibilidade entre Eficiência Energética e Econômica em uma Empresa Rural**. Porto Alegre, IEPE/UFRGS, 1983 – Tese (MS).
- SUGAI, Yoshihiko. **Planejamento Básico de uma Empresa Agropecuária Pela Programação Linear**. Viçosa, MG., UFV, 1967. Tese (MS).
- WHITE, D. J. **Energy use in Agriculture**. In BLAIR, I. M. et alii. **Aspects of Energy Conversion**. New York, Pergamon Press, 1976.

CAPÍTULO 2

AUTO-SUFICIÊNCIA ENERGÉTICA: AVALIAÇÃO A NÍVEL DE COOPERATIVA E COMUNIDADE

PRODUÇÃO E CONSUMO DE ENERGIA RENOVÁVEL A NÍVEL DE COMUNIDADE EM PEQUENAS PROPRIEDADES RURAIS

Daniel Vilani¹
Reinaldo I. Adams²

RESUMO – A presente pesquisa utilizando programação linear teve por meta avaliar os efeitos e a viabilidade econômica da produção de energia renovável, bem como estuda seus usos, num sistema de produção agrícola a nível de pequena comunidade. Os resultados preliminares indicaram que é econômica a substituição de energia elétrica utilizada em chuveiros, estufas e ferro de passar, por lenha. Para o cozimento a lenha foi indicada pelo modelo como mais competitiva que o GLP. Da mesma forma o álcool produzido nas micro destilarias locais apresentam-se com menor custo de oportunidade que a gasolina. A produção de álcool mostrou-se ponderante na promoção de desenvolvimento para o meio rural. É fundamental, entretanto, que se mantenha um sistema de policultura. Além disso, a produção de alimentos expandiu-se até o esgotamento da disponibilidade de terra. A tecnologia melhorada prevaleceu na solução ótima do programa. Ressaltou a quase total substituição dos fertilizantes químicos por adubos orgânicos.

ABSTRACT – The objective of this research was to evaluate viability of energy production and consumption in a small community of small farmers. A linear programming model was used for its analysis. The results have shown that the system is viable and that alcohol substituted gasoline but not diesel oil; firewood substituted GLP and electricity for several domestic uses. The expansion of biomass energy

¹ Economista, MS., Equipe de pesquisa do IEPE. Av. João Pessoa, 31 CEP 90000 – Porto Alegre-RS.

² Professor do IEPE/UFRGS, Av. João Pessoa 31, CEP 90000 – Porto Alegre-RS.

production did not reduce food production, but contributed for a better income level of the community and more jobs. Quematical fertilysers were mostly substituted by organic fertilizers.

INTRODUÇÃO

Há uma crescente preocupação com os pequenos agricultores localizados nas encostas basálticas do Rio Grande do Sul, onde existem cerca de 250 mil pequenas propriedades rurais, cuja população vive em condições de subsistência com baixa produtividade, baixo padrão de vida e elevado índice de êxodo rural. Estão em realização, para esta região, vários estudos buscando alternativas para melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e um conseqüente aumento da produtividade e nível de renda. Como a região permite a produção de biomassa para transformação em energia, bem como o aproveitamento de outras fontes energéticas renováveis (hídrica, eólica, biodigestores), o presente estudo, baseado no potencial energético e no potencial agrícola local, com a introdução de novas culturas (a cana-de-açúcar e o reflorestamento) para fins energéticos, tenta avaliar um sistema de produção-consumo que permita a aproximação da meta de auto-suficiência em energia e alimentos.

Neste contexto, a busca da meta de auto-suficiência pode originar uma série de impactos positivos na comunidade, tais como: aumento da ocupação da mão-de-obra, aumento da produtividade, geração de renda, energeização do setor rural, melhoria nas condições de vida, além de impedir a fuga de recursos financeiros, tornando-os um investimento local.

Dessa forma, através deste estudo, se buscou estudar subsídios para os órgãos governamentais e de assistência técnica, a fim de se estabelecer políticas para a agricultura de baixa renda, direcionar pesquisas no sentido de diminuir a dependência de produtos energéticos importados, além de beneficiar cooperativas e agroindústrias, através da identificação de possibilidades de desenvolvimento regional pela adoção de novas atividades.

OBJETIVOS

O objetivo geral do estudo foi o de desenvolver um sistema integrado de produção-consumo de energia e alimentos que melhor represente a realidade agropecuária a nível de comunidade, tendo por finalidade a aproximação da meta de auto-suficiência em energia e alimentos. Dentro dessa linha procurou-se:

- a) avaliar a quantidade de energia consumida, por fontes e usos e o potencial energético da área de estudo;
- b) avaliar a quantidade de alimentos consumidos e o potencial agrícola da comunidade;
- c) quantificar os diversos tipos de substituição energéticas possíveis por fontes e usos;
- d) avaliar o impacto da produção de energia renovável sobre a produção agrícola, o emprego da mão-de-obra e o uso da terra.

METODOLOGIA

Material

Para a realização deste estudo se escolheu a comunidade de Três Coroas-RS, a fim de que, além da definição de uma metodologia, se pudesse desenvolver um exemplo concreto para teste e estudo dos resultados. As razões que levaram a seleção desta comunidade para a realização do presente estudo foram:

- 1) estar localizada nas encostas basálticas do Rio Grande do Sul;
- 2) estar em andamento a implantação de uma microdestilaria na comunidade;
- 3) apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento da cana-de-açúcar, bem como o aproveitamento de outras fontes energéticas renováveis;
- 4) existirem para a região vários estudos que visam a promover seu desenvolvimento.

O período do tempo a que este estudo se refere é o ano de 1980. Tomou-se como base de preços o mês de julho de 1980.

Para o presente trabalho se utilizou dados de fontes primárias e secundárias. Os dados primários foram obtidos pela aplicação de formulários em dois tipos de amostras: uma urbana e outra rural. O objetivo da aplicação dos formulários foi o levantamento de demanda de alimentos e de energia, bem como das possibilidades de substituição de fontes de energia, de acordo com os usos. Além disso procurou-se conhecer a realidade em que vive essa população, os sistemas de produção que ali funcionam com seus respectivos coeficientes técnicos de produção e a estrutura de capital e mão-de-obra da comunidade.

Método

O modelo desenvolvido neste estudo teve por base o fluxograma conceitual apresentado na Figura 1. Esta é uma representação sintetizada das relações que se verificam entre os principais componentes da realidade agroenergética da comunidade.

Através do método de programação linear se desenvolveu um sistema integrado para a comunidade que considera a produção e o consumo de alimentos e energia, a introdução de uma tecnologia melhorada nos sistemas de produção e a implantação de atividades de produção e transformação de energia (microdestilarias, lenheiras, biodigestores, miniquedas e cataventos). Foi feito um estudo de conversão energética para operacionalizar as relações de substitutibilidade por fontes e usos de energia. Operacionalizou-se, também, competição entre plantas de diferentes tamanhos, para um mesmo tipo de atividade energética, com o objetivo de possibilitar maior flexibilidade no suprimento do consumo de energia. Dividiu-se a demanda de energia em três setores: o setor urbano, o setor rural 1 (que usa eletricidade a partir da distribuição da CEEE) e o setor rural 2 (que não recebe eletricidade) devido às especificidades de cada um. As atividades de importação e de exportação de energia e alimentos completam o ciclo de oferta e procura do mercado da comunidade.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

O resultado da programação indicou que a tecnologia recomendada foi escolhida para quase todas as atividades em que se estabeleceu competição entre tecnologias. Sendo a terra um recurso altamente restrito, devido à topografia local muito acidentada, a possibilidade de aumento da produção agrícola verificou-se pelo aumento da produtividade através do uso de fertilizantes e práticas conservacionistas adequadas.

Notou-se que os requerimentos de fertilizantes foram atendidos quase que totalmente pela utilização de adubos orgânicos produzidos pelos biodigestores, uso de estrume dos animais e vinhoto das microdestilarias. As exceções foram o fósforo que apresentou um nível de importação de 7,18% da quantidade total utilizada na lavoura e o calcário que foi importado na sua totalidade.

Os resultados indicaram que, embora se tivesse programado uma competição por terras tipo-1 (próprias para a lavoura), entre a produção de energia (cana-de-açúcar e sorgo) e a produção agropecuária, tais terras foram utilizadas apenas pela atividade de produção de alimentos.

Como se programou o uso do fator terra de acordo com as recomendações técnicas não foi considerada a possibilidade de produção de alimentos em terras tipo-2 por não serem próprias para a lavoura, devido à alta declividade do terreno, muito sujeito a erosão. Conseqüentemente, tais terras foram utilizadas para a produção de energéticos (cana-de-açúcar) e para atividades de pecuária. Dessa forma, a produção de álcool pelas microdestilarias não competiu com a produção de alimentos no que diz respeito ao fator terra. Tal fato se reveste de importância quanto se leva em consideração que o aproveitamento de solos íngremes — impróprios para a produção de alimentos, mas que podem ser utilizados para o cultivo de cana-de-açúcar — pode ser fator de desenvolvimento de pequenas comunidades. Outrossim nessas áreas o custo de oportunidade do uso da terra foi mais baixo do que nas várzeas.

Os resultados do estudo indicaram, ainda, que o aumento da produção agrícola e a programação de novas atividades de produção de energia renovável determinariam uma maior utilização da mão-de-obra. Pelo modelo, o emprego da mão-de-obra aumentou 2,27 vezes comparado com a situação inicial. Tal aumento deveu-se principalmente à expansão da atividade leiteira que é intensiva em mão-de-obra e à produção de energia. A produção e a transformação de biomassa e outras fontes de energia seriam responsáveis pela geração de 447 novos empregos. Tal fato é importante no sentido de que representa geração de renda e aumento de bem-estar.

A produção de alimentos, que na situação inicial não atendia às necessidades de autoconsumo do próprio setor rural, teve um aumento de 2,5 vezes como conseqüência do aumento da produtividade, ampliação da ocupação da mão-de-obra, uso mais racional do solo e introdução de uma nova cultura, a cana-de-açúcar (com terra-2) com fins industriais. Tal produção embora tenha se apresentado suficiente para satisfazer o consumo do setor rural é ainda insuficiente para atender a necessidade total da comunidade devido ao esgotamento da disponibilidade de terras.

Por outro lado, a comercialização da cana-de-açúcar pode beneficiar principalmente os pequenos agricultores que produzem tanto alimentos como biomassa para energia, pois esta pode lhes proporcionar uma receita adicional justamente na época que necessitam recursos para o preparo da safra de verão. No caso de nosso estudo o resultado mostrou que nem sempre os agricultores que produzem em terra-1 são os mesmos que trabalham em terra-2. Podem, neste caso, os agricultores que possuem os dois tipos de terra, serem beneficiados com os resultados apontados.

A indicação de produção de energia na solução ótima do modelo significa que ela é economicamente viável e possui um custo de oportunidade de produção, por unidade, menor que o de importação.

O modelo apontou serem necessárias para o atendimento do consumo energético de Três Coroas 13,3 microdestilarias, 4,19 lenheiras, 135,4 biodigestores, (de 10,5 m³), 27,4 miniquedas, além da produção e utilização de 16.454 m³ de lenha pela propriedade do setor rural.

A seguir são apresentadas duas tabelas que mostram como foi atendido o consumo de energia da comunidade na solução ótima do programa comparada com a situação atual. Como o Setor Rural-1 e o Setor Urbano possuem uma estrutura de consumo de energia semelhante seus dados foram incorporados em uma mesma tabela. Por outro lado, o consumo energético do Setor Rural-2 é apresentado em separado, devido seu consumo ter sido programado por unidades familiares e apresentar diversas fontes alternativas de suprimento de energia.

TABELA 1 – Consumo energético por fontes e usos e substituição ocorrida entre a situação atual e situação programada Setores Urbano e Rural-1 de Três Coroas, RS.

	SETOR URBANO		SETOR RURAL-1		
	Situação Atual	Energia Substit.	Situação Atual	Energia Substit.	Lenha p/ Substit.
ELETRICIDADE* (KWH)					
Chuveiros	289.491	289.491	23.040	23.040	752.83
Estufas	14.850	14.850			35.77
Ferro	37.613	37.613	2.707	2.707	97.12
Refriger.	714.420		59.130		
Elet. Domest.	581.789		28.108		
Ilum. Resid.	350.634		91.104		
G L P (kg)					
Cozimento	160.841	160.841	7.722		16.865,10
Iluminação	4.818				
LENHA (m³)					
Cozimento	7.245		3.288		10.533

FONTE: Dados da pesquisa

* Não foi considerado o consumo de eletricidade pelas indústrias comércio e órgãos públicos.

TABELA 2 – Consumo de energia em número de propriedades rurais atendidas segundo as fontes e usos – Situação Programada – Setor Rural-2

Fontes	Usos	Cozimento	Iluminação	Refrigeração
Lenha		736	—	—
GLP		—	436	—
Biodigestores		—	135	135
Miniquedas		—	165	165
TOTAL DE PROPRIEDADE		736	736	300

FONTE: Dados das pesquisa.

Analisando-se as atividades de substituição de energia notou-se que:

1. O uso de lenha para cozimento é competitivo com GLP, substituindo-o tanto no setor urbano como no setor rural. A lenha apresentou um custo de oportunidade 60% menor que o do GLP. Dessa forma, todo o GLP importado poderia ser substituído por lenha e proporcionar uma economia de 12.970 butijões de 13 kg de GLP por ano, apenas nas atividades de cozimento;

2. O GLP foi importado apenas para a iluminação com a qual a lenha não compete;

3. O emprego da lenha é competitivo com a eletricidade para o uso em chuveiros, estufas e ferros de passar roupa. A geração de calor é um dos usos menos nobres de energia elétrica, pois há grandes perdas nesta transformação energética. Por outro lado, cada metro cúbico de lenha equivale em TEP a 415 KWh. Assim, mesmo que o rendimento da lenha seja admitido de 30%, isto é, 124,5 KWh, seu custo de oportunidade será de Cr\$ 10,77 contra um custo de oportunidade de Cr\$ 3,74 por KWh de eletricidade. Dessa forma, pelo modelo, se verificou que toda a eletricidade para chuveiros, estufas e ferros elétricos deveria ser substituída por lenha;

4. A combinação de produção de energia “biodigestores e miniquedas” foi indicada, pelo modelo, como solução para o fornecimento de iluminação e refrigeração do setor rural-2, o qual não dispõe de tais usos de energia. Esta combinação de produção de energia mostrou-se mais competitiva que GLP para iluminação. Conseqüentemente, 300 proprietários do setor rural-2 deixariam de utilizar GLP para iluminação e além disso passariam a contar com refrigeração para uso doméstico, bem como para complementar a atividade de produção de leite, refrigerando-o para conservação e conseqüente redução de perdas;

5. A produção de álcool na comunidade foi competitiva com a importância de gasolina. O preço de mercado a varejo para a gasolina foi de Cr\$ 34,50 o litro enquanto que o custo de produção do álcool de Cr\$ 17,00 o litro. A estes níveis de preços o álcool seria produzido de modo competitivo, principalmente para o con-

sumo local. Conseqüentemente, deixariam de ser importados 1.477,140 litros de gasolina proporcionando uma economia líquida de Cr\$ 15.593.187,00 (já computada a despesa do álcool necessário para a substituição da gasolina);

6. A produção de álcool foi competitiva com a importação de álcool produzido em outras regiões. Isto deveu-se ao fato do preço de mercado a varejo do álcool ter sido de Cr\$ 18,20 o litro ao passo que o custo de produção dentro do modelo foi de Cr\$ 17,00 o litro. A este nível de preço, 7,59% menor que o preço de importação, a produção de álcool na comunidade apresentou-se competitiva, principalmente para seu consumo local;

7. O álcool não é competitivo com o óleo diesel nas atuais condições de preços. O óleo diesel tem um preço menor que o custo de produção de álcool na comunidade em 23,60%. Assim, o diesel continuaria a ser importado para suprir toda a sua demanda local. Por outro lado, a produção de álcool excedente poderia ser exportada proporcionando uma receita 1,25 vezes maior que o valor da despesa de consumo de óleo diesel.

TABELA 3 – Exportação e consumo municipal de energia para veículos por tipos e energia (em litros).

Especificação	Consumo atual	Álcool necessário para substituição
Álcool	55.800	55.800
Gasolina	1.477.140	2.080.479
Óleo Diesel	768.732	—
Álcool Exportação	768.732	738.314
Produção Total do Álcool		2.874.593

FONTE: Dados da Pesquisa.

IMPLICAÇÕES

A produção e utilização de energia de forma descentralizada, a nível de comunidade, cria opções para a realocação dos recursos produtivos do setor rural e a distribuição dos impactos resultantes permite ganhos de benefícios, em termos de aumento do nível de emprego, renda, conforto e bem-estar. Contribui para a fixação da mão-de-obra no meio rural, diminuindo o êxodo rural e seus problemas sociais subseqüentes, além de contribuir para a redução da necessidade de investimentos assistenciais bem como os necessários à criação de novos empregos para a absorção do número crescente de migrantes, nos grandes centros urbanos.

A implantação de um sistema integrado de produção-consumo de alimentos e energia requer assistência técnica-rural adequada quanto ao uso e conservação do solo e adoção de melhores técnicas de produção a fim de proporcionar aumento de

produtividade. Por outro lado, permite melhor aproveitamento das potencialidades da pequena propriedade e da comunidade num sistema de produção em policultura com o aproveitamento dos resíduos agropecuários na própria propriedade (esterco para a produção de biogás; resteva, ponta de cana para alimentação do gado; potencial eólico, potencial hídrico e solar para a produção de energia; potencial agrícola para a produção de energia e alimentos). Assim o álcool poderá ser produzido sem competir com a produção de alimentos.

10. Ainda, há necessidade de melhor organização dos agricultores tanto no processo produtivo como na coleta e comercialização dos seus produtos, o que pode perfeitamente ser feito por uma estrutura cooperativa ou outras formas de associativismo. A formação de grupos cooperativos ou outras formas de associativismo possibilita condições mais favoráveis na obtenção de crédito institucional; na obtenção de informações sobre a produção e condições de mercado; na compra de insumos; na barganha de melhores preços e colocação dos seus produtos no mercado.

A comunidade e o agricultor por si só não têm condições de desenvolver um projeto dessa ordem. Isso implica em um programa de extensão e organização rural que conscientize os agricultores e promova a aceitabilidade das soluções propostas. Além disso, se faz necessário um programa de treinamento e constante assistência aos produtores, principalmente no processo de implantação do projeto.

Neste contexto, cabe ao setor público incentivar e promover tais projetos. Dada a falta de condições financeiras dos pequenos agricultores, bem como a impossibilidade de assumir o risco, caberia ao setor público o investimento inicial do projeto o qual, se bem sucedido, teria efeitos multiplicativos uma vez que aumentaria o grau de receptividade e seria crescente a participação dos agricultores que, ao se informarem dos resultados de seus vizinhos, estariam dispostos a se integrar no projeto.

Atenção especial deve ser dada ao fato de que a substituição de energia fóssil por energia renovável reduz o risco de dependência externa, tanto no que diz respeito ao agravamento econômico da balança comercial brasileira, como em relação à garantia de suprimento de energia, uma vez que importamos grande parcela do petróleo internamente consumido. Outrossim, a produção de álcool garante, ao menos parcialmente, o suprimento de energia líquida principalmente aos meios de transporte.

Finalmente é necessário ressaltar que tal estrutura de produção e consumo de energia traz consigo uma nova visão do plano energético que tem os seguintes pontos básicos:

- a) deve estar baseado num zoneamento agrícola que indique as áreas em que a cana-de-açúcar pode ser implantada para evitar que a produção de alimentos seja cada vez mais substituída pela produção de energia, devido ao aumento dos preços do petróleo;
- b) deve fomentar a implantação de pequenas destilarias em regiões de pequenas propriedades, incentivando um sistema de produção de policultura, dando oportunidade ao surgimento de agro-indústrias de pequena escala e a fixação na mão-de-obra no meio rural;
- c) deve dar maior oportunidade de energização do meio rural, sem a dependência do alto investimento público de baixo retorno, como é o caso da energia elétrica para o meio rural;

d) finalmente deve contribuir para a distribuição dos impactos resultantes da produção de energia no que diz respeito ao aumento do emprego da mão-de-obra e geração de renda, melhoria no padrão de vida do homem do campo e organização mais solidária dos produtores rurais e suas comunidades em torno de objetivos comuns no sentido de maior participação no mercado gaúcho e de produtos energéticos, economia e substituição de energia através da produção de energia para uso comum.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, Reinaldo I., **Agricultural adjustments to Brazil's alcohol program: a regional economic analysis**. Ohio, The Ohio State University, 1979, Thesis (Ph. D).
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO RIO GRANDE DO SUL, 1971, 1980. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística, 1972, 1981.
- COMISSÃO ESTADUAL DE ENERGIA. **Roteiro para a elaboração do plano energético do Estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre, janeiro, 1982.
- DEHTHER, Aaron. O Brasil frente a crise energética internacional. **Revista de Economia Rural**. Brasília, SOBER, 19(4):635-650, out./dez., 1981.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Programa nacional de pesquisa de energia**. Brasília, DID, 1981, 188 p.
- FAO – ORGANIZACIONE DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA AGRICULTURA Y LA ALIMENTACION. **Metodologia de las investigaciones sobre administracion rural**. Italia, Roma, 1965.
- FIBGE. **Estudo nacional de despesa familiar: consumo alimentar: – antropometria**. Rio de Janeiro, 1977.
- GEMENTE, Antonio et alii. **Microdestilaria: viabilidade técnico-econômica. Brasil açucareiro**. Instituto do Açúcar e do Alcool, 98(4), abril, 1982. separata.
- MATTUELLA, Juvir. **Economics aspects of alcohol production on agricultural in southern Brazil**. Ohio, The Ohio State University, 1980. Thesis (Ph. D).

- MC DONALD, Alen. **Energy in a finite world**. International Intitute for Applied Sístems Analisis. Luxemburg, Austria, 1981.
- MELLOR, J. W., **O planejamento para o desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro, O Cruzeiro, 1966, 413 p.
- ODUM, H., **Energia e sociedade**. In: “Ciclo de debates, 19”. A questão energética. Problemas e alternativas. Comissão de Obras Públicas da Assembléia Legislativa do Estado do Rio Grande do Sul, outubro, 1977.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA DO RIO GRANDE DO SUL. **Zoneamento agrícola; Indicação de culturas e disponibilidade de solo a nível de município**. Porto Alegre, CEPA-RS, Agosto, 1978, 299 p.
- VARASCHIN, Vitório M., **Microdestilaria – Uma estratégia para o desenvolvimento rural**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, IEPE, 1982, Tese (MS).
- VILANI, Daniel. **Avaliação da Possibilidade de Auto-suficiência Energética a Nível de Pequena Comunidade**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, IEPE, 1983, Tese (MS).
- ZARDO, F.A., **Projeto Quero-Quero: biosistemas integrados de reciclagem energética**. Porto Alegre, Sagra S.A.

ENERGIA ALTERNATIVA: FATOR DE DESENVOLVIMENTO DE COMUNIDADES RURAIS

*Daniel Vilani**
*Reinaldo I. Adams**

IEPE/UFRGS – Porto Alegre

SUMÁRIO – O presente estudo tenta avaliar a nível de pequenas comunidades os impactos da produção de energia e alimentos com o objetivo do seu crescimento auto-suficiente. Baseado no potencial energético e agrícola da comunidade, programou-se um sistema de produção-consumo de energia por fontes e a estrutura da demanda por usos. Assim, dependendo do custo de oportunidade entre a produção e importação de energia e alimentos poderá ser requerido do setor rural a produção destes produtos para o atendimento do mercado local.

ABSTRACT – This study proposes to evaluate the impacts of energy and food production in small communities with the objective of self sufficient growth. Based on local potential a system was programed for supply by sources and demand by uses of energy and food. So depending on the oportunitie cost between production and import of energy and food, from the rural sector shall be required the production of these products for supply of the local market.

INTRODUÇÃO

O presente estudo é uma tentativa de se desenvolver um sistema integrado de produção-consumo de energia e de alimentos a nível de pequenas comunidades, baseado no seu potencial de produção agrícola e de produção energética, que permita o seu crescimento auto-suficiente.

* Os autores agradecem a CAPES e a EMBRAPA por tornarem possível a realização desta pesquisa.

A auto-suficiência energética toma importância pelo fato que grandes economias podem ser alcançadas se forem considerados os custos que estão envolvidos no transporte de energia aos mais distantes municípios bem como a implantação de redes elétricas nas zonas rurais, quase sempre de difícil acesso. Por outro lado, a produção de energia pelo setor rural, de forma descentralizada, pode impedir a fuga de divisas da comunidade, tornando-se um investimento local. Poderá contribuir para o aumento das oportunidades de emprego, elevação do nível de renda e do padrão de vida nesse setor. Poderá, desse modo, produzir uma série de impactos positivos ao setor rural que de uma maneira geral apresenta baixo índice de produtividade e baixo nível de renda econômico-social, reflexo de um sistema de subsistência e emprego de técnicas tradicionais. Estes impactos poderão, ainda, possibilitar o desenvolvimento auto-suficiente de pequenas comunidades, proporcionando a redução do êxodo rural e a desaceleração da concentração populacional das grandes cidades.

A redução das migrações das pequenas para as grandes cidades tenderá a diminuir a taxa de aumento do consumo de energia não-renovável. Isto resulta do fato que grandes aglomerados populacionais criam uma demanda crescente por energia, principalmente de derivados de petróleo, pela necessidade de transporte humano e de alimentos, sendo que os alimentos são trazidos de grandes distâncias devido ao afastamento cada vez maior das regiões de produção.

Ainda, a produção de energia renovável alternativa pelo setor rural tem por finalidade não apenas substituir a energia fóssil mas contribuir, ainda, para maior energização do meio rural, possibilitando um aumento da produtividade agrícola e do bem-estar pessoal.

Existem diversas fontes alternativas para a energia fóssil como: biomassa (florestas, cana-de-açúcar, sorgo sacarino, mandioca e outros); energia elétrica; energia eólica; biogás; biofertilizantes; aproveitamento de pequenas quedas d'água, energia solar, etc...

Cada comunidade possui o seu potencial de produção de energéticos em função de sua disponibilidade de fontes alternativas de energia. Possui, também, o seu potencial de produção agrícola em função do solo, clima, ... e a sua demanda rural e urbana por energia e alimentos. Em função destes fatores, para cada comunidade, existe um sistema integrado de produção-consumo de energia e alimentos adequado para o seu crescimento auto-suficiente. A quase totalidade dessas comunidades não utiliza seu potencial de produção de energia, daí a importância de se estudar o potencial energético local e a viabilidade de aproveitá-lo integrando-o no sistema de produção e consumo.

Para realizar esse estudo se escolheu a comunidade de Três Coroas-RS, como um caso específico a fim de que além da definição de uma metodologia se pudesse desenvolver um exemplo concreto para teste e estudo dos resultados.

Especificamente em relação a comunidade de Três Coroas pergunta-se: qual será um sistema integrado de produção-consumo de energia e de alimentos adequado à comunidade? Qual o impacto da implantação desse sistema sobre o consumo de energia fóssil, sobre a produção agrícola, sobre o emprego da mão-de-obra e aumentos de benefícios?

Objetivos

O objetivo geral do estudo foi o de desenvolver um modelo para determinação de um sistema integrado de produção-consumo de energia e de alimentos, tendo por finalidade a aproximação da meta de auto-suficiência energética e alimentar. Dentro dessa linha procurou-se:

- a) avaliar a quantidade de energia consumida e o potencial energético de Três Coroas;
- b) avaliar a quantidade de alimentos consumidos e o potencial agrícola da comunidade;
- c) quantificar os diversos tipos de substituições energéticas possíveis por fontes e usos; e
- d) avaliar o impacto da produção de energia renovável sobre a produção agrícola, o emprego da mão-de-obra e o uso da terra.

Área de estudo

Três Coroas é uma comunidade típica das encostas basálticas do Rio Grande do Sul. Está situada a 110 km de Porto Alegre entre os Municípios de Taquara, Igrejinha, S. Francisco de Paula, Canela e Gramado.

As razões que levaram à seleção desta comunidade para a realização deste estudo foram:

1. estar localizada nas encostas basálticas do Rio Grande do Sul, onde existem cerca de 250 mil propriedades rurais, cuja população vive em condições de subsistência e baixo padrão de vida;
2. existir para esta região vários estudos buscando alternativas para melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e um conseqüente aumento da produtividade e nível de renda;
3. estar em estudo a implantação de uma microdestilaria na região;
4. apresentar condições favoráveis ao desenvolvimento da cana-de-açúcar bem como o aproveitamento de fontes energéticas renováveis.

Metodologia

Modelo conceitual

O modelo desenvolvido neste estudo para a determinação de um sistema integrado de produção-consumo de alimentos e energia foi construído baseado nas principais relações que se verificam entre os diversos componentes (recursos, produção, processamento, mercados e políticas) da realidade agro-energética do município (Fig. 1).

Partiu-se da montagem de uma matriz que melhor representasse o modelo apresentado pelo fluxograma conceitual. Esta matriz pode ser dividida em três partes: nível de produção, nível de processamento e nível de mercado.

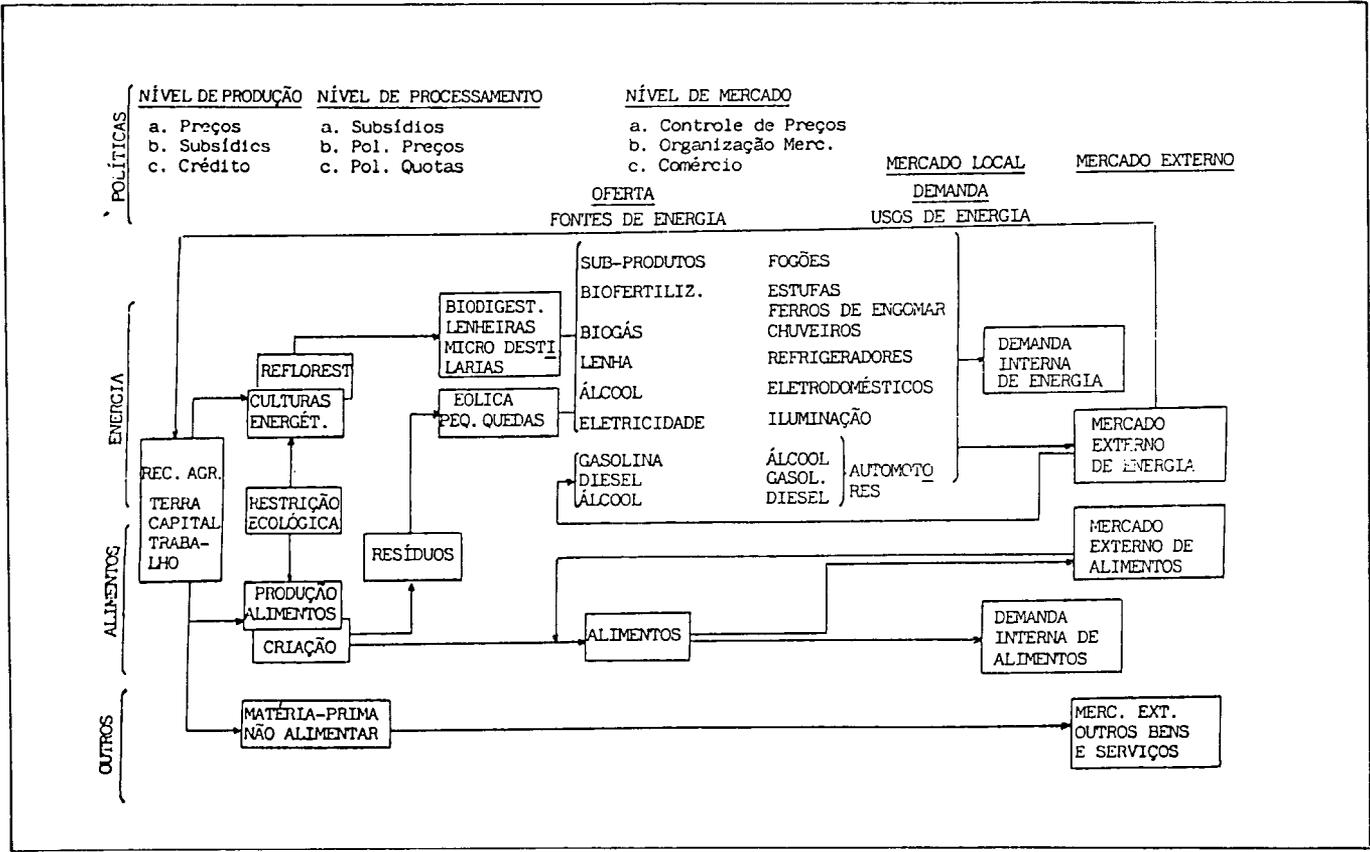


FIGURA 1 – Fluxograma Conceitual

Nível de produção

Operacionalizou-se atividades de produção de alimentos e energia as quais competem entre si pelos recursos do setor rural. Fez-se um estudo da disponibilidade dos recursos produtivos: mão-de-obra, força animal, aptidão dos solos e extensão das terras (por categorias) disponíveis para a produção agrícola, tendo-se o cuidado da conservação do solo e do ecossistema.

A partir do Zoneamento Agrícola do Rio Grande do Sul (Secretaria da Agricultura-RS, 1978) e da atual utilização das terras, respeitando-se as limitações de uso de cada categoria, classificou-se a disponibilidade de solos em três tipos: solos tipo-I (1.535 hectares), solos tipo II (4.149 hectares) e solos tipo III (10.676 hectares). Foram estabelecidas relações técnicas entre as atividades de produção agrícola e os tipos de solo que podem ser utilizados para estas atividades. Dessa forma, certas culturas só podem ser cultivadas em determinados tipos de solo enquanto outras podem ser cultivadas em mais de um tipo. Servem como exemplos o cultivo da cana-de-açúcar e pastagens as quais podem utilizar solos tanto tipo-I como tipo-II. Já o arroz e sorgo podem ser cultivados apenas em solo tipo-I. Pretende-se, assim, estudar uma realocação do uso da terra de acordo com sua vocação natural e sua característica ecológica para incrementar a produção de alimentos e ainda permitir a produção de biomassa para energia.

Foram consideradas as seguintes atividades de produção de alimentos: arroz, bata doce, batata inglesa, feijão, mandioca, milho, bovinocultura mista e suinocultura que competem pelos recursos do setor rural com a cana-de-açúcar e eucalipto para transformação em energia.

A atividade bovinocultura mista inclui animais leiteiros, animais de corte e animais de trabalho. Para o rebanho leiteiro foi operacionalizado, no modelo, uma sub-matriz que considerando a produção de uma diversidade de pastagens, subprodutos agrícolas (bagaço de cana, ponta de cana, bagaço de sorgo, ponta de sorgo, etc) e outros produtos, determinasse qual a ração, para cada estação do ano que com o menor custo satisfaz as necessidades de nutrientes (proteínas digestíveis e nutrientes digestíveis totais), matéria seca e volume para uma produção média diária de 7,0 litros de leite por vaca.

Foi estabelecida, ainda, uma competição entre a tecnologia empregada atualmente e a tecnologia recomendada com o objetivo de verificar a possibilidade de se aumentar a produção pelo uso mais eficiente dos fatores produtivos.

A produção de energia foi operacionalizada com as atividades de consumo e de importação por tipos e usos de forma que, dependendo do custo de oportunidade entre a produção e a importação de energéticos, será requerido do setor rural a produção de matéria-prima para a transformação em energia.

Para a produção de um mesmo tipo de energia, operacionalizou-se uma competição entre plantas de diferentes tamanhos com a finalidade de possibilitar maior flexibilidade no atendimento do consumo de energia.

Nível de transformação

Neste setor se programou plantas de processamento que transformam a biomassa em energia. Os subprodutos tais como bagaço de cana, ponta de cana, bagaço

de sorgo, ponta de sorgo, vinhoto e esterco foram operacionalizados de forma a serem aproveitados na gropecuária como alimentos para animais, fertilizantes, conservação do solo etc. Considerou-se, também, unidades de aproveitamento do potencial hídrico e eólico para a transformação em energia elétrica.

As atividades de transformação de energia programadas neste estudo e a seguir descritas são: a microdestilaria-1, a microdestilaria-2, o biodigestor-1, o biodigestor-2, o biodigestor-3, a miniqueda, a lenheira, a transformação de lenha do setor rural e os cataventos.

MICRODESTILARIA-1. Esta atividade é definida como uma planta de produção de álcool com a capacidade de produção de 100 litros por hora. Utiliza como matéria-prima a cana-de-açúcar e o sorgo sacarino. Funciona 180 dias por ano (de julho a dezembro) com cana-de-açúcar e o sorgo sacarino (de janeiro a abril). O período de funcionamento diário é de 12 horas. Seu rendimento é de 44,5 litros de álcool por tonelada de matéria-prima.

MICRODESTILARIA-2. Esta atividade difere da anterior no que se refere ao tipo de matéria-prima. Utiliza apenas cana-de-açúcar e funciona 180 dias por ano. Possui um custo de variável total por ano menor que o da MICRODESTILARIA-1, devido a quantidade de matéria-prima processada ser menor. Por outro lado, possui um período de ociosidade maior.

BIODIGESTOR-1. A planta aqui considerada possui capacidade de produção de 10,5 metros cúbicos de biogás por dia e atende as necessidades de energia para o cozimento, iluminação e refrigeração de uma família média da região (5 pessoas). Produz ainda como subproduto 320 kg/dia de biofertilizantes e utiliza como matéria-prima 262,5 kg de esterco bovino por dia.

BIODIGESTOR-2. Possui capacidade de produção de 6,5 metros cúbicos de biogás por dia e atende as necessidades energéticas para cozimento e iluminação de uma família média da região. Utiliza 162 kg de esterco bovino por dia como matéria-prima e produz 194,5 kg/dia de biofertilizante. O seu custo de investimento é 31% menor que o do biodigestor-1.

BIODIGESTOR-3. Considera-se, aqui, uma planta com capacidade de produção de 7,5 metros cúbicos de biogás por dia e atende as necessidades energéticas para a iluminação e refrigeração de uma família média da região. Utiliza 188 kg de esterco bovino por dia e produz 225,6 kg/dia de biofertilizante. O custo de investimento é 23% menor que o do biodigestor-2.

MINIQUEDA. Definida, aqui, como turbina de aproveitamento de pequenas quedas de água. Possui capacidade de geração de 7 KWH e pode atender às necessidades em iluminação para até 6 famílias. Considera-se que as famílias estejam localizadas próximas à miniquedas, num raio máximo de 500 metros de distância. O atendimento de energia às propriedades é feito através de rede elétrica.

LENHEIRA. Considera-se uma planta de transformação de troncos de árvore em lenha para uso direto em fogões. É constituída basicamente por um galpão de madeira com uma mesa contendo uma serra circular. Sua capacidade de transformação é de 18 metros cúbicos por dia ou 5.760 metros cúbicos/ano.

A produção de lenha para a comunidade foi operacionalizada da seguinte maneira: para o setor urbano ela é transformada nas lenheiras; para o setor rural ela é transformada nas propriedades. Como o que atualmente se verifica no setor rural é o extrativismo, o uso da lenha teria um custo de oportunidade zero, se for despreza-

da a mão-de-obra utilizada. Isto implicaria uma despreocupação com o reflorescimento e, com isto, não se estaria garantindo uma exploração a longo prazo. Por outro lado, o desmatamento irá alterar a ecologia local contribuindo para o aumento dos efeitos da lixiviação, entre outros. Para atender a restrição ecológica e imputar um custo de oportunidade para a transformação da lenha supôs-se que: a produção de madeira para a transformação em lenha tanto para o setor urbano como para o setor rural, provém do cultivo de essências florestais; existe um custo de investimento em serras e machados para a produção de lenha do setor rural e, ainda, é considerada a mão-de-obra necessária para serrar e lascar a lenha. Assim, a produção de lenha no setor rural é considerada como uma atividade separada.

CATAVENTOS. É uma atividade de aproveitamento do potencial eólico do meio rural para a geração de eletricidade para iluminação. Esta atividade também está operacionalizada por unidade familiar. Sua utilização está restrita ao setor rural-2 (que não possui energia elétrica) e, ainda, que tenham altitudes acima de 350 metros para aproveitamento dos ventos. A turbina eólica utilizada é o tipo “campeiro”, encontrada no mercado. Possui potência de 0,2 KWH e é conectada em acumuladores (baterias de 12 volts).

Nível de mercado

Nesta parte da matriz foram programadas a substituição e o consumo, isto é, o atendimento do mercado local de alimentos e de energia. Tal operacionalização proporcionou uma análise do custo de oportunidade entre a produção de alimentos, a produção de energia e/ou sua importação, dada as restrições de recursos e níveis mínimos e máximos de produção de alimentos.

A programação das atividades de substituição entre os diversos tipos de energia permite a operacionalização da competitividade entre as diversas fontes. Por isto, foram estabelecidas relações de equivalência entre os tipos de energia, utilizando-se como unidade de medida Toneladas Equivalentes de Petróleo (TEP).

Pretende-se, aqui, estabelecer um equilíbrio entre a oferta e a demanda de energia, ou seja, a produção de energia nas suas fontes mais a importação deverão satisfazer as necessidades de consumo nos seus diversos usos e eventualmente produzir excedentes para a exportação. O custo de oportunidade será fator de decisão entre as diversas origens do produto e os seus respectivos usos.

O consumo de energia foi extratificado de acordo com os seus diversos usos: iluminação, refrigeração, cozimento, chuveiros, eletrodomésticos, estufas, ventilação, ferro de passar roupa e uso em automotores. Foi feita uma divisão do consumo em três grupos, por apresentarem certas particularidades; SETOR URBANO o qual tem a sua demanda energética baseada na eletricidade, lenha e GLP; SETOR RURAL-1 (onde já existe energia elétrica fornecida pela CEEE) que utiliza eletricidade, lenha e GLP; SETOR RURAL-2 (sem energia elétrica) apresenta um nível baixíssimo de energização e a lenha representa a principal fonte de energia consumida. É no setor rural-2 que se apresenta o maior número de opções para sua energização uma vez que é quase inexistente o investimento em energia.

Para o setor rural-2 as atividades de consumo de energia foram programadas em unidade familiar, isto é, segundo a quantidade de energia necessária para atender

o consumo de uma família média da região para cozimento, iluminação e refrigeração.

Baseado na extratificação do consumo por tipos e usos de energia e no levantamento de dados foram estabelecidos níveis mínimos de consumo para cada setor. Tais níveis referem-se ao atual consumo de energia.

Devido a dificuldade encontrada para se determinar o consumo de gasolina, diesel e álcool do setor rural separadamente decidiu-se considerar o consumo da comunidade como um todo (consumo de combustível dos automóveis), através do levantamento do total das vendas mensais dos postos de combustíveis existentes.

As restrições de consumo estabelecem, ainda, a competição entre as diversas fontes energéticas pois foram operacionalizadas de forma a permitir que os níveis mínimos de consumo possam ser satisfeitos por um tipo ou outro de energia ou, ainda, por uma combinação entre os diversos tipos, dependendo de seus respectivos custos de oportunidade e suas disponibilidades. Por outro lado, o consumo de energia pode ser satisfeito pela produção na comunidade, pela importação ou por ambos.

Para o consumo de alimentos considerou-se dois setores: o urbano e o rural. Esta divisão se justifica pelo fato que, sendo a produção agrícola tipicamente de subsistência, a preocupação primeira é o atendimento das necessidades de autoconsumo do setor rural; pelo maior custo dos alimentos consumidos no setor urbano devido a margem de comercialização e pela diferença de dieta alimentar que os dois setores apresentam.

Foram estabelecidos níveis mínimos de consumo de alimentos que devem ser satisfeitos. Tais níveis foram calculados com base nos dados contidos na tabela 7, página 97, do Estudo Nacional de Despesa Familiar (1977) que representa a quantidade de alimentos consumidos por comensal-ano para os setores rural e urbano não metropolitano do Rio Grande do Sul. As quantidades de alimentos tanto para o autoconsumo rural como para o consumo urbano foram determinados pela multiplicação do número de pessoas de cada setor pelas quantidades de cada produto consumidas por comensal-ano.

Modelo analítico

O interesse principal do estudo está na determinação do custo de oportunidade entre a produção de energia e a produção de alimentos para o consumo local e a sua importação. Para tanto utilizou-se como instrumento de análise a programação linear, tendo como função objetivo a maximização da diferença entre as receitas e os custos conforme descritos a seguir:

As receitas são formadas pela exportação regional de alimentos, exportação regional dos diversos tipos de energia e pelo autoconsumo do setor rural da região (este consumo é medido em termos de custo de oportunidade entre a sua produção ou sua importação).

Os custos são formados pela importação de insumos e recursos para a produção rural, pela importação de alimentos e energéticos, pelo uso de insumos e recursos disponíveis internamente na região para o processo de produção, pela margem

de transferência dos produtos agropecuários para consumo do meio urbano e pelo custo de transformação de energéticos.

As atividades consideradas neste estudo foram as de produção de alimentos, de produção de biomassa energética, de transformação em energia, de compra e uso de insumos, de oferta e uso de energia além das atividades de transferência, peculiares a um modelo de programação linear.

O quadro 1 mostra as relações horizontais e verticais das principais atividades com relação as fontes de produção e usos alternativos.

QUADRO 1 – Fontes de Produção e Usos Alternativos de Energia e Alimentos

ATIVIDADES PRODUTOS E SUBPRODUTOS	ARROZ	BATATA DOCE	BATATA INGLESA	CANA-DE-AÇÚCAR	FEIJÃO	MANDIOCA	MILHO	PASTAGENS	REFLORESTAMENTO	SORGO	PECUARIA MISTA	AVES	SUÍNOS	BIODIGESTORES	TURBINAS EÓLICAS	LENHEIRAS	MICROESTILARIAS	PEQ. QUEDAS D'ÁGUA	CHUVEIROS	COMBUSTÍVEL LÍQUIDO	ESTUFAS	FERROS DE PASSAR	FOGÕES	INSUMOS AGRÍCOLAS	ILUMINAÇÃO	REFRIGERAÇÃO	CONSUMO LOCAL	IMPORTAÇÕES	EXPORTAÇÕES							
	ARROZ	o																																		
BATATA DOCE		o																																		
BATATA INGLESA			o																																	
CANA-DE-AÇÚCAR				o																																
PONTAS DE CANA					o																															
FEIJÃO						o																														
MANDIOCA							o																													
MILHO								o																												
PASTAGENS									o																											
SORGO COLMO										o																										
SORGO PONTAS											o																									
CARNES												o	o	o																						
LEITE												o	o	o																						
OVOS												o	o	o																						
ESTERCOS												o	o	o	x																					
ÁLCOOL																																				
BIOFERTILIZANTES																																				
BIOGÁS																																				
BAGAÇO																																				
ELETRICIDADE																																				
LENHA																																				
VINHOTO																																				
GASOLINA																																				
DIESEL																																				
CLP																																				

OBS.: x Usos alternativos
o Fontes de produção

As restrições são constituídas pelo conjunto de limitações ou imposições a que estão sujeitas as atividades do modelo. Há restrições devido à escassez dos recursos da localidade bem como restrições impostas ao modelo como níveis mínimos de produção de energia, de alimentos, de emprego da mão-de-obra ou ainda limitações impostas por condições ecológicas.

Conclusões

Verificou-se que a comunidade de Três Coroas pode aproximar-se da meta de auto-suficiência em energia e alimentos através da exploração adequada do seu potencial agrícola e energético. O uso do potencial agrícola de acordo com as recomendações técnicas para cada cultura permitiu significativo aumento da produção de alimentos e a utilização do potencial energético (área disponível para o plantio de cana-de-açúcar, reflorestamento, potencial hídrico, potencial eólico e instalação de biodigestores) permitiu substituir a maioria da energia fóssil importada por energia renovável.

Tal possibilidade exige um levantamento da disponibilidade do solo, segundo suas categorias e seu uso, deve ser realizado de tal forma que as terras próprias para a lavoura sejam reservadas para a produção de alimentos e que a produção de culturas energéticas se realizem em outras categorias de solo de modo a se evitar a competição destas com a produção de alimentos.

A produção de energia a partir da biomassa para a substituição das necessidades de energéticos importados mostrou-se economicamente viável:

1. O uso de lenha para cozimento mostrou-se competitivo com GLP substituindo-o tanto no setor urbano como no setor rural. A lenha apresenta um custo de oportunidade 60% menor que o GLP e seu uso proporciona uma economia de 12.970 butijões de 13 kg de GLP por ano, apenas nas atividades de cozimento.

2. Os resultados da programação linear indicaram que para o uso em chuveiros, estufas e ferro de passar roupa, a geração de calor é um dos menos nobres usos da energia elétrica, pois há grandes perdas nesta transformação energética. Por outro lado, cada metro cúbico de lenha equivale em TEP a 415 Kwh. Assim, mesmo que o rendimento calorífico da lenha seja de 30%, isto é, 124,5 Kwh, seu custo de oportunidade será de Cr\$ 0,77 contra um custo de oportunidade de Cr\$ 3,74 por Kwh de eletricidade. Dessa forma, pelo modelo se verificou que toda a eletricidade para chuveiros, estufas e ferros elétricos deveria ser substituída por lenha.

3. A produção de álcool na comunidade foi competitiva com a importação de gasolina. O preço de mercado a varejo da gasolina (jun 80) foi de Cr\$ 34,50 o litro, enquanto que o custo de oportunidade de produção de álcool foi de Cr\$ 17,00 o litro. A estes níveis de preço o álcool seria produzido de modo competitivo e principalmente para o consumo local. Conseqüentemente não seriam importados 1.477.140 litros de gasolina proporcionando uma economia líquida de Cr\$ 15.593.187,00 (já computada a despesa de álcool necessário para a substituição da gasolina).

4. A produção local de álcool seria competitiva com a importação de álcool produzido em outras regiões. Isto deveu-se ao fato do preço de mercado a varejo do álcool ter sido de Cr\$ 18,20 o litro, ao passo que o custo de produção dentro do modelo foi de Cr\$ 17,00 o litro. A este nível de preço, 7,59% menor que o preço de importação, a produção de álcool na comunidade apresentou-se competitiva, principalmente para o consumo local.

5. A combinação de produção de energia "biodigestores e miniquedadas" foi a indicada pelo modelo como solução para o fornecimento de iluminação e refrigeração ao setor rural-2 o qual não dispõe de tais usos de energia. Esta combinação de energia seria mais competitiva que o GLP para a iluminação. Conseqüentemente,

300 propriedades do setor rural-2 deixariam de utilizar GLP para a iluminação e passariam a contar com refrigeração nas suas atividades de produção de leite bem como teriam melhores condições de trabalho e lazer.

6. O álcool não foi competitivo com o óleo diesel nas atuais condições de preços. O óleo diesel teria um custo menor que o custo de produção de álcool na comunidade em 23,6% devido ser subsidiado. Assim, o diesel continuaria a ser importado para suprir toda a sua demanda local. Por outro lado, a produção excedente seria exportada, proporcionando uma receita 1,25 vezes maior que o valor da despesa de consumo de óleo diesel.

7. A produção de culturas energéticas não competiria com a produção de alimentos por terras. O sorgo e a cana-de-açúcar na forma como foram programados (produzidos em terra tipo-1) não participaram da solução, pois, obrigatoriamente competiriam com culturas alimentares pelo recurso altamente escasso, terra-1, cujo custo de oportunidade é muito elevado. Outrossim, o sorgo não pode ser produzido em terra-2 por restrições ecológicas, tendo em vista a alta potencialidade de erosão deste solo. Finalmente, a produção de cana-de-açúcar em terra-2, onde exerce um papel de retenção do solo com custo de oportunidade menor, seria suficiente para suprir a demanda programada e ainda contribuir para a exportação de álcool.

8. O modelo apontou serem necessárias para o atendimento do consumo energético de Três Coroas 13,3 microdestilarias, 4,19 lenheiras, 135,4 biodigestores e 27,4 miniquedadas além da produção e utilização de 16.454 metros cúbicos de lenha pelas propriedades do setor rural.

A produção e substituição de energia na comunidade e conseqüente energização do setor rural proporcionou uma série de benefícios:

1. Além da implantação das unidades energéticas propostas no item 8, acima, o valor da produção agropecuária aumentaria 2,5 vezes em comparação com o valor da situação atual como conseqüência do aumento da produtividade, ampliação da ocupação da mão-de-obra, uso mais racional do solo e introdução de uma nova cultura, a cana-de-açúcar com fins industriais (em terra-2). Ademais a comercialização da cana-de-açúcar pode beneficiar principalmente os pequenos agricultores que produzem tanto alimentos como biomassa para energia, pois, esta pode lhes proporcionar uma receita adicional justamente na época que necessitam recursos para o preparo da safra de verão. No caso de nosso estudo o resultado mostrou que, conforme observado no item 7 destas conclusões, nem sempre os agricultores que produzem em terra-1 são os mesmos que trabalham em terra-2. Podem, neste caso, os agricultores que possuem os dois tipos de terra ser beneficiados com os resultados acima apontados.

2. A substituição de energia importada evitaria a saída da comunidade de recursos financeiros no valor de Cr\$ 59.732.871,00 que tomariam a forma de capital circulante, contribuindo para o fomento das atividades econômicas locais. A exportação excedente contribuiria com mais Cr\$ 13.437.314,80 de receitas e proporcionaria um total de Cr\$ 73.206.185,00.

3. A possibilidade de uso de energia para a iluminação e refrigeração pelas famílias do setor rural-2 que anteriormente não dispunham destes recursos, proporcionaria melhores condições de trabalho e traria consigo maior conforto. Ademais a possibilidade de uso de refrigeração para o leite permitiria a realização de duas

ordenhas diárias do rebanho leiteiro com minimização dos riscos de acidificação do leite contribuindo, assim, para o aumento da renda familiar.

4. A produção de alimentos que na situação atual não atendia às necessidades de autoconsumo do próprio setor rural expandiu-se até atingir os limites impostos ao programa, tornando o setor rural auto-suficiente em alimentos, com exceção do arroz. Contudo, a produção de alimentos é insuficiente para atender o consumo total da comunidade, devido ao esgotamento da disponibilidade de terra.

5. As necessidades de fertilizantes seriam quase que totalmente atendidas pela utilização de adubos orgânicos. A produção de biofertilizantes pelos biodigestores, uso de estrume dos animais e vinhoto das microdestilarias contribuem para o aumento da produtividade da lavoura com minização da importação dos adubos químicos. As exceções são o fósforo, que tem 7,18% das suas necessidades importadas e o calcário que é importado totalmente.

6. O emprego da mão-de-obra teria um aumento de 2,27 vezes comparado com a situação atual. Tal aumento deveu-se principalmente à expansão da atividade leiteira que é intensiva em mão-de-obra e à produção e transformação de biomassa para a produção de energia. Tal fato é importante no sentido que representa geração de renda e aumento do bem-estar.

Implicações

A produção e utilização de energia, de forma descentralizada, a nível de comunidades, cria opções para a realocação dos recursos produtivos do setor rural e a distribuição dos impactos resultantes permite ganhos de benefícios, em termos de aumento do nível de emprego, renda, conforto e bem-estar. Contribui para a fixação da mão-de-obra no meio rural, diminuindo o êxodo rural e seus problemas sociais subseqüentes, contribuindo para a redução da necessidade de investimentos assistenciais, bem como os necessários à criação de novos empregos para a absorção do número crescente de migrantes, nos grandes centros urbanos.

A implantação de um sistema integrado de produção-consumo de alimentos e energia requer assistência técnica-rural adequada quanto ao uso e conservação do solo e adoção de melhores técnicas de produção, a fim de proporcionar aumento de produtividade. Por outro lado, permite melhor aproveitamento das potencialidades da pequena propriedade e da comunidade num sistema de produção em policultura com o aproveitamento dos resíduos agropecuários na própria propriedade (esterco para a produção de biogás; resteva; ponta de cana e bagaço de cana para a alimentação do gado; potencial eólico, potencial hídrico e solar para a produção de energia; potencial agrícola para produção de energia e alimentos). Assim, o álcool poderá ser produzido sem competir com a produção de alimentos.

Todavia há necessidade de melhor organização dos agricultores tanto no processo produtivo como na coleta e comercialização dos seus produtos o que pode perfeitamente ser feito por meio de uma estrutura cooperativa ou outras formas de associativismo. A formação de grupos cooperativos ou outras formas de associativismo possibilita condições mais favoráveis na obtenção de crédito institucional; na obtenção de informações sobre a produção e condições de mercado; na compra de insumos; na barganha de melhores preços e colocação dos seus produtos no mercado.

A comunidade e o agricultor por si só não têm condições de desenvolver um projeto dessa ordem. Isso implica em um programa de extensão e organização rural que conscientize os agricultores e promova a aceitabilidade das soluções propostas; um programa de treinamento e constante assistência aos produtores, principalmente no processo de implantação do projeto.

Neste contexto, cabe ao setor público incentivar e promover tais projetos. Dada a falta de condições financeiras dos pequenos agricultores bem como a impossibilidade de assumirem o risco, caberia ao setor público o investimento inicial do projeto que, se bem sucedido, teria efeitos multiplicativos uma vez que aumentaria o grau de receptividade e seria crescente a participação dos agricultores que, ao se informarem dos resultados de seus vizinhos, estariam dispostos a se integrarem no projeto.

Atenção especial deve ser dada ao fato de que a substituição de energia fóssil por energia renovável reduz o risco de dependência externa tanto no que diz respeito ao agravamento econômico da balança comercial brasileira, como em relação à garantia de suprimento de energia uma vez que importamos cerca de 80% do petróleo internamente consumido. Outrossim, a produção de álcool garante, ao menos parcialmente, o suprimento de energia líquida principalmente aos meios de transporte.

Finalmente é necessário ressaltar que tal estrutura de produção e consumo de energia traz consigo uma nova visão do plano energético que tem os seguintes pontos básicos:

- a) deve estar baseado num zoneamento agrícola que indique as áreas em que a cana-de-açúcar pode ser implantada para evitar que a produção de alimentos seja cada vez mais substituída pela produção de energia, devido ao aumento dos preços do petróleo;
- b) deve favorecer a implantação de pequenas destilarias em regiões de pequenas propriedades, incentivando um sistema de produção de policultura dando oportunidade ao surgimento de agroindústrias de pequena escala e a fixação da mão-de-obra no meio rural;
- c) deve dar maior oportunidade de energização do meio rural, sem a dependência do alto investimento público de baixo retorno, como é o caso da energia elétrica para o meio rural;
- d) deve contribuir para a distribuição dos impactos resultantes da produção de energia no que diz respeito ao aumento do emprego da mão-de-obra e geração de renda, melhoria no padrão de vida do homem do campo e organização mais solidária dos produtores rurais e suas comunidades em torno de objetivos comuns no sentido de maior participação no mercado agrícola e de produtos energéticos; produção de energia para uso comum e substituição de energia.

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, Reinaldo I. **Agricultural Adjustments to Brazil's alcohol program: a regional economic analysis**. Ohio, The Ohio State University, 1979, Thesis (Ph.D).
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO RIO GRANDE DO SUL, 1971, 1980**. Porto Alegre, Fundação de Economia e Estatística, 1972, 1981.
- COMISSÃO ESTADUAL DE ENERGIA. Roteiro para a elaboração do plano energético do Estado do Rio Grande do Sul**. P. Alegre, janeiro de 1982.
- DEHTHER, Aaron. O Brasil frente a crise energética internacional. **Revista de Economia Rural**. Brasília, SOBER, Vol. 19 N. 4 Out/Dez. 1981, p. 635/650.
- FIBGE. Estudo nacional de despesa familiar: consumo alimentar – antropometria**. Rio de Janeiro, 1977.
- MC DONALD, Alen. **Energy in a finite world**. International Institute for Applied Systems Analysis. Luxemburg, Austria, 1981.
- MELLOR, J.W., **O planejamento para o desenvolvimento agrícola**. Rio de Janeiro; O Cruzeiro, 1966. 413 p.
- SECRETARIA DA AGRICULTURA DO RIO GRANDE DO SUL. Zoneamento agrícola: indicação de culturas e disponibilidade de solo a nível de município**. P. Alegre, CEPA-RS, Agosto, 1978, 299 p.
- VARASCHIN, Vitório M. **Microdestilaria – Uma estratégia para o desenvolvimento rural**. IEPE/UFRGS, 1982, Tese (MS).
- VILANI, Daniel. **Avaliação das possibilidades de auto-suficiência energética a nível de pequena comunidade**. IEPE/UFRGS, 1983, Tese (MS).

CONSUMO RESIDENCIAL DE ENERGIA E ALTERNATIVAS DE SUBSTITUIÇÃO POR FONTES E USOS

Reinaldo I. Adams¹
Nelci Maria Giacomini¹
Daniel Vilani²
Nelson Michel¹
Elisio Contini³

RESUMO – O objetivo deste estudo é analisar o consumo residencial de energia e as variáveis explicativas de sua estrutura e de sua expansão para diferentes classes de renda para o meio rural. Visa-se estudar opções do meio rural, de contribuir para a redução da dependência externa de energia e aumentar seu próprio nível de uso de energia para desenvolver a produção agrícola e, assim, propiciar ao agricultor melhores condições de vida para sua permanência no meio rural, contribuindo para aumento da produção.

ABSTRACT – The objective of this study is to develop an analysis of the residential consumption of energy, specially within the rural sector. The goal is to verify options for alternative energy substitution within the farm sector, as well as the possibility of increasing the demand for bioenergy in agriculture, contributing for better conditions of life for farmers, therefore reducing out migration from agriculture.

INTRODUÇÃO

O mercado de energia tem componentes tanto de demanda como de oferta. Os estudos no Brasil tem-se aprofundado principalmente na análise de opções de

¹ Professor Ph. D. do IEPE/UFRGS – Porto Alegre-RS

² Pesquisador MS.c. do IEPE/UFRGS – Porto Alegre-RS

³ Pesquisador Ph. D. da EMBRAPA-DEP – Brasília-DF

oferta e pouco foi feito na avaliação da demanda com vistas a uma maior compreensão das alternativas de conservação de energia, substituição de fontes energéticas, efeitos/preço e renda da demanda, elasticidade/renda e de consumo etc. A elevação dos preços do petróleo, explicados pelo crescente consumo mundial de energia e pela estruturação do mercado mundial de oferta de petróleo, aumentaram as despesas com dívidas no exterior e aumentaram a dívida externa do Brasil. A importação de mais de 70% do petróleo consumido no País enfatiza a necessidade de se poupar energia e encontrar fontes alternativas para substituir o consumo interno.

A política energética nacional executada pelo Ministério das Minas e Energia pode ser resumido nos seguintes itens:

- a) redução da dependência externa em petróleo;
- b) intensificação da utilização de carvão;
- c) intensificação da implantação de usinas hidroelétricas;
- d) desenvolvimento e domínio da tecnologia nuclear para geração de energia elétrica;
- e) substituição de energia de derivados do petróleo por outras fontes como: Energia hidroelétrica, carvão vegetal, bagaço de cana e por fontes de energia não-convencionais, como álcool anidro, xisto, energia eólica, energia solar, energia de marés, madeira, resíduos agrícolas;
- f) Conservação de energia pela maior eficiência de usos.

O consumo de energia primária no país, verificado no período de 1969 a 1979, segundo o Balanço Energético Nacional (1980/MME) mostra crescimento acentuado acompanhando o desenvolvimento econômico do Brasil.

TABELA 1 – Consumo e Estrutura de Consumo de Energia Primária

Energia Primária	Consumo 1969		Consumo 1979	
	1.000 tep	%	1.000 tep	%
1. Não Renovável	24.111	42,9	53.696	45,4
1.1. Fósseis				
Petróleo	21.673	38,5	47.975	40,7
Gás Natural	96	0,2	498	0,4
Carvão Mineral	2.342	4,2	5.123	4,3
Xisto	—	—	—	—
1.2. Nuclear	—	—	—	—
2. Renovável	32.218	57,1	64.189	54,6
2.1. Biomassa				
Álcool	27	—	1.876	1,6
Bagaço de Cana	2.520	4,5	5.489	4,7
Lenha	18.999	33,7	20.469	17,4
Carvão Vegetal	1.191	2,1	2.976	2,6
2.2. Hidráulica	9.481	16,8	33.379	28,3
2.3. Outras Fontes (Solar, Eólica Etc.)	—	—	—	—
TOTAL	56.329	100,0	117.785	100,0

FONTE: Modelo Energético Brasileiro – Ministério das Minas e Energia 1981. p. 15.

O petróleo foi a fonte de maior participação no perfil de consumo, com tendência crescente, passando de 38,5% para 43,8% em 1973, quando atingiu ao máximo de participação e sendo decrescente de 1974 em diante, tendo atingido a 40,7% em 1979. A taxa de crescimento do consumo de petróleo de 69/79 foi de 8,8% a.a., e de 5,3% a.a. no período 76/79.

A energia hidráulica aumentou sua participação no consumo, passando de 16,8% (1969) para 28,3% (1979) com uma elevada taxa de crescimento anual do consumo de 13,4% no período. A energia hidráulica foi responsável por 92% de geração de energia elétrica.

O álcool teve até 1976 uma participação decrescente e insignificante, porém a partir de 1977 passou a apresentar uma participação crescente, tendo atingido a 1,6% em 1979.

Merece destaque especial a lenha, cujo consumo principal é doméstico, sendo substituída gradativamente pelo GLP e pela energia elétrica, não só no setor urbano mas no setor rural. Com uma participação no consumo global de 33,7% em 1969 teve essa participação reduzida para 17,4%.

TABELA 2 – Distribuição do Consumo de Energia no Brasil por Setor de Consumo

Setor de Consumo	Participação do consumo total em 1980	Crescimento percentual ao ano 1976/80	Participação do consumo final 1980
Energético	4,3	5,8	0,8
Residencial	19,9	2,3	61,3
Comercial	4,1	7,8	0,6
Público	2,7	9,2	0,1
Agropecuário	5,3	5,9	15,7
Transporte	21,6	3,2	0,1
Industrial	42,1	8,2	21,4
TOTAL	100,0	5,1	100,0

FONTE: Balanço Energético Nacional – Ministério das Minas e Energia 1981.

Segundo publicações do Ministério das Minas e Energia (Balanço Energético Nacional, 1977) a política Governamental pretende chegar a 1986 com uma estrutura diferente, com o objetivo de reduzir a dependência externa energética do País, no que tange ao consumo do petróleo.

A evolução da estrutura de consumo energético do País está ligado à política do Governo, ao comportamento do mercado, especialmente preços e preferências dos consumidores e às condições de crescimento do País. O estabelecimento de políticas exige conhecimento da realidade do mercado, da sensibilidade da estrutura de preços e das opções de substituição de fontes alternativas.

Assim, o consumo doméstico por energia vai aumentar em função da renda e da pressão populacional, tornando-se necessário para qualquer projeção de demanda doméstica se determinar a influência destas variáveis renda e população. Em segundo lugar torna-se necessário explicar como o consumidor reage a estímulos econô-

micos e variáveis de natureza psicossociais para induzi-lo a mudanças desejáveis na escolha de alternativas energéticas e com isso se obter as opções de substituição de fontes energéticas. Essas condições são muito diferentes entre a população, e os grandes conhecimentos dessas realidades pode ser um instrumento de política de ação.

TABELA 3 — Consumo Residencial de Energia no Brasil por Fontes de Energia. (TEP. 10³).

Fonte de Energia	Tonelada Equivalente de Petróleo (10 ³)					% 1980
	Ano	1976	1977	1978	1979	
Lenha	14.489	14.091	13.780	13.450	13.261	56,5
GLP	1.896	2.035	2.238	2.474	2.685	11,5
Querozene	244	258	270	293	242	1,0
Gás Canalizado	136	131	133	137	136	0,6
Eletricidade	4.314	4.969	5.494	6.096	6.811	29,0
Carvão Vegetal	373	362	352	342	334	1,4

FONTE: Balanço Energético Nacional – Ministério das Minas e Energia 1981.

O consumo residencial de energia em 1980 teve uma participação de 19,9% no consumo energético global nacional, ou seja, aproximadamente 1/5, destacando-se a lenha como um dos principais ítems. No consumo residencial a lenha participa com 56,5%, seguido da energia elétrica com 29,0% e gás liquefeito de petróleo com 11,5%, além de outras.

O consumo residencial nacional no período de 1967-1977 aumentou cerca de 50%, enquanto que o consumo global por energia no mesmo período aumentou em aproximadamente 100%, refletindo em parte o crescimento econômico do setor produtivo e em parte a já grande participação do setor residencial. Com a pressão populacional e a elevação da renda o consumo residencial ou doméstico tenderá a se elevar ainda mais. Observa-se também que o consumo de lenha vem decrescendo, substituído pelo GLP e pela eletricidade.

A pressão energética se fará sentir mais sobre as formas de energia: gás liquefeito e energia elétrica; isto porque a lenha, que tem sido a principal fonte energética para uso doméstico até o momento, deverá ter a sua participação diminuída devido ao problema de transporte (custos) e manuseio. Tanto isto é verdade que o consumo de lenha para uso doméstico diminuiu em 9,5% entre 1976 e 1980 e de gás liquefeito de petróleo e energia elétrica aumentaram em 42% e 58% respectivamente no mesmo período.

O meio rural tem uma grande contribuição a dar no sentido de reduzir o consumo e aumentar a oferta de energia. O meio rural pode produzir a energia para seu próprio consumo na maioria dos usos. Outrossim a identificação dos usos e fontes permitirá a descoberta de caminhos para aumentar a energização do meio rural sem pressionar a demanda de fontes de energia fóssil de que o Brasil é deficiente, e evitando os grandes investimentos necessários à distribuição de energia elétrica gerada em grandes centrais elétricas.

Dá a grande importância de se conhecer melhor a estrutura de consumo residencial de energia, seu comportamento e as variáveis que podem afetar a estrutura e a evolução de seu consumo. Finalmente importa analisar a influência do setor energia sobre a estrutura de consumo familiar, tanto no meio urbano das grandes cidades, das cidades médias do interior, como nas pequenas comunidades e no meio rural.

Objetivos:

Geral

Analisar o consumo de energia da propriedade rural como um todo e as suas variáveis explicativas em diferentes comunidades rurais do Rio Grande do Sul.

Específicos

1. Estudar a estrutura de consumo doméstico de energia por suas fontes e seus usos.
2. Analisar as respostas do consumo de energia em suas diferentes formas e variações na relação de preços.
3. Analisar a elasticidade/renda do consumo doméstico de energia.
4. Analisar a relação entre variáveis psicossociais e o consumo de energia doméstica em suas várias formas.
5. Fazer sua análise comparativa das estruturas de consumo e tendências de consumo de energia entre os diversos grupos de população estudados.

Metodologia

a) Área de Estudo

Para o presente trabalho foram selecionadas três regiões que apresentam características distintas quanto à seleção de culturas, sistemas de produção e nível de utilização de energia.

Município de Três Coroas – Localizada na Serra Geral caracteriza-se pela policultura de subsistência. Com insignificante grau de mecanização, região de minifúndios com baixo nível de renda, baixa utilização de energia predominando o uso da lenha. Ressalta-se ainda que nesta comunidade já estão sendo desenvolvidos estudos de possibilidades de auto-suficiência energética com a utilização do potencial energético local e substituição da energia fóssil.

Município de Camaquã – Trata-se de uma área na qual foi implantado o Projeto de Irrigação do DNOS-RS para o aproveitamento de terras de banhado com atividades agrícolas. Nesta área tem-se intensa utilização de energia fóssil para a irrigação das lavouras. A agricultura está baseada no plantio de arroz, milho, soja e pecuária.

Esta região seria uma região intermediária entre a de baixa tecnologia e uso de energia com a de alta tecnologia e uso intensivo de energia com maiores alternativas de produção e substituição de energia.

Município de Passo Fundo – Localizado no Planalto riograndense, caracteriza-se pela produção agrícola de produtos alternadamente cotados no comércio Internacional (como o soja e o trigo), alto índice de mecanização e uso intensivo de energia, principalmente fóssil.

Nesta região há influência da política de incentivo da produção agrícola através do Centro Nacional do Trigo (EMBRAPA).

Estágio atual da pesquisa

O projeto iniciou-se em 1984. Está sendo desenvolvido o material de coleta de dados, bem como a preparação da comunidade e a seleção da amostra para o levantamento de dados de campo.

BIBLIOGRAFIA

- BARROS, Ricardo P. e BOLUDA, Luiz Carlos. **Consumo de energia para cocção – Análise das informações disponíveis.** IPEA/INPES/GRUPO DE ENERGIA. nº 13 – 1983.
- Electric Power Research Institute (EPRI) (1976) **Lor-range Forecasting Properties of State-of-the-Art Models of Demand for Electric Energy.** Palo Alto.
- Gill, Gurmukh S. & Maddala, G. S. (1978), **Residential Demand for Electricity in TVA Area,** in Maddala, et.al., op.cit.
- JITENDAR S. – **An Allocation Model for Consumer Expenditures – Agricultural Economics Research.** Vol. 32, nº 1, January 1980.
- Jorgenson, Dale W. (1977) **Consumer Demand for Energy,** in Nordhaus, op.cit.
- MATA, Milton. **Consumo de Energia no Meio RURAL.** IPEA/INPES/GRUPO DE ENERGIA, nº 14. 1983.
- MICHEL, Nelson E. **Pesquisa de Orçamentos Familiares da Classe de Operários da Indústria de Transformação de Porto Alegre, 1970. Reestruturação do Índice de Preços ao Consumidor.** Porto Alegre, IEPE/UFRGS, 1971.
- OLIVEIRA, Rosa L. & ARAÚJO, T. **Energia no Brasil nos Próximos 20 Anos: Três Cenários Alternativos.** Rio de Janeiro, UFRJ. COPPE, 1980.
- PINDYCK, Robert S. – **International Comparisons of the Residential Demand for Energy.** *Europeau Economic Review* 13 – North-Holland PU. Co. 1980

SCHAMSAVARI, Ali. A critical look at the theories of household demand for energy. IPEA/INPES/GRUPO DE ENERGIA n° 8 – 1982.

Taylor Lester D. (1977). The Demand for Energy: A survey of price and income elasticities in Nordhaus, op. cit.

CAPÍTULO 3
POLÍTICA ENERGÉTICA A NÍVEL REGIONAL

**PROGRAMAÇÃO MATEMÁTICA DE SISTEMAS
AGRÍCOLAS DE BIOENERGIA¹**

*Fernando Curi Peres²
Elmar Rodrigues da Cruz³
João Pizysiezniç Filho⁴*

RESUMO — Trata-se de pesquisa em andamento utilizando programação matemática multiperiódica de números inteiros para modelar efeitos sobre sistema agrícola de empresas da região de Campinas, SP, resultantes da introdução de equipamentos de auto-suprimento energético a nível de propriedade e do aproveitamento de seus subprodutos. Resultados preliminares indicam a viabilidade do sistema de produção de energia desde que seja permitida a venda do álcool excedente e que haja financiamento dos equipamentos nos moldes do PROÁLCOOL.

Termos para indexação: modelagem matemática, programação linear e sistema de bioenergia.

MATHEMATICAL PROGRAMMING OF ON FARM BIOENERGY SYSTEMS

ABSTRACT — The paper is a report on a going research using multiperiodical mathematical programming with integer numbers to assess the effects on the present agricultural system of farms in the region of Campinas, SP, resulting from the

¹ Trabalho apresentado no XXI Congresso da SOBER.

² Eng. Agrônomo, Ph. D., Professor do Deptº de Economia e Sociologia Rural da ESALQ-USP, CEP 13.400 — Piracicaba, SP.

³ Economista Ph. D., Pesquisador do DEP-EMBRAPA. Ed. Venâncio 2.000 — Sala 911 — CEP 70.333 — Brasília, DF.

⁴ Eng. Agrônomo, Pós-Graduando em Economia Agrícola da ESALQ/USP.

introduction of a bio-energy system. Preliminary results suggest that the system can be viable, provided that the alcohol produced is allowed to be sold, and the equipment of the alcohol mills be subjected to the financing conditions of PROALCOOL (The National Program for Alcohol Production).

Index terms: mathematical modelling, linear programming, bio-energy system.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

1. Monocultura e Economia de Escala

O PROÁLCOOL tem sido acusado de ser um programa concentrador de renda. De fato, seria desejável que a produção de álcool pudesse ser feita em unidades menores, sem os inconvenientes atuais da agroindústria canvieira, a qual apresenta uma tendência marcante para a monocultura nas regiões onde ela se implanta. Além disso, a história da indústria canvieira indica a existência de economias de escala no setor, como sugerem os dados de crescimento das usinas e destilarias nos últimos anos. Até a bem pouco tempo, eram consideradas mais econômicas as destilarias de 90.000 litros/dia; em seguida, esse parâmetro passou a 120.000 litros/dia; e hoje o módulo econômico já está por volta de 150.000 litros/dia (PERES 1983).

A Tabela I mostra a evolução da cana-de-açúcar moída para produção de açúcar e álcool no Estado de São Paulo e o número de unidades (usina e/ou destilaria) produtoras. Há uma clara tendência de aumento da cana moída por unidade, como pode ser visto na última coluna da tabela. Isto sugere a existência de economia de escala, pelo menos na fase industrial da produção de açúcar e álcool.

A tendência de aumento no tamanho das unidades produtoras pode ser melhor descrito com o auxílio de um modelo matemático (PIZYSIEZNIG e BARROS 1984):

$$Y_t = Ae^{(\beta_1 t + \beta_2 Dt)} \cdot \varepsilon,$$

onde:

Y_t = quantidade média de cana moída por unidade de produção no ano t .

t = tempo em anos.

Y_t = quantidade média de cana moída por unidade de produção no ano t .

t = tempo em anos.

D = variáveis binária com valor zero para as observações antes da entrada das destilarias autônomas e valor um para os anos seguintes (a partir de 1975).

ε = erro aleatório.

A, β_1, β_2 = parâmetros a serem estimados.

TABELA 1 – Número de unidades de produção de açúcar e álcool, total de cana moída e média de cana moída das safras de 1970/71 a 1980/81 no Estado de São Paulo.

Safra (1)	Número de Unidades ^{a/} (2)	Cana Moída (mil ton) (3)	Média de Cana Moída/Unidade (3) ÷ (2)
1970/71	93	27.990	301,0
1971/72	90	29.083	323,1
1972/73	88	31.821	361,6
1973/74	85	37.584	442,2
1974/75	83	34.984	421,5
1975/76	80	30.400	380,0
1976/77	79	41.554	526,0
1977/78	81	53.484	660,3
1978/79	82	55.686	679,1
1979/80	90	61.200	680,0
1980/81	100	68.840	688,4

^{a/} Número de usinas de açúcar mais o de destilarias autônomas.

FONTE: MIC-IAA – Relatórios Anuais da Delegacia Regional de São Paulo.

A função estimada pelo método de mínimos quadrados é dada por:

$$\hat{Y}_t = 252,9e^{0,1324t - 0,03238Dt} \quad R^2 = 91,52\%$$

(0,03828) (0,02905)

Os testes de hipótese a 5% de probabilidade de erro tipo I rejeitam $\beta_1 = 0$ em favor de $\beta_1 > 0$ e não permitem rejeitar $\beta_2 = 0$ contra $\beta_2 \neq 0$ embora o valor estimado do coeficiente seja maior que o respectivo desvio padrão.

Derivando-se \hat{Y}_t em relação a t e dividindo-se por \hat{Y}_t obtém-se a taxa anual instantânea de crescimento da escala de produção da indústria canavieira em São Paulo.

$$\frac{d\hat{Y}_t}{dt} \cdot \frac{1}{\hat{Y}_t} = \bar{\beta}_1 + \bar{\beta}_2 D$$

Como β_2 é estimado como estatisticamente nulo a taxa anual instantânea de crescimento pode ser considerada como $\beta_1 = 0,1324$ ou 13,24% ao ano.

Com essas evidências seria justificável o gasto dos limitados recursos da pesquisa em testes de viabilização econômica de mini e microdestilarias? A menos que surjam

radicais modificações tecnológicas capazes de eliminar as atuais economias de escala da indústria canaveira, a pergunta acima receberia, em geral, uma resposta negativa. Condições especiais de acesso ou a localização de um mercado consumidor particular a longas distâncias dos centros produtores podem, naturalmente, viabilizar unidades produtoras menores que as macrodestilarias. Entretanto, no caso das microdestilarias há ainda outros fatores que precisam ser considerados.

2. Interações no sistema agrícola

As microdestilarias podem muito bem se viabilizarem se forem consideradas as interações e possíveis externalidades entre a atividade produção de álcool e outras atividades de uma empresa agrícola. Alguns exemplos podem esclarecer melhor esta proposição: uma das operações onde parece ser difícil conseguir uma eficiência semelhante a das grandes destilarias/usinas é na extração do caldo com pequenas (e poucas) moendas, características das microdestilarias. Ora, se o bagaço produzido pela microdestilaria vai ser usado na alimentação animal, a sua relativa riqueza em sacarose pode ser aceitável ou mesmo desejável.

Um outro exemplo é dado pelo uso da vinhaça na produção do biogás e lodo, através da biodigestão. Em uma propriedade diversificada o menor custo de transporte da vinhaça ou lodo para áreas plantadas com as diversas culturas pode aumentar muito a atratividade dessa forma de adubação orgânica. Por exemplo, no caso dos cerrados, o controle da matéria orgânica do solo está se tornando o principal elemento de aproveitamento do solo e, com a eliminação dos subsídios creditícios para a aquisição de fertilizantes minerais, tudo indica que a adubação orgânica terá sua importância aumentada a cada dia, naquelas regiões.

Os benefícios e os custos de um projeto de implantação de uma microdestilaria não podem, desta maneira, serem avaliados com técnicas que não utilizem enfoques de sistema como, por exemplo, a orçamentação parcial. Isto porque não há como considerar os preços relevantes neste tipo de avaliação: os preços-sombra ou custos de oportunidade. Os ganhos na recuperação dos solos dos cerrados ou na engorda dos bovinos podem compensar em muito uma relativa ineficiência no processo de extração do caldo ou em outras fases do processo produtivo das microdestilarias. Numa análise de benefício/custo de um projeto de microdestilarias todas estas interações precisam ser consideradas.

3. Objetivos

Com a finalidade de medir os benefícios e os custos da implantação de um sistema energético alternativo em propriedades da região de Campinas, levando em consideração as interações entre as diversas atividades da empresa, o trabalho objetiva:

1. Modelar o sistema agrícola de uma propriedade na região de Campinas, SP, através da programação linear de números inteiros de modo a levar em conta os efeitos da introdução de microdestilarias/biodigestor para auto-suprimento energético e do aproveitamento dos subprodutos no sistema como um todo.

2. Através dos resultados do modelo, medir os efeitos sobre a renda, composição das atividades e alocação de recursos advindos da introdução de um sistema de auto-suprimento energético ou de produção de energia renovável.

Para tais fins, o modelo precisa ser dinâmico porque pretende analisar investimentos que extravasam um período (ano), de números inteiros porque alguns fatores não são divisíveis, o que está na própria essência da existência de economias de escala. A programação linear é utilizada por que permite trabalhar com um número grande de variáveis, requerimento imprescindível para a modelagem de uma propriedade agrícola diversificada. Ela permite ainda considerar as alternativas de venda ou de uso de um produto agrícola como insumo na produção de outros bens, capturando assim, as interações entre as diversas atividades de uma empresa rural (ANDERSON *et alii*, 1977 e GASS, 1975).

O modelo incorpora a expectativa de inflação do agricultor, o que permite imbutir no critério de decisão os subsídios esperados do crédito agrícola, admitindo ainda a possibilidade de aplicação de recursos de caixa da empresa no mercado financeiro como custo de oportunidade do uso dos recursos nas diversas atividades agropecuárias.

O horizonte de planejamento considerado é de dez anos, sendo que os investimentos correspondentes ao uso de formas não convencionais de energia – microdestililaria, biodigestor com gerador de eletricidade e aquisição de tratores a álcool – só podem ser feitos no primeiro ano. A microdestililaria, com capacidade de até 2.000 litros de álcool/dia e o biodigestor com o gerador de eletricidade, são atividades que só podem tomar valores inteiros. Permite-se o aproveitamento do vinhoto da microdestililaria para as lavouras, bem como o biofertilizante do biodigestor. Como resíduo da cultura de sorgo sacarino considera-se a produção e venda de grãos a preços equivalentes a 80% dos previstos para o milho.

O modelo, que incorpora uma expectativa inflacionária de 80% ao ano, considera somente duas tecnologias para cada cultura: com adubação química e com a metade da dose da adubação química mais adubação orgânica (em equivalentes de cama de frango). A empresa tem área explorável de cerca de 1.000 ha dos quais 366 próprios para cultivos intensivos e os demais podendo ser utilizados somente como pastagens naturais. As culturas de cana-de-açúcar, milho, algodão, sorgo e soja, além de explorações de engorda de frangos, engorda de bovinos (confinados) e criação e recria de bovinos em pastagens naturais, são as atividades de produção consideradas. As tecnologias escolhidas foram, em geral, as que participavam dos planos ótimos de um modelo de programação linear (em condições de risco) de curto prazo, desenvolvido para uma empresa semelhante e descrita em AZEVEDO e PERES (1982).

O modelo considera, desagregadamente, cada um dos quatro primeiros anos do horizonte de planejamento e pressupõe que do quinto ao décimo ano tenha sido atingido a estabilidade anual das diversas atividades. O ano agrícola é, por sua vez, subdividido em quatro subperíodos (trimestres). Assim, a determinação da solução ótima pode ser feita em cada ano, com um horizonte de planejamento de dez anos. No ano seguinte, novas informações podem ser incorporadas e determinada a nova solução ótima. O modelo permite, portanto, ser aplicado de maneira recursiva. Com isto, é possível atualizar-se anualmente certos coeficientes, de modo a incorporar progresso tecnológico.

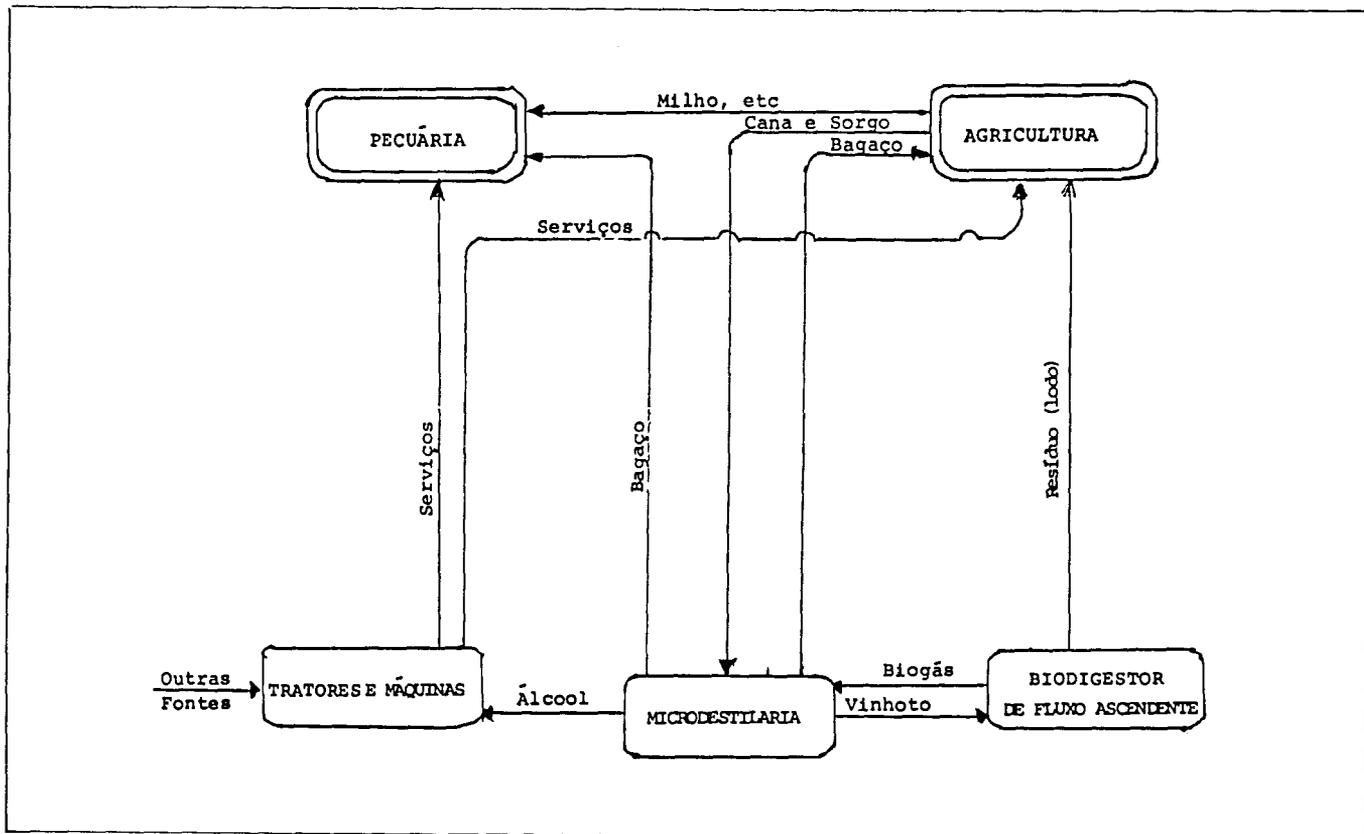


FIGURA 1 - Modelo de Integração de Fontes Energéticas - Propriedade Rural

e às necessárias restrições de não negatividade.

Onde:

ρ = taxa de desconto;

o vetor $(p_i, g_j, Cl_i, f_e, v_i)_t$ é definido como a transposta do vetor coluna das variáveis (atividades).

onde cada componente é, por sua vez, um vetor, sendo:

P_i^t = vetor das atividades de produção

g_j^t = vetor das atividades de gastos com insumos

Cl_i^t = vetor das atividades de crédito de custeio

f_e^t = vetor das atividades de aplicações no mercado financeiro

v_i^t = vetor das atividades de venda de produtos gerados no sistema.

De maneira semelhante $(K_s, CK_s)_t$ são vetores transpostos onde:

K_s^t = atividades de investimento em microdestilaria, biodigestor, tratores, cultivos de cana-de-açúcar e confinamento de bovinos, já que o confinamento começa em um ano agrícola (maio) e termina no ano agrícola seguinte (outubro).

CK_s^t = são as atividades de financiamento dos investimentos.

Ψ = é o vetor das contribuições (positivas ou negativas) de cada atividade na formação da renda líquida (anual).

ϕ = é o vetor dos valores presentes das contribuições das atividades de investimento e seu financiamento na formação da renda líquida. Deve-se notar que os elementos de A_T^t (atividades de transferência de produtos/fatores entre períodos de um ano e entre anos) não aparecem na função objetivo devido à pressuposição de que são nulos os custos de armazenagem.

Ω = $(P \mid G \mid CC \mid F \mid V)$ é a matriz dos coeficientes que refletem as restrições tecnológicas e institucionais das atividades anuais. Ω é composta das matrizes P, G, CC, F e V, respectivamente, matrizes de coeficientes de produção, aquisição de insumos, crédito de custeio, aplicações financeiras e vendas. A_1, A_2, \bar{A} e \bar{A} são matrizes cujos elementos são coeficientes dos vetores de transferências de produtos/fatores entre períodos e de transformação de um produto em fator de produção.

$(K_{t+k}^t \mid CK_{t+k}^t)$ para $k = 0, 1, 2, 3$ e 4 é a matriz dos coeficientes que refletem as restrições tecnológicas e institucionais das atividades K_S^t e CK_S^t ou plurianuais (confinamento de bovinos, produção de cana, investimento em microdestilaria, biodigestor e tratores) e dos créditos destes investimentos. As atividades de investimento em microdestilaria e em biodigestor só foram permitidas tomar valores nulos ou iguais à unidade devido à pressuposição de indivisibilidade destes investimentos. O modelo é, desta forma, um caso de programação com números inteiros. Estes investimentos foram, no entanto, permitidos somente no primeiro ano. Assim, no caso do não investimento no final do primeiro ano, o modelo pode ser realimentado com novas informações e rodado novamente, de maneira recursiva, bastando redefinir a variável t .

O horizonte de planejamento considerado foi de 10 anos. Como pode ser visto na matriz das restrições, o último bloco corresponde à condensação do 5º ao 10º, admitindo que a produção já estaria estabilizada neste período.

É preciso notar que no cálculo dos vetores de preços foi considerada uma inflação esperada de 80% ao ano durante o período. Portanto as atividades financeiras (CC_i^t e CK_i^t) incorporam esta expectativa inflacionária.

b = é o vetor das restrições de solo, de mão-de-obra, de capital operacional, de máquinas e equipamentos e de estoques de insumos. Finalmente, os índices

t = tempo em anos ($t = 5$ corresponde ao período de 5º ao 10º ano);

i = culturas anuais e produção de álcool, biogás e energia elétrica; a diferentes tecnologias para uma mesma cultura, correspondem diferentes valores de i ;

j = os insumos adquiridos;

e = trimestres do ano;

s = culturas bi e plurianuais e investimentos;

r = insumos/produtos transferidos entre períodos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matriz descrita no item anterior contém cerca de 500 colunas (atividades) por 400 linhas (restrições). Estas dimensões foram ampliadas/reduzidas à medida que eram permitidas atividades de venda de álcool e/ou aplicações de recursos no "open market" caracterizando os cenários descritos a seguir.

1. Composição das atividades

Os resultados das tabelas 1 e 2 são baseados em seis cenários distintos de modo a levar em conta diferentes opções que interessariam ao agricultor. Os cenários são os seguintes:

1. Investimento no sistema de energia (microdestilaria e biodigestor) com aproveitamento dos subprodutos, com opção de aplicação de recursos no "open market" e com possibilidade de venda de álcool.

2. Ausência de sistema de energia e seus subprodutos, e com opção de aplicação de dinheiro no “open”.

3. Investimento no sistema de energia, com opção de “open”, mas sem a venda do álcool.

4. Investimento no sistema de energia, sem opção de aplicação no “open”, com venda de álcool permitida.

5. Ausência do sistema de energia, e sem opção de “open”. Esta é a situação mais típica dos agricultores ditos tradicionais que não estão engajados na opção do mercado aberto.

6. Investimento em sistema de energia, sem opção de “open” e sem venda de álcool.

A Tabela I ilustra os resultados para os cenários 1 e 2, detalhando ano a ano os níveis das alternativas mais importantes da propriedade. Por razões de espaço foram omitidos os níveis de atividades que entraram na solução, mas são consideradas como auxiliares, tais como compra de mão-de-obra e fertilizantes nos diversos períodos, e assim por diante.

Observe-se que na ausência do sistema de energia, entra a atividade milho na solução, inicialmente baseado apenas em adubação química, mas a medida que o adubo orgânico vai se tornando disponível (a parte não utilizada para o algodão) passa a predominar o cultivo de milho com metade da adubação orgânica.

Com o sistema de energia o milho passa a ser substituído por sorgo, pois este não somente serve para a produção de álcool como também para a venda de grãos. Observe-se que a propriedade tem a sua renda líquida aumentada (em termos de valor presente) com o sistema energético, uma vez que presume-se que o álcool produzido pode ser vendido em parte ou no todo.

A Tabela 2 apresenta o resumo geral dos resultados, tendo em vista os últimos cinco anos (estabilidade) da propriedade. As duas primeiras colunas repetem parte dos resultados da Tabela 1, para fins de comparação. Veja-se que no terceiro cenário (sem venda de álcool) a renda da propriedade cai abaixo do nível encontrado no cenário dois. Isto significa que a venda de álcool tem papel importante na rentabilidade do sistema de energia. Este fato deve-se, provavelmente, ao subsídio dado ao óleo diesel (ou ao álcool produzido, dependendo de como é visto o processo de fixação dos preços) cujo preço, relativamente ao álcool, faz com que seja mais vantajoso ao proprietário vender todo o álcool produzido e comprar diesel. Esta indicação do modelo, que é resultado de distorções na política de subsídios, supere o que deveria ser feito caso o agricultor desejasse maximizar sua renda. Isto não significa necessariamente que esta deva ser a melhor opção do ponto de vista da sociedade. O fato destes resultados apontarem distorções, sugerem possíveis opções de política de Governo. Caso o preço do óleo diesel fosse mais caro certamente o agricultor utilizaria parte do álcool produzido. Com rodadas adicionais ou análise paramétrica, pode-se facilmente determinar qual o preço do diesel que torna desvantajosa para o agricultor a sua aquisição.

2. Preços-Sombra

Um dos resultados mais relevantes que a programação matemática fornece é a análise dos preços-sombra para os fatores de produção e para as atividades.

TABELA 1 – Síntese dos Cenários um e dois, detalhados ano a ano.

Ano/Cenário		1º Ano (1980/81)		2º Ano		3º Ano		4º Ano		5º ao 10º Ano- Estabilidade	
		Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois	Cenário Um	Cenário Dois
Milho (ha)	Química		97,4	1,6	99,7		–		–		–
	1/2 Química				21,5		121,8		97,4		120,7
Algodão (ha)	Química										
	1/2 Química	193,2	243,6	230,7	243,6	230,7	243,6	230,7	243,6	242,2	243,0
Soja (ha)	Química										
	1/2 Química	42,9									
Cana (ha)	Química										
	1/2 Química	11,8	0,7	8,2							1,4
Sorgo (ha)	Química										
	1/2 Química	118,1	24,4	113,8	0,6	115,3	–	115,3	24,4	121,1	0,8
Conf. Bov. (25 Cab.)	–	6,0	6,0	6,0	6,0	3,7	3,5	–	–	6,0	6,0
Bov. Ext. (Unid. Vacas)	–	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3	148,3
Aves (1.000 Unid.)	–	22	22	22	22	22	22	22	22	22	22
Prod. Álcool (100 L)	–	290	–	1.314	–	1.280	–	1.469	–	972	–
Compra Diesel (100 L)	–	575	471	919	464	1.105	586	708	350	788	465

Valor presente da renda líquida (1.000 Cr\$) Cenário um: 131.500
Cenário dois: 126.707

FONET:

TABELA 2 – Resumo geral dos resultados do Plano da Fazenda para o 5º ao 10º ano sob seis cenários.
(Zero = Ausência; Um = Presença).

CENÁRIO				UM				DOIS				TRÊS				QUATRO				CINCO				SEIS			
				M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V	M	B	O	V
				1	1	1	1	0	0	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0
ATIVIDADE																											
MILHO	Q	(381) ^{a/}	ha																								
MILHO	1/2 Q	(382)	ha				120				100														100		
ALGODÃO	Q	(383)	ha																								
ALGODÃO	1/2 Q	(384)	ha				242				243															242	
SOJA	Q	(385)	ha																								
SOJA	1/2 Q	(386)	ha																								
CANA	Q	(387)	ha																								
CANA	1/2 Q	(388)	ha								1															1	
SORGO	Q	(400)	ha																								
SORGO	1/2 Q	(401)	ha				121																			20	
CONFIN. BOVINOS	(390)	(25 cab.)					6				6															6	
BOVIN. EXTENSIVA	(391)	(U.V.)					148				148															148	
AVES	(389)	(1.000)					22				22															22	
PROD. ÁLCOOL	(418-21)	(100 L)					971				0															268	
VENDA ÁLCOOL	(425-28)	(100 L)					971				0															0	
VALOR DA FUNÇÃO OBJETIVO (1.000 Cr\$)							131.500				126.707															111.778	

M = MICRODESTILARIA

B = BIODIGESTOR

O = OPEN MARKET DISPONÍVEL

V = VENDA DE ÁLCOOL PERMITIDA

^{a/} Número de ordem da atividade

FONTE: Resultados do Modelo.

O preço-sombra para um fator ou atividade é “ceteris paribus” o incremento (positivo ou negativo) dado à função/objetivo pelo acréscimo de uma unidade do fator ou atividade.

Assim, por exemplo, pode-se mencionar dois resultados importantes:

- a) para o cenário um, onde se permite investimento no sistema de energia o preço-sombra para o investimento em uma microdestilaria adicional indica um decréscimo na função/objetivo de Cr\$ 5.967.487 (o preço da unidade de produção é de Cr\$ 4.375.000) o que mostra que, em virtude dos recursos financeiros aplicados na microdestilaria terem um custo de oportunidade relativamente alto, a perda em termos de valor presente da renda líquida superaria o custo explícito da Microdestilaria. Já para o cenário dois onde não existe o sistema de energia o investimento em microdestilaria acresceria Cr\$ 9.714.406 à função/objetivo. Estes resultados demonstram então a adequação da microdestilaria às dimensões do sistema agrícola estudado;
- b) um outro resultado interessante do modelo permite inferir que o fator de produção limitante para a expansão da cultura de cana não é a terra, neste caso. Assim, no cenário um (investimento em energia) cada hectare a mais de terra que a empresa fosse obrigada a cultivar (com culturas anuais ou cana-de-açúcar) reduziria a função objetivo em Cr\$ 1.195. Ou seja, neste cenário o fator terra não deveria ser totalmente utilizado para a maximização da renda líquida. Já, no cenário dois (sem a possibilidade do sistema de energia) cada hectare a mais que fosse permitido cultivar acresceria à função/objetivo Cr\$ 16.253. Dessa forma, devido a menor demanda por capital do sistema milho, algodão e soja em relação ao sistema que inclui cana, sorgo e microdestilaria, o capital seria o fator limitante neste último sistema.

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, J.R. *et alii* (1977). *Agricultural Decision Analysis*. The Iowa State University Press.
- AZEVEDO FILHO, A.J.B.V. & F.C. PERES. Competitividade da Cultura de Soja em uma Empresa da Região de Campinas, SP. *Pesq. Agropec. Bras.*, Abril, 1982, p. 599/605.
- GASS, S.I. (1975). *Linear Programming Methods and Applications*, 4th ed., New York. Mc Graw-Hill.
- INSTITUTO DO AÇÚCAR E ALCOOL. *Relatórios Anuais da Delegacia Regional de São Paulo*. Diversos números.
- PERES, F.C. “Minidestilarias e o Proálcool. *Boletim Semestral da FEALQ*, nº 1/2. 1983.
- PIZYSIEZNIG Fº, J. & G.S.C. BARROS (1984). “Uma Medida do Crescimento da Escala de Produção da Agro-Indústria Canavieira no Estado de São Paulo”. *anais do IV Congresso Brasileiro de Iniciação Científica em Ciências Agrárias*.
- WAGNER, H.M. (1975). *Principles of Operations Research*. 2nd. ed. Englewood Cliffs, N.Y. Prentice-Hall.

**COMPETITIVIDADE DA PRODUÇÃO DE CANA-DE-AÇÚCAR
E MANDIOCA PARA FINS ENERGÉTICOS
EM DUAS REGIÕES DO RIO GRANDE DO SUL**

*Nelci Maria Richter**

*Reinaldo I. Adams**

SUMÁRIO – O Rio Grande do Sul é um dos maiores consumidores de energia líquida do Brasil (cerca de 8% do consumo nacional), sendo que Porto Alegre consome aproximadamente 30% do consumo do Rio Grande do Sul. O transporte de álcool onera o produto colocado no Estado. Assim, apesar de algumas restrições quanto a clima, há várias regiões em que pode ser produzido o álcool no Rio Grande do Sul. O objetivo deste estudo foi o de testar a viabilidade dessa produção a partir da cana-de-açúcar e da mandioca. Os resultados indicaram não só ser viável, mas que esses produtos podem contribuir para o maior desenvolvimento das duas regiões estudadas.

ABSTRACT – The State of Rio Grande do Sul consumes about 8% of fossil energy within Brasil and Porto Alegre about 30% of total State consumption. Alcohol transport rises final cost of the product. Therefore the objective of this study is to evaluate the viability of alcohol production within the State. The results indicated that alcohol from sugar-cane as well as from cassava are competitive with gasoline. The production of alcohol contributed also for regional development and increase in demand for labor, with no reduction of food.

* Professores do IEPE/UFRGS.

INTRODUÇÃO

O Brasil enfrenta atualmente dois grandes problemas: Inflação e Dívida Externa. Uma grande parcela destes problemas tem sido explicada pelos altos custos de importação do petróleo que vem onerando a Balança de Pagamentos. Outrossim o preço do petróleo contribuiu para o aumento dos custos de produção, provocando a aceleração da Inflação.

Diante destes problemas tem-se procurado uma saída para se reduzir a importação de energia através da substituição da gasolina automotiva com uso cada vez maior de álcool. A cana-de-açúcar tem sido a principal matéria-prima para a produção de álcool. Entretanto a produção de cana-de-açúcar se acha concentrada em São Paulo e Estados do Nordeste, onerando a distribuição do álcool entre os demais centros consumidores. Transportar álcool significa gastar energia para transportar energia. Segundo ADAMS (1979) a produção de álcool se torna econômica à medida em que for produzida o mais próximo dos centros de consumo.

O Rio Grande do Sul, que é um dos maiores consumidores de gasolina (8% do consumo nacional) poderia dar a sua contribuição na solução destes problemas econômicos. A perspectiva da produção de álcool é importante para o Rio Grande do Sul, pois reduziria sua pauta de importação. Para o CNP a produção de álcool no Sul reduziria os custos de transporte do produto.

Assumindo-se a viabilidade técnica da cana-de-açúcar e da mandioca, o que pode ser comprovado por estudos técnicos da Secretaria da Agricultura do Estado do RS, procurou-se neste trabalho fazer uma avaliação de competitividade destas culturas e de alguns defeitos de sua implantação no RS em regiões próximas a Porto Alegre. Porto Alegre consome aproximadamente 30% da gasolina do Estado.

De forma geral pretendeu-se contribuir para o conhecimento das possibilidades de produção de álcool no RS.

Especificamente foi estudada a competitividade da cana-de-açúcar e da mandioca para fins energéticos a nível de produtor rural e da região, considerando-se as limitações de recursos e a manutenção da produção de alimentos na região.

Além disso procurou-se avaliar a repercussão de aumentos nos preços de energia e mão-de-obra familiar sobre essa competitividade.

A área de estudo abrange: uma região que faz parte da área preferencial para a expansão da cana no Rio Grande do Sul e é composta pelos municípios de Santo Antônio, Osório, Torres e Gravataí e uma região que faz parte da área preferencial para a produção de mandioca, englobando os municípios de Triunfo, Taquari, Portão, Canoas, Montenegro e General Câmara.

MÉTODO

O método empregado foi a programação linear. A função/objetivo foi maximizar a Renda Líquida Agrícola Regional, sujeita às restrições de mão-de-obra, terra e capital. O modelo de programação deste trabalho se refere a duas regiões que competem entre si no abastecimento de Porto Alegre. Há também a competição a nível de mercado pelo produto substituído, ou seja, gasolina e/ou álcool importado de São Paulo. Cada região engloba vários municípios que formam um conjunto

suficientemente homogêneo, permitindo sua programação agregada. A partir do modelo básico para as regiões, foram desenvolvidas as análises conforme esquema a seguir:

- a) análise do modelo básico com restrições de máximos e mínimos de uso de terra para diversas culturas para permitir a manutenção da estrutura de produção vigente nas regiões. Máximo de mão-de-obra e capital em função das disponibilidades na região por tipo de fator durante os anos 78/80;
- b) devido ao alto nível de restrições do fator capital, em especial o uso de trator, retirou-se a restrição de uso de máquinas, criando-se a competição maior entre o uso mais intensivo de mecanização ou de mão-de-obra;
- c) como as culturas energéticas ficassem limitadas ao seu máximo, liberou-se essa restrição, permitindo-se a expansão da produção de álcool até o suprimento total do mercado. A partir daí, parametrizando-se preços de energia e de mão-de-obra, foi possível observar os limites de expansão das culturas energéticas, sob a restrição da produção mínima de alimentos e a geração dos respectivos custos de oportunidade.

Para fins de análise, parametrizaram-se também a área de produção das culturas energéticas, mandioca e cana-de-açúcar, para fins de energia e os preços das culturas energéticas.

O ano de análise foi 1980. Os preços dos fatores de produção e produtos foram obtidos pela média dos anos de 1978 a 1980 inflacionados para 1980.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

Este estudo examinou a viabilidade econômica de expansão da cana-de-açúcar e da mandioca para a produção de álcool em duas regiões propícias a estas culturas, localizadas próximas ao centro de consumo Porto Alegre.

Pelos resultados do estudo verificou-se que:

1. Tanto a cana-de-açúcar como a mandioca, são culturas economicamente viáveis para a produção de álcool nas regiões estudadas, aos níveis atuais de preço da gasolina. Observou-se um custo de oportunidade alto para estas culturas, sendo que variações de preços não afetaram sensivelmente a quantidade ofertada. Esse resultado nos leva a concluir que, assumindo custos de transformação em álcool semelhante aos de outras regiões, a produção de energia, de modo especial álcool de cana-de-açúcar e de mandioca são também viáveis no Rio Grande do Sul. Isso ainda é reforçado considerando os altos custos de transporte do álcool vindo de outras regiões.

2. Consistente, com suas disponibilidades de recursos, as regiões de programação de cana-de-açúcar e mandioca podem contribuir para a manutenção da oferta de produtos alimentares, mesmo com a produção adicional de biomassa para energia.

De acordo com as imposições dos modelos básicos das regiões de programação deste trabalho, nas relações de preços do ano de 1980, a introdução de matérias-primas energéticas — biomassa para obtenção de álcool — se constituem em aumento da produção porque a disponibilidade de fatores de produção; mão-de-obra, terra e máquinas, a serem incorporadas ao processo produtivo. A região da cana-de-açúcar apresenta maior disponibilidade de fatores de produção que a da mandioca.

Impuseram-se, na programação, níveis máximos e mínimos de área para as diversas culturas, com o objetivo de manter a oferta de produtos alimentares e, assim, evitar a monocultura da cana-de-açúcar e da mandioca. Isso contribuirá para diversificação da produção de modo a minimizar o nível de risco para a economia das regiões em estudo.

3. A expansão das lavouras energéticas, a partir das matérias-primas cana-de-açúcar e mandioca, se verificou, principalmente, por substituição de áreas ocupadas com pastagens destinadas à pecuária de leite e de corte, devido ao seu baixo custo de oportunidade em ambas as regiões de estudo.

Pelo resultado da programação concluiu-se que a maior parcela da expansão das culturas energéticas deverá ocorrer em áreas ocupadas com pastagens. Isto se explica pelo baixo custo de oportunidade da pecuária de leite e de corte em relação às atividades de lavoura em ambas as regiões.

A expansão de áreas energéticas penaliza a pecuária de leite, porque o atual nível tecnológico dessa atividade é baixa, especialmente pelo não-aprimoramento do rebanho, pelo manejo inadequado dos animais e a formulação da alimentação. (PIIRS 1975).

A atividade pecuária de corte decresce em ambas as regiões de estudo a medida que as culturas energéticas se expandem porque a rentabilidade (receita total — custo variável de produção) dessa atividade é baixa e menos competitiva que as culturas energéticas, confirmando assim as conclusões de MIELITZ (1979). Isso se verifica pelo baixo nível tecnológico no manejo do rebanho de corte do Rio Grande do Sul.

4. A simulação de aumentos no preço de energia intensificou-se a substituição de culturas motomecanizadas por não mecanizadas de uso mais intensivo de mão-de-obra.

Ao nível de preços base de Cr\$ 14,98 (preço médio do litro de óleo diesel, 1978/79/80 a preços de 1980) a mecanização deixa de ser competitiva e já se encontra no limite de substituição por tração animal, pois a maioria das atividades que integram a solução ótima empregam a técnica de produção de tração animal e uso intensivo de mão-de-obra.

As culturas motomecanizadas, que integrarão a solução ótima, nas parametrizações de aumento de preços de energia de 20%, 40%, 60%, 80% e 100% do preço base, mostrarão a substituição de técnicas de produção motomecanizadas por técnicas de produção baseada no uso intensivo de mão-de-obra e na força de tração animal. A liberação do uso de trator foi acompanhada por aumento na absorção de mão-de-obra familiar.

5. Os resultados permitem concluir que mandioca com tecnologia melhorada oferece uma boa opção para produção de álcool especialmente na região que abrange os municípios de Triunfo, Montenegro, General Câmara, Taquari, Portão e Canoas. Isso realça uma nova dimensão dessa cultura, uma vez que ela vem sendo cultivada com baixo nível tecnológico, ocupando áreas consideradas inaptas para culturas por causa de sua baixa produtividade.

6. A parametrização dos preços de mão-de-obra familiar não afetou sensivelmente a sua quantidade demandada. Há possibilidade de ganhos de preços de mão-de-obra sem afetar a estrutura e as técnicas básicas de produção. O único efeito será um aumento nos custos de produção, que possivelmente serão transferidos ao mercado.

IMPLICAÇÕES

Para o setor governo, como agente de decisão na formação de políticas agrícolas, o projeto indica viabilidade econômica da produção de álcool no Rio Grande do Sul, apesar de algumas restrições relacionadas com o clima. Estas entretanto são compensadas pelo alto custo de transporte de álcool importado de outros Estados. O apoio do setor público é importante na implantação e implementação dos projetos energéticos no Rio Grande do Sul.

Para órgãos de controle da implantação de projetos das culturas energéticas é importante relacionar áreas bem específicas com vistas ao controle do meio ambiente e evitar a monocultura.

Finalmente para os produtores e empresas a produção de álcool é importante considerar a possibilidade da produção de atividades de pecuária com culturas energéticas visando o aproveitamento integrado do uso dos recursos bem como o aproveitamento dos resíduos.

o

BIBLIOGRAFIA

- ADAMS, Reinaldo. **Agricultural adjustments to Brazil's alcohol program a Regional Economic analysis.** Ohio. The Ohio State University, 1979. Thesis (Ph.D)
- BORGES, Júlio Mario Martins. **Desenvolvimento Econômico, Político Energético e Álcool.** Brasil Açucareiro, Instituto do Açúcar e do Alcool, 198.
- DANTAS, Bento. **Contribuição do Setor Agropecuário para a Solução da Crise Energética.** Brasil Açucareiro, Instituto do Açúcar e do Alcool, nº 3, março 1980.
- GIACOMINI, Nelci M. R. **Competitividade e Efeitos da Produção de Cana-de-açúcar e da mandioca para fins energéticos em duas regiões do Rio Grande do Sul.** IEPE/UFRGS, 1983. Tese Mestrado em Economia Rural.
- MATTUELLA, Juvir. **Economic Aspects alcohol production on Agricultural in Southern Brazil.** Ohio State University, 1980, Teses Ph.D
- MENEZES, Tobias José Barreto. **Etanol o combustível do Brasil.** São Paulo. Ed. Agronômica Ceres. 1980.
- PROGRAMA DE INVESTIMENTO INTEGRADO PARA O SETOR AGROPECUÁRIO (PII-RS). **Estudos Básicos.** Porto Alegre. 5, part. 1,2, 1975/76.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria da Agricultura CEPA/RS. **Possibilidades de expansão das culturas potencialmente energéticas: mandioca e cana-de-açúcar.** Porto Alegre, 1976.
- _____. Secretaria da Agricultura CEPA/RS. **Zoneamento Ecológico e Sócio Econômico para mandioca e cana-de-açúcar.** Porto Alegre, 1976.

_____. Secretaria da Agricultura. CEPA/RS. Estudo da viabilidade da produção de mandioca em escala industrial em 6 municípios do Baixo Taquari e do Baixo Caf – RS. Porto Alegre, 1977.

_____. Secretaria da Indústria e Comércio. Zoneamento de Matérias-primas para obtenção do Álcool no Rio Grande do Sul. Rio Grande do Sul no PROÁL-COOL. Porto Alegre, 1979.

X

RENTABILIDADE DE MICRODESTILARIAS A PREÇOS SOCIAIS: ASPECTOS CONCEITUAIS E ILUSTRAÇÃO EMPÍRICA

*Elmar Rodrigues da Cruz*¹
*Paula Correa Diniz Peixoto*²
*Ágide Gorgatti Netto*³

RESUMO – Visando a complementar diversas análises feitas anteriormente pela EMBRAPA que enfocaram a rentabilidade de microdestilarias a preços de mercado, objetiva este estudo detalhar os aspectos conceituais envolvidos no cálculo de rentabilidade a preços sociais e ilustrar estes conceitos sob uma ótica empírica. Desta forma pode-se usar um denominador comum de análise nos termos recomendados por agências nacionais e internacionais de financiamento como o Banco do Brasil e o Banco Mundial.

Termos para indexação: preço social, custo de oportunidade, energia, micro destilaria e álcool.

ABSTRACT – In order to complement several studies which analysed profitabilities of microdistilleries at market prices, this study intends to specify the conceptual aspects involved in the computation of profitability of microdistilleries at social prices. An illustration of these concepts will follow. Hence it is possible to use a common analytical framework to analyse these units in the terms recommended by national and international agencies such as Banco do Brazil and World Bank.

Index terms: social price, opportunity cost, energy, microdistillery, alcohol.

¹ Economista, Ph.D., Pesquisador do Departamento de Estudos e Pesquisas – DEP/EMBRAPA.

² Eng. Química, Ms.C., Pesquisadora da Diretoria Executiva – EMBRAPA.

³ Eng. Agrônomo, Doutor em Tecnologia Alimentos, Diretor da EMBRAPA.

INTRODUÇÃO

Diversos estudos analisaram a rentabilidade de microdestilarias sob o ponto de vista privado. pela EMBRAPA Cruz et alii (1980), Cruz e Teixeira (1982), Souza Dias et alii (1983) evidenciaram que sob determinadas circunstâncias, e com a manutenção durante a safra de certos índices de desempenho agrícolas e industriais perfeitamente razoáveis, as microdestilarias são rentáveis do ponto de vista do empresário. Pelo PLANALSUCAR/IAA, Gemente et alii (1982) mostraram que as microdestilarias reúnem as condições necessárias para se tornarem rentáveis, obedecendo certos padrões de desempenho. Tais estudos foram realizados a preços de mercado, ou seja, incluindo-se subsídios, impostos, taxas e transferências. Na área do PROÁLCOOL existem diversos estudos a preços privados e sociais, conforme a excelente revisão feita por Pelin (1983). Observe-se entretanto que as microdestilarias ainda não participam do PROÁLCOOL, e nem é a intenção deste estudo avaliar o PROÁLCOOL. Acredita-se que as microdestilarias mereçam apoio por parte do Governo mas não necessariamente que a via seja o PROÁLCOOL. Pleiteia-se este apoio do Governo, pois o desenvolvimento industrial brasileiro tem sido historicamente baseado na utilização de financiamentos governamentais, conforme argumenta Furtado (1982).

Estes financiamentos governamentais tiveram papel preponderante na implantação do parque industrial do País, com linhas de financiamento criadas para grandes, médias e pequenas empresas. Além do Banco do Brasil, responsável pela aplicação de diversos fundos de financiamento, dispõe o Brasil hoje de uma diversificada rede de Bancos de Desenvolvimento e outros agentes financeiros. Destaque merece ser dado ao BNDES, e ao Banco do Nordeste, que apoiam financeiramente empreendimentos privados e estatais no setor de infra-estrutura, concentrando suas aplicações a médio e longo prazos (5 a 20 anos) a baixas taxas de juros, por vezes até negativas em algumas regiões. Para uma revisão das dezenas de fundos de financiamento existentes e seus órgãos coordenadores veja-se Bacha et alii (1974). O PROÁLCOOL se enquadra nesta linha de raciocínio constituindo-se num poderoso fator de desenvolvimento para a indústria alcooleira, com a participação intensa do Banco do Brasil e BNDES como órgãos repassadores de recursos. Neste esforço governamental colaboram inclusive agências internacionais, como o Banco Mundial, tendo este acertado com a CENAL e o Ministério da Indústria e Comércio uma metodologia de avaliação de projetos para a concessão de financiamentos baseada em preços sociais (CENAL (1983)).

Como este é o primeiro estudo a nível de EMBRAPA que aborda as microdestilarias a preços sociais o tratamento metodológico será amplamente detalhado de modo a permitir que outras futuras análises possam seguir os mesmos passos. Os agentes repassadores poderão chegar à determinação da taxa interna de retorno em termos sociais, de modo semelhante ao sistema recomendado pela CENAL em comum acordo com o BIRD.

Observe-se que a microdestilaria do álcool é uma microempresa, e que merece o mesmo estímulo por parte do Governo, daquele propiciado a grandes destilarias ou a outras microempresas voltadas para a produção dos mais diversos bens e serviços.

Mantidas as devidas proporções, o álcool pode ser comparado à produção de leite onde tem acesso o pequeno, o médio e o grande produtor.

O contexto em que se insere este trabalho é que numa economia de recursos escassos e com distorções no mercado, a utilização destes implica num custo de oportunidade, quer seja em capital, mão-de-obra e outros recursos. Assim sendo o custo destes recursos escassos deve ser medido a preços que reflitam o seu custo social que via de regra diferem do custo privado, conforme será visto mais adiante.

ASPECTOS CONCEITUAIS E METODOLÓGICOS

a) Fatores que diferenciam custos sociais e privados

Diversos autores enumeram as razões pelas quais a rentabilidade social de um projeto de investimento difere da rentabilidade privada. Uma excelente revisão deste assunto é dado por Contador (1981) e por Bacha et alii (1974). As principais fontes de divergência são:

- i) existência de substancial margem de subemprego rural em certas regiões do Brasil, bem como generalizado desemprego urbano nas grandes cidades brasileiras. Como consequência a rentabilidade social de projetos no setor moderno pode tornar-se maior que a rentabilidade privada, pois o custo para o empresário da mão-de-obra não qualificada que inclui encargos sociais é superior à sua produtividade marginal numa situação de subemprego;
- ii) não correspondência entre a estrutura de preços domésticos de bens importáveis e os preços internacionais destes mesmos bens, beneficiando as atividades substituidoras de importação e prejudicando as atividades de exportação não tradicionais, não correspondência esta causada por uma política protecionista desacompanhada de uma política promotora das exportações não tradicionais;
- iii) existência de impostos indiretos e de impostos sobre os lucros das empresas, que tornam a rentabilidade privada menor do que a rentabilidade social. Quando estes impostos discriminam entre setores, cabe uma discussão sobre se devem ou não considerar-se os setores que pagam maiores impostos como aqueles em que, *ceteris paribus*, é maior a diferença entre a rentabilidade social e a privada;
- iv) insuficiência da taxa de poupança global da economia, o que, em particular, faz com que, entre projetos de igual rentabilidade, dê-se preferência àqueles com maior taxa de reinvestimento dos lucros;
- v) distribuição da renda em nível pessoal e regional, julgada socialmente inadequada, o que, em particular, faz com que, entre projetos de igual rentabilidade, dê-se preferência social àqueles que gerem maiores benefícios líquidos às classes e regiões mais pobres do País. Aqui a preocupação do analista de projetos é com dimensões adicionais de seus efeitos, dando-se atenção à intensidade de geração de empregos do capital investido.

Estes aspectos aqui mencionados serão alvo de comentários adicionais à medida que cada fator de produção for sendo analisado. Tratar-se-á de analisar os concei-

tos envolvidos nos custos sociais do trabalho, capital e divisas, bem como no cálculo de taxas de retorno. Estes são os conceitos gerais, aplicáveis a qualquer estudo de viabilidade de investimentos com recursos governamentais. Itens específicos de destilarias de álcool serão considerados na seção de ilustração empírica.

Quanto ao nível de análise, segundo CENAL (1983) o chamado enfoque macroeconômico procura confrontar os custos sociais de produção a nível regional, com o valor desta produção também medido em termos sociais. A análise é chamada macroeconômica porque é feita por levantamentos agregados das indústrias existentes em cada região. O custo seria o custo médio regional e assim por diante. O defeito desta abordagem é que embora a baixa eficiência do setor em certa área, possa determinar custos sociais médios superiores ao preço social do produto, nada impede que unidades novas com moderna tecnologia sejam rentáveis na mesma região.

Para contornar-se este problema surge então a opção de analisar-se isoladamente empreendimentos (projetos) específicos, também a preços e custos sociais, que é denominado de enfoque microeconômico. Tal enfoque será o adotado neste trabalho. Observe-se que em geral os fatores de correção entre custos privados e sociais são os mesmos nos dois enfoques, mas trabalha-se aqui com o desempenho individual de uma unidade produtora ao invés de médias regionais.

b) Conceito de Fator de Correção (FC) entre Custos Sociais e Privados

Tratar-se-á aqui de se conceituar os fatores de correção para converter-se os custos privados em sociais, atuando-se principalmente na mão-de-obra (salário) capital (juros) e taxa de câmbio.

Um detalhamento maior a nível individual de despesa poderá ser encontrado na seção que trata da ilustração empírica.

Os conceitos básicos a serem explicitados inicialmente são os de custo de oportunidade e de custo social. A noção de custo de oportunidade deve ser entendida como a produção que se deixa de obter em algum setor da economia ao se empregar um conjunto de fatores no programa ou no projeto que se analisa (Bacha et alii (1974)). Entretanto, Bacha et alii argumentam que em termos de mão-de-obra, o custo de oportunidade não é necessariamente o mesmo que o custo social de um fator.

As primeiras análises que trataram de distinguir entre o custo privado e social de um recurso produtivo consideravam como custo social apenas a produção não realizada em virtude do uso efetivo que se fez do fator (ex. Manual de Proyectos de Desarrollo Economico, AAT/CEPAL, 1958). Nesta ótica os conceitos de custos de oportunidade e custo social eram exatamente iguais. Bacha et alii (op. cit.) mencionam o clássico exemplo da divergência entre custos sociais e privado, o do trabalhador que passa de uma situação desemprego ao engajamento em um projeto. Para o empresário privado o custo dessa unidade de trabalho é o salário a ser pago acrescido dos encargos trabalhistas. Para a sociedade o custo de oportunidade deste emprego seria nulo, pois não houve qualquer perda de produção. O motivo do salário privado desta unidade de trabalho não ser zero é o de existir alguma rigidez nos fatores, não sendo assim totalmente concorrentes os mercados de mão-de-obra.

Desta forma, mesmo que uma região ou país estiver sob substancial desemprego, o salário marginal não cai a zero. Haverá também pressões políticas e de sindicatos e o salário mínimo institucional que são fatores que interferem no mercado de trabalho, impedindo que o salário caia abaixo de algum nível determinado. Em termos da teoria do crescimento, mesmo quando não houver usos alternativos para o trabalhador num dado instante de tempo, o custo social não será nulo, conforme argumenta Bacha et alii (op. cit.) pela consideração de um componente dinâmico. O consumo gerado pelo salário do trabalhador contratado não é um ganho social puro, já que reduz o volume de poupança que se poderia obter caso a mesma produção adicional fosse realizada com menor emprego de trabalho, ou seja, com tecnologia mais intensiva em capital. Uma vez que a poupança atual permite maior consumo futuro, um nível mais elevado de emprego no presente tenderá a reduzir o consumo futuro, pois com a intensificação do uso do trabalho, cairá a produção poupada por unidade de produto. É neste sentido, então, de redução de possibilidades de crescimento a longo prazo, que o custo social de um fator (neste exemplo a mão-de-obra) não é nulo, muito embora possa ser zero seu custo de oportunidade.

Desta forma, Bacha et alii (op. cit.) argumentam que o conceito de custo social de um fator apresenta três características básicas. A primeira é a eficiência de alocação. O uso de um sistema de preços que remunere os fatores exatamente no nível de sua contribuição marginal ao produto tornará máxima a produção de bens e serviços da economia. A segunda característica é impactos (negativos para o fator mão-de-obra) sobre as possibilidades de crescimento que uma unidade adicional de um fator representa, por diminuir o potencial de poupança do sistema. A terceira característica tem grande importância ao custo social da mão-de-obra, que é a minoração do problema de desemprego. Este será mais importante na medida em que maior for o peso da redistribuição do consumo (e de renda) na função de bem-estar da sociedade.

O fator de correção (FC) entre custos sociais e privados procura cobrir o hiato entre estes custos, de modo que a abundância relativa do fator mão-de-obra seja refletida mais de perto, envolvendo as 3 características acima, que vão algo além do estrito conceito de custo de oportunidade. Ressalte-se entretanto que para outros fatores como o capital o custo de oportunidade tende a refletir o custo social, por não estarem envolvidos os aspectos mencionados acima. Mesmo assim como será visto mais adiante, a determinação dos FCs respectivos não é tarefa nada fácil. Observe-se que um $FC = 1$ corresponde à igualdade entre custos privados e sociais, pois ele atua multiplicativamente.

Mantendo-se a tradição de utilizar coeficientes conservadores, conforme Cruz et alii (1980) e Souza Dias et alii (1983), mencionar-se-á nesta análise apenas os fatores de correção mais pessimistas, numa abordagem semelhante à hipótese C mencionada em CENAL (1983), que reflete o cenário mais conservador de preços e custos sociais.

c) O Custo Social da Mão-de-Obra

Segundo Bacha et alii (1974) o custo social do trabalho será sempre inferior ao salário de mercado, pelo desemprego existente ou pela dualidade da economia. É claro que o sentido das possíveis realocações de trabalhadores será do setor tradicio-

nal para o dinâmico. Já que este último é o de maior produtividade, haverá aumento global de produção toda vez que se efetivar uma transferência na forma indicada. Assim, mesmo que não haja desemprego, o custo social será menor que a taxa de salário corrente, pois a perda de produção é a do setor menos eficiente e o salário, em maior ou menor grau, reflete as condições de produtividade em outro setor.

Uma vez admitida a idéia de que o custo social de se empregar um trabalhador não qualificado é inferior ao salário corrente, estar-se-á reconhecendo que a combinação de fatores no processo produtivo encobre uma distorção específica: utilização de menos trabalho por unidade de capital do que se fosse usado para decisão de um sistema "social" de preços. Ao contrário do trabalho, o preço do capital é subestimado no mercado, se comparado com seu custo de oportunidade. Acontece que os governos, na tentativa de manter elevado o nível de investimentos, desenvolvem programas de incentivos cujo efeito final é baixar artificialmente o custo do capital, chegando algumas vezes a taxas negativas de juros reais. Além da taxa de juro, podem ser apontadas várias outras modalidades de barateamento do capital: 1) isenção de tarifas para a importação de equipamento, baixando o preço relativo dos bens de capital; 2) superestimação cambial, tornando menor o preço das importações em moeda nacional; 3) depreciação acelerada, com propósitos fiscais, mas, finalmente, aumentando a lucratividade com o aumento da relação capital/trabalho. No momento de decidir quanto à intensidade de capital do projeto, o empresário toma por base os preços do mercado, que não refletem a escassez relativa dos fatores, em nível global. Então, pela limitação da oferta de capital, permanece uma margem de desemprego de mão-de-obra, deprimindo o volume de produção a cada período. Justamente é o emprego da mão-de-obra que é penalizado pelo governo, pois fica mais caro ao empresário pelos sucessivos encargos trabalhistas.

A proposição de que a maneira de atingir o nível máximo de produção seja através de uma adequada (na realidade, a sugestão é maximizar) relação trabalho/investimento deu origem ao critério da produtividade marginal social, difundido por Chenery (1952), citado por Bacha et alii. A grande objeção do critério é feita por Galenson e Leibenstein (1955), citados por Bacha et alii: embora se maximize o nível corrente do produto, a utilização intensiva de trabalho poderá diminuir o ritmo de crescimento, a longo prazo, conforme argumentado anteriormente.

Não cabe aqui maiores considerações sobre este debate, além do fato de admitir-se a distorção de custos sociais e privados do salário. A metodologia sugerida por Little e Mirrlees (1969) para quantificar-se esta distorção, é bastante popular e será apresentada como em Bacha et alii (op. cit.). Os custos sociais dos fatores vêm de análises parciais; há certa perda de rigor, ganhando-se no entanto em operacionalidade.

O manual de Little e Mirrlees (1969) apresenta a seguinte fórmula para cálculo do custo social do trabalho (CST)

$$(1) \quad \text{CST} = c - \frac{1}{s_0} (c - m), \text{ onde}$$

- c = nível de consumo do trabalhador urbano, medido a custos sociais;
- m = produtividade marginal do trabalho na agricultura;
- s₀ = valor atual de uma unidade de investimento, em termos de consumo.

O que está dito na fórmula acima é que o custo social do trabalho é dado pelo volume de poupança que se deixou de gerar ao se destinar c ao consumo, menos o aumento de bem-estar provocado pelo aumento de consumo ($c - m$). O aumento de bem-estar não é o aumento absoluto do nível de consumo; deve ser dividido por s_0 , que traduz o maior valor social do investimento, quando comparado ao consumo. A expressão (1) pode ser reescrita como: (2) $CST = m + (c - m) \left(1 - \frac{1}{s_0}\right)$, em que CTS é a variável base m , acrescida de um fator relativo ao aumento do consumo que funciona no mesmo sentido de (1): quanto maior s_0 , maior será o custo social do trabalho. Isto é o mesmo que dizer que o custo social do trabalho alto e alta valorização do investimento em termos de consumo são aspectos equivalentes em uma economia.

O valor atribuído a s_0 deve refletir a insuficiência de poupança na economia. Se no limite, o nível de poupança for considerado adequado pelo governo, $s_0 = 1$. Investimento e consumo têm a mesma utilidade social, sendo igual a m o CST. Se, como é de se esperar no caso de países subdesenvolvidos, o governo desejar aumentar a parcela poupada do produto virá: $s_0 > 1$. Neste caso, o governo estará decidindo que a análise social de projetos será usada como meio de se atingir a poupança adequada. $s_0 > 1$ implica $CST > m$. Será tão maior o CST quanto maior seja s_0 , tendendo no limite a igualar-se a c . Este sentido de $s_0 > 1$ existe na prática dos programas de desenvolvimento, quando são montados inúmeros esquemas de incentivo ao investimento. Há um consenso de que uma unidade de investimento propiciará um fluxo futuro de consumo, que mesmo para altas taxas sociais de desconto, tem maior valor atual que uma unidade de consumo agora.

Bacha et alii (op. cit.), usando esta abordagem, calcularam o custo social do trabalho para as regiões Centro-Sul e Nordeste, seguindo uma pesquisa bastante cuidadosa, tanto para o setor urbano como rural. Embora seus resultados sejam hoje um tanto desatualizados, pois tiveram como base o ano de 1968, vale a pena destacar que, para o Rio de Janeiro, o nível consumo do trabalhador industrial urbano (c) foi 51,2% mais que o valor do salário mínimo, sendo 19,9% para serviços de urbanização (sem equivalente na zona rural), 8% para INPS (uso imputado de assistência médica-hospitalar), 16% para despesas de educação, 2,7% para transporte, 9% para 13º salário, 8% para salário-família, subtraindo-se 12,4% de impostos (IPI e ICM) que o trabalhador pagaria ao consumir bens. Não foram apresentados resultados para a zona rural, mas é evidente que os gastos públicos têm sido substancialmente menores que na zona urbana.

Já em termos de custo privado (CP) do trabalhador, o salário mínimo deverá ser acrescido de FGTS, INPS do empregador, 13º salário, salário-família, salário-educação, e outros itens que entram no desembolso da empresa para com o trabalhador. Alguns desses encargos variam de acordo com o regime de trabalho (ex. para diaristas, tarefeiros, horistas, etc) mas a média de 40% de encargos trabalhistas encontrada por Bacha et alii pode hoje ser considerada como conservadora para a maioria dos casos.

O custo social do trabalho (CST) encontrado por Bacha, em um dos cenários (para a região Centro-Sul), foi assim decomposto, para um salário mínimo (SM) da época, de Cr\$ 187,20, utilizando-se a expressão (2):

$$\begin{aligned}
c &= \text{consumo urbano} = \text{SM} \times 1,512 = 283,00 \\
&\quad \text{N}^\circ \text{ de dias de trabalho por m\^es} = 20 \\
m &= \text{produtividade marginal na agricultura} = 73,00 \\
s_0 &= 5/3 \\
c-m &= 210,00 \\
\frac{c-m}{s_0} &= 126,00 \\
\text{CST} &= 157,00 \text{ por m\^es} \\
\text{CP} &= \text{Custo privado} = \text{SM} \times 1,4 = 262,00 \\
\text{CST/CP} &= 60\%
\end{aligned}$$

Em números redondos, nos diversos cenários trabalhados, os resultados indicam que para o Centro-Sul o custo social da mão-de-obra varia entre 60 e 70% dos custos privados. Ressalte-se que o custo de oportunidade da mão-de-obra é de Cr\$ 73,00 para a Região Centro-Sul (para o Nordeste é ainda menor) refletindo *m*, a produtividade marginal na agricultura, de acordo com a definiao de custo de oportunidade na teoria econômica, apresentada anteriormente. Este custo de oportunidade da mão-de-obra representa apenas 27,8% dos custos privados (com encargos) e 39% do salario mínimo vigente para a Região Centro-Sul.

Para empreendimentos na zona rural, sem os custos de urbanizaao, transporte público, saúde e os outros mencionados acima, é de supor que os custos sociais da mão-de-obra se reduzam para níveis próximos do custo de oportunidade.

Especificamente para projetos do PROÁLCOOL o CENAL promoveu estudos mais recentes sobre distoroes nos custos sociais e privados da mão-de-obra. O trabalho CENAL (1981) com base em estudos realizados em 1972 e 1975 propôs um fator de correao de 0,63 para mão-de-obra não qualificada e 1,0 para mão-de-obra qualificada. Observe-se que estes valores refletem a relativa abundância da mão-de-obra não qualificada na situaao de desemprego e subemprego reinante na economia, fazendo com que o seu custo social seja abaixo do custo privado. Na década de 1980 este desemprego está se agravando, dado que a taxa de crescimento do produto tem sido negativa em termos per capita. Embora a taxa de crescimento populacional geral tenha decrescido na última década, argumenta Furtado (1982) que a faixa da populaao economicamente ativa ainda está crescendo a uma taxa de 3,5% ao ano, pois a parcela de jovens na populaao ainda é bastante alta em termos relativos. Para absorver esta populaao economicamente ativa o produto bruto deveria crescer algo como 7% ao ano, segundo Furtado. As mais recentes previsões de autoridades brasileiras para gestões com o FMI so colocam esta possibilidade de crescimento bem no final desta década. Desta forma CENAL (1983) levanta a hipótese de um FC para a mão-de-obra não qualificada de 0,5 o que se acredita ser razoável para algumas regiões. Foram também colocados dois cenários adicionais com FCs de 0,6 e 0,65 para a mão-de-obra que recebe até 3,5 salarios mínimos.

Se as microdestilarias fossem instaladas nas proximidades de grandes usinas de aucar e álcool, então a competiao por mão-de-obra na época do corte seria intensa. Tal não é entretanto o espírito das microdestilarias, que estão sendo implantadas principalmente em zonas não tradicionais da cultura canaveira. Como o custo de oportunidade da mão-de-obra encontrado por Bacha et alii (1974) não chegou na

marca dos 40% do salário mínimo, usar-se-á um $FC = 0,65$ para a mão-de-obra não qualificada, no exemplo ilustrativo deste trabalho, o que para a zona rural superestima o custo social da mão-de-obra*

d) O Custo Social do Capital

A teoria do capital é muito polêmica na literatura econômica. Não havendo interesse de debater-se as diversas correntes, ater-se-á neste estudo à abordagem neoclássica, no referencial teórico da quase-renda (quasi-rent) que foi exaustivamente discutido por Langoni (1970) em sua tese de doutoramento. Em português encontra-se disponível um desdobramento desta tese (Langoni, 1974).

O conceito da quase-renda é também discutido e ilustrado em Cruz et al. (1982), que apresenta também uma enumeração das dificuldades encontradas na mensuração do capital e seu retorno. Para fins deste estudo mencionar-se-á apenas alguns aspectos mais importantes para a avaliação social de projetos, de modo que o leitor não fique de posse de um simples receituário mas entenda as implicações dos conceitos mais críticos.

Inicialmente há que se explicitar se a rentabilidade do capital deverá ser medida na média ou na margem para fins de avaliação de projetos. Bacha et al. (1974) argumentam que do ponto de vista da teoria econômica neoclássica, uma taxa de rentabilidade calculada como uma média das relações observadas entre “rentals” do capital e ativos fixos deve ser interpretada como a rentabilidade marginal do capital, já que em equilíbrio competitivo os “rentals” do capital igualam sua produtividade marginal. Assim, as variações setoriais observadas na remuneração do capital são interpretadas basicamente como resíduos aleatórios, sem significado econômico. Nesse caso, a média das rentabilidades setoriais seria tomada como o melhor estimador disponíveis da produtividade marginal do capital na economia.

Dizem ainda estes autores (op. cit.) que não parece ser necessário acreditar na doutrina neoclássica, entretanto, para justificar a utilização da rentabilidade média dos ativos fixos como indicador do custo de oportunidade do capital na economia. A idéia pragmática é simplesmente a de que se o capital “velho” é capaz de se remunerar em média a uma taxa de $x\%$ a.a., um mínimo de racionalidade na destinação de recursos exigirá que os novos projetos de investimento obtenham taxas de retorno pelo menos comparáveis à média preexistente, a fim de que a produtividade global da economia (conforme indicada pela remuneração do capital) não se deteriore pela introdução do novo projeto.

Considere-se, contudo, essa controvérsia entre médias e margens quando referida não a dados de balanço, i.é., a capital “velho”, mas a dados de projetos recentes, i.é., a capital “novo”. Aqui parece conveniente ignorar-se as simplificações neoclássicas e considerar cada peça de capital-equipamento como específica à atividade em que se insere. A cada momento, no tempo, há um número de atividades passíveis de serem ativadas através de novos investimentos. Cada uma dessas inversões oferece uma oportunidade de remuneração antes não aproveitada pela imobili-

* À guisa de ilustração Little e Mirrlees (1969, p. 171-172) sugerem que a produtividade marginal na agricultura (leia-se custos de oportunidade) poderia ser aproximadamente 50% da produtividade média.

dade do capital preexistente. Havendo racionalidade na destinação, estas oportunidades deverão ser aproveitadas em ordem decrescente de suas taxas de retorno e tantas oportunidades serão aproveitadas quantas o possam ser, dada a disponibilidade de capital “novo”, i.é., dada a poupança global disponível. Num período seguinte, um diferente elenco de oportunidades de investimento surgirá, as quais serão preenchidas em ordem decrescente de rentabilidade, até esgotar as poupanças que então se encontrarem disponíveis, e assim por diante, através do tempo. Ora, a qualquer ponto no tempo o custo de oportunidade do capital será dado pela taxa de retorno da inversão menos rentável que é possível fazer, dado o volume de poupança. A situação é ilustrada pelo Gráfico 1. No eixo vertical, marcam-se taxas de retorno e, no horizontal, valores de investimento e poupança. A curva BB' em forma de escada é a curva de procura de fundos de inversão, no suposto de racionalidade das decisões de investir. O comprimento de cada degrau representa o valor do investimento de um projeto determinado, estando os projetos alinhados em ordem decrescente de taxa de retorno. A reta CC' é a oferta de fundos de poupança (poupança privada, mais poupança do Governo, mais poupança externa). O ponto de interseção das duas curvas dá a taxa marginal de retorno OA , que se pode interpretar como o custo de oportunidade de capital no seguinte sentido: se a comunidade se decidir a poupar uma unidade monetária adicional (o que, no diagrama, se traduzirá por um pequeno deslocamento da reta CC' para a direita), poderá obter desse ato de poupança uma taxa de retorno igual a OA , que mede assim a remuneração à renúncia do consumo marginal, propiciada pela melhor entre as oportunidades de investimento disponível e ainda não aproveitadas no período.

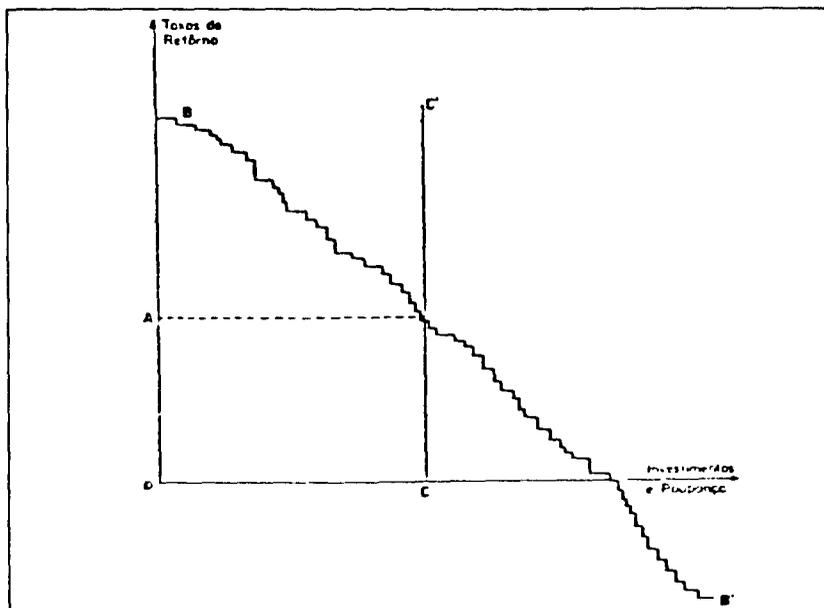


Gráfico 1 – Interpretação gráfica do custo de oportunidade do capital

Dessa discussão, pode-se, então, concluir que se calcula o custo de oportunidade do capital na economia a partir de dados referentes a capital “velho”, i.é., a partir de dados de balanço, deve-se tomar a rentabilidade média observada como o melhor estimador da magnitude desejada. Nesse caso, os resultados de Langoni indicam a taxa de 15% como a melhor estimativa disponível para esta taxa média no Brasil.

Caso se utilizem dados de capital “novo”, i.é., dados de projetos recentes, parece mais indicado tomar a rentabilidade do(s) projeto(s) marginal(is) como indicador do custo de oportunidade do capital. O Banco Mundial requer uma taxa interna de retorno mínima de 11%, para projetos de produção de álcool. Desta forma, fica óbvio que o custo de oportunidade do capital para o Banco Mundial deva ser inferior a esta taxa mínima de retorno, pois caso contrário o projeto não seria aprovado. Desta forma o parâmetro de 10% parece ser uma aproximação do custo de oportunidade do capital para o Banco Mundial.

CENAL (1983) admite que os estudos realizados no Brasil têm-se baseado sistematicamente na produtividade marginal do capital, na idéia de capital “novo” mencionado acima. Segundo Contador (1981) essa metodologia encontrou no país taxas sociais de desconto que variam entre 15 a 18% ao ano. Segundo CENAL (op. cit) a aceitação destas taxas significaria decretar a inviabilidade, em termos de avaliação social, de boa parte dos investimentos industriais no Brasil. Uma alternativa metodológica seria o cálculo da taxa social de desconto através da “preferência do tempo” (time preference), que poderia chegar inclusive a taxas inferiores às do mercado. Em termos de taxas de mercado no Brasil, um exemplo muito citado é o da remuneração de 6%, como juros reais pagos aos depósitos de poupança. Entretanto não se pode esquecer do fato de que o Governo determina que os agentes financeiros cobram tipicamente dez por cento de juros reais aos empréstimos habitacionais, salvo àqueles destinados a moradias de baixa renda e alguns convênios especiais. Embora existam dezenas de títulos e papéis públicos e privados que oferecem remuneração real bastante diversificada, o segmento habitacional, por movimentar significativa parcela de recursos do país, teria que revestir-se de algum peso na análise. A controvérsia sobre o cálculo da taxa social de desconto é um tanto antiga na literatura. A abordagem defendida por Harberger (1980) Langoni (1974) é de aproximar-se a taxa social de desconto ao custo de oportunidade do capital, expresso pela sua produtividade marginal, conforme exposto acima. Por outro lado, Marglin (1963) citado por Bacha et al. (op. cit.) propõe que a taxa de desconto seja dada pela preferência temporal entre consumo presente e futuro, através de um consenso social. Uma possível maneira de se quantificar a taxa social de desconto q é dado por Feldstein (1965), citado em Bacha et al. (1974).

$$(3) \quad q = (1 + \pi)^{1-\alpha} (1 + \gamma) (1 + \tau) - 1$$

π taxa anual de crescimento da população;

α parâmetro que mede a importância da população na função de bem-estar da sociedade ($0 < \alpha < 1$);

γ taxa anual de crescimento per capita do consumo;

τ taxa “pura” de preferência temporal.

As idéias que essa fórmula expressa são as de que, quanto mais ricos os indivíduos da sociedade estiverem se tornando, tanto maior será a taxa de desconto (fator expresso por γ); e quanto maior for a preferência temporal pura, maior também será a taxa de desconto (fator expresso por τ). Suponha que $\infty = 0$; então, (3) se reduz, aproximadamente a: $q = (1 + \delta)(1 + \tau) - 1$ onde δ é a taxa de crescimento do consumo total, i.é., nesse caso, o que interessa é a taxa de acréscimo da riqueza total e não a dos indivíduos; acréscimos populacionais são ignorados. Seja $\infty = 1$; então (3) se reduz a $q = (1 + \gamma)(1 + \tau) - 1$, ou seja, interessa apenas conhecer o acréscimo da renda dos indivíduos; crescimentos da renda total contrabalançados por acréscimos populacionais não fazem aumentar a taxa de desconto. Em suma, quanto mais próximo ∞ esteja de 1, mais se respeitarão os acréscimos populacionais, descontando-se o futuro tanto menos quanto maior for o tamanho da população no futuro (ceteris paribus). A decisão de quanto ∞ estará próximo de 0 ou de 1 dependerá, então, de quão desejável seja, por razões extra-econômicas, o aumento da população para o País.

O estabelecimento de τ será também uma função dos planejadores. Ao contrário de π e γ , não há uma base empírica para sua avaliação.

Por preferência temporal “pura” deve-se entender a medida em que se opta pelo consumo presente ao futuro, mas sem qualquer qualificação. A principal justificativa da taxa de desconto é o fato de se esperar o crescimento econômico, de modo que o consumo valerá menos quando a sociedade for mais rica. Mas a preferência “pura” pelo presente não depende de qualquer hipótese sobre melhorias futuras. É a parcela que depende apenas da visão imediatista dos consumidores. Quanto à magnitude a se atribuir a τ deve-se ter em conta que se trata de um valor significativamente abaixo das taxas de juro de mercado, já que estas incluem o custo de oportunidade dos recursos que se emprestam, além desse componente temporal “puro”.

Segundo CENAL (1983) que argumenta a inexistência de pesquisas no País com base na metodologia da “preferência de tempo” decidiu-se considerar que não se dispõe de estimativas aceitáveis para a taxa social de juros optando-se assim pela regra de algebeira que a coloca em 10%. Como a taxa de juros aceita nos dados básicos utilizados era de 6% tomou-se 1,67 como fator de correção. No presente trabalho acredita-se que uma taxa de juros de 6% subestima os custos de capital da economia. Adotar-se-á aqui a taxa de 10% sem qualquer fator de correção.

e) O Custo Social das Divisas

Este assunto tem sido bastante discutido na literatura, apresentando-se aqui apenas um breve esboço conceitual. Maiores detalhes podem ser encontrados em Bacha et al. (1974) e Contador (1981). Um exemplo simplificado para a pesquisa agropecuária pode ser encontrado em Cruz (1975).

Segundo Bacha et al. (op. cit.), estudos que, de uma forma ou de outra, requerem comparações internacionais de preços são freqüentemente prejudicados pela dificuldade de se expressarem preços domésticos em moeda internacional usando uma taxa de câmbio apropriada. O problema é particularmente difícil naqueles casos em que a taxa de câmbio está congelada em presença de forte pressão inflacionária doméstica. Mesmo quando a inflação não é um problema, pode necessitar-se

do cômputo de uma taxa de câmbio social para compensar políticas protecionistas que distorcem a representatividade da taxa de câmbio de mercado.

Assim, quando se analisa a rentabilidade social de um projeto em moeda nacional, utilizando-se nessa avaliação os preços internacionais dos produtos e insumos comercializáveis do projeto, é preciso utilizar uma taxa de câmbio social a fim de traduzir esses preços de dólares para moeda nacional, caso se queira otimizar a alocação de recursos. Este problema pode ser encarado de outro modo: para qualquer projeto de substituição de importação, ou de exportação, pode-se definir uma taxa de câmbio implícita, dada pela relação entre os custos em cruzeiros do projeto e a geração líquida de divisas por ele proporcionada. Ora, dado que o custo doméstico de gerar divisas através de um projeto qualquer seja igual a x cruzeiros por dólar, como saber se este valor é alto ou baixo em comparação com as oportunidades alternativas de geração de divisas no País? Esta é a função principal do custo social das divisas que se procura calcular aqui: determinar um valor limite para a taxa de câmbio com o qual se possa proceder a uma avaliação social de projetos de substituição de importação e de exportação. Assim se os x cruzeiros por dólar forem inferiores ao custo social das divisas, o projeto será merecedor de aprovação: caso contrário, deverá ser considerado ineficiente do ponto de vista econômico.

CENAL (1983) apresenta três grupos conceituais para o cálculo da taxa de câmbio social.

No primeiro grupo se acham aquelas metodologias que consideram a taxa social de câmbio, o custo direto e indireto (calculado em termos de preços sociais) da geração de um dólar de exportação. Um segundo enfoque define como taxa social de câmbio aquela capaz de proporcionar o equilíbrio no balanço de pagamentos, considerando-se inexistentes distorções representadas por tarifas, subsídios às exportações, quotas e outras restrições às importações etc. O terceiro e último enfoque procura determinar o custo de oportunidade das divisas. Nesse enfoque são consideradas as distorções resultantes de tarifas sobre importações e subsídios às exportações.

As diferenças entre as três metodologias podem ser ilustradas pelas fórmulas básicas usadas no cálculo da taxa social de câmbio:

a) Método do Custo de Oportunidade de Divisa

$$(4) \quad E^X = E \left[\frac{\bar{e} (\bar{1} + t_x)^{-1} X + |\bar{n}| (\bar{1} + t_m) M}{\bar{e} X + |\bar{n}| M} \right]$$

onde: E^X = taxa social de câmbio

E = taxa oficial de câmbio

\bar{e} = elasticidade média de exportação

$|\bar{n}|$ = elasticidade média de importação

$(\bar{1} + t_x)^{-1}$ = subsídios médios de exportação

$(\bar{1} + t_m)$ = tarifas médias à importação

X = exportações totais

M = importações totais

b) Método da Taxa de Câmbio de Equilíbrio

$$(5) \quad E^X = E(1 + T_m) \cdot \frac{1}{\frac{X}{M} \cdot \frac{e}{|n|}}$$

onde os símbolos têm o mesmo significado da fórmula anterior

c) Método do Custo Social da Geração de Divisas

$$(6) \quad E_j^X = \frac{\sum a_{ij} P_i + \sum b_{sj} V_s}{U_j - M_{ij}}$$

onde: E_j^X = taxa social de câmbio para o produto j

a_{ij} = quantidade de insumos domésticos i incorporados na unidade do produto j

P_i = preço social dos insumos domésticos

b_{sj} = quantidade de fatores primários de produção necessária para produzir uma unidade de j

V_s = preço social dos fatores primários de produção

U_j = preço em dólares do projeto importado multiplicado pela taxa oficial de câmbio

M_{ij} = valor em dólares dos insumos i incorporados em uma unidade do produto j multiplicado pela taxa oficial de câmbio.

O estudo CENAL (1983) utilizou três alternativas fatores de correção para a taxa de câmbio. A hipótese adotada, que é a comumente aceita, é que a taxa de câmbio oficial está sobrevalorizada, em relação à taxa de equilíbrio. Embora admitindo que após a maxidesvalorização cambial de fevereiro de 1983 a distorção média no mercado de câmbio para 1983 tenha ficado na casa de 17,6% (ou seja multiplica-se a taxa média de câmbio de 1983 por um FC = 1,176 para encontrar-se a taxa de equilíbrio), os três FCs apresentados pela CENAL, para a análise macroeconômica, são de 1,5; 1,35 e 1,25 respectivamente.

Para a análise microeconômica, a partir de 1983, é sugerido então um FC = 1,176 devido aos efeitos da maxi no mercado de câmbio. Na seção empírica deste trabalho utilizar-se-á este último FC por ser considerado o mais conservador.

Caso ocorra uma nova maxidesvalorização cambial no futuro, é bastante instutivo reproduzir-se aqui o método de corrigir-se o câmbio para incorporar-se a maxi na taxa social de câmbio. O exemplo citado aqui foi apresentado em CENAL (1983) e poderá ser replicado para desvalorizações cambiais futuras.

Admite-se inicialmente que seja mantida a regra política de que a correção cambial será igual à inflação doméstica, e além disso se o crescimento do índice de Preços por Atacado, Produtos Industriais, Oferta Global, tiver o mesmo comportamento do Índice Geral de Preços e supondo uma taxa de inflação dos EUA igual a 4% obtemos que a taxa social de câmbio, em média, será igual a correção da distorção média pela inflação externa, ou seja:

$$E_{83}^X = E_{82}^X \frac{1 + \Delta P_{BR}}{\Delta P_{US}}$$

$$E_{83} = E_{82} (1 + \Delta P_{BR}) (1 + \Delta EM)$$

$$\frac{E_{83}^X}{E_{83}} = \frac{E_{82}^X}{E_{82}} \frac{1}{(1 + \Delta P_{US}) (1 + \Delta EM)}$$

onde E^X corresponde a taxa social, ΔP_{BR} a inflação brasileira, ΔP_{US} , a inflação americana, e ΔEM , a maxidesvalorização de 30% para 1983, temos:

$$\frac{E_{83}^X}{E_{83}} = \frac{1,59}{1,352} = 1,176$$

que corresponde a distorção média calculada no mercado de câmbio para 1983.

f) A Rentabilidade Social do Projeto

A rentabilidade social dos projetos tem sido medida através de vários indicadores, sendo que os órgãos de financiamento tem usualmente preferido a taxa interna de retorno. CENAL (1983) menciona que em comum acordo com o Banco Mundial um projeto do PROÁLCOOL é considerado aceitável caso apresente uma taxa interna de retorno mínimo de 11%. Explicar-se-á então nesta seção os conceitos básicos envolvidos no cálculo da taxa interna de retorno, para uma compreensão geral do leitor sobre o assunto. Para um tratamento mais rigoroso e detalhado veja-se Faro (1971), Contador (1981), Hess et al. (1969), Solomon (1976) e Noronha (1981), Squire e Van der Tak (1977), entre outros.

Inicialmente há que se tomar cuidado sobre qual o tipo de taxa de retorno que se está analisando. Solomon (1976) cita as seguintes taxas internas de retorno, para atender a diferentes objetivos:

— A taxa de retorno da empresa

Esta é a taxa anual de retorno sobre o total de recursos investidos no projeto, que inclui o capital patrimonial e os fundos obtidos por empréstimo, considerados após o pagamento de impostos. Do ponto de vista da empresa comercial, é uma me-

didada de êxito da mesma, e pode ser calculada, tomando-se como base informação contábil usual que inclua as projeções da conta de capital e a demonstração pró-forma de lucros e perdas. Neste cálculo, a principal diferença, em relação às práticas contábeis correntes, é que a depreciação é tratada como um produto (ou disponibilidade) e não como um custo (ou insumo). Esta análise é baseada em preços de mercado, pois o que interessa é a rentabilidade privada.

– A Taxa de Retorno do Empresário

A taxa de retorno do empresário é a taxa anual à qual o empresário tem aumentado os fundos que adiantou à empresa, depois de pago o imposto sobre a renda da empresa. Nos projetos das empresas particulares é o empresário que corre o maior risco, pois é quem toma empréstimos em bancos ou outras entidades de crédito. E, enquanto o dinheiro tomado por empréstimo acarreta uma taxa fixa de juros, os benefícios, que excedam a taxa de juros estabelecida, caberão ao empresário. Se o projeto resulta favorável, é de se esperar que o empresário obtenha um rendimento atraente. Em certo sentido, os lucros do empresário sobre o investimento representam a margem de erro para os que concedem empréstimos à empresa. Quanto maior for esta margem, tanto menor será o risco para o prestador. Do ponto de vista do empresário, os insumos do fluxo financeiro são fundos de investimento supridos por ele mesmo. Os produtos são constituídos pela depreciação e pelos lucros de toda a empresa menos a amortização, pagamentos de juros e impostos sobre a renda da empresa. Esta taxa é também calculada a preços de mercado, enfatizando o retorno privado.

– A Taxa de Retorno Nacional Bruto

É necessário contar com uma taxa de rendimento que possa ser empregada como índice do valor do projeto para a economia como um todo.

Um importante índice do valor de um projeto para a economia é a renda gerada por unidade de investimento. A isto Solomon (1976) chama de taxa de retorno nacional bruto. É a taxa de retorno anual em termos de valor adicionado por unidade de insumo do projeto. Ao calcular a taxa de retorno nacional bruto, o valor do produto é considerado como um benefício, seja qual for a pessoa ou grupo que o receba. Em geral, não se deve contar o mesmo benefício duas vezes. Um benefício que uma pessoa obtém às custas de outra não se constitui em benefício real do ponto de vista da economia. Um produto ou serviço, mesmo quando não vendido a preços de mercado pode ter valor social, isto deve ser capturado nesta taxa, que usualmente é calculada a preços e custos sociais.

– Taxa Interna Social de Retorno

Esta é a taxa a ser adotada neste trabalho, seguindo o exemplo de CENAL (1983).

A análise da rentabilidade econômica dos projetos usa a taxa interna social de retorno como o indicador básico para selecionar os projetos considerados como capazes de trazer benefícios para o conjunto da economia. Serão aceitos para imple-

mentação dos projetos cujas taxas internas de retorno, calculadas com os valores de mercado corrigidos para valores sociais (preços sociais), forem superiores à taxa considerada como medida do custo alternativo do emprego dos fatores produtivos para a economia como um todo.

Para os projetos de destilaria de álcool, a taxa interna econômica de retorno considerada como atendendo a este requisito é de 11% a.a. Assim, todos os projetos que apresentarem taxa superior serão considerados como vantajosos para o conjunto de economia.

O conceito da taxa interna econômica (ou social) de retorno é similar ao da taxa interna de retorno do empresário ou da empresa com a diferença que os preços são previamente corrigidos para se chegar a seus valores sociais.

Para um fluxo de t anos de custos (C_t) e benefícios (B_t) a taxa interna de retorno r terá que satisfazer a relação:

$$(7) \quad \sum_{t=0}^n \frac{B_t - C_t}{(1+r)^t} = 0$$

O numerador desta expressão ($B_t - C_t$) representa o fluxo de receitas líquidas anuais. A taxa interna de retorno r terá que ser maior ou igual ao custo de oportunidade de outros investimentos para o empreendimento ser considerado rentável. A exemplo de CENAL (1983) este valor mínimo será de 11%.

A taxa interna de retorno pode ser obtida *ex-ante* ou *ex-post*. (Cruz et al., 1982). Em se tratando da abordagem *ex-ante*, usualmente se utilizam valores esperados médios de receitas e custos futuros de um determinado projeto utilizando-se conceitos de fluxo de caixa, usados na teoria de avaliação de projetos. Certos estudos utilizam o conceito excedente econômico (de produtores e consumidores) para tal fim. Para o caso de estudos *ex-post*, utilizam-se também, em muitos casos, modelos econométricos para o ajustamento de funções de produção. Exemplos desta abordagem são dados por Peterson (1967), White & Havlicek Jr. (1981) e Norton (1981). O cálculo da taxa interna de retorno para estes casos é feito achando-se a taxa de desconto, que satisfaz a expressão:

$$(8) \quad \sum_{t=0}^n \frac{P_t MP_t}{(1+f)^t} - 1 = 0$$

onde:

P_t = Preço do produto no período t

MP = Produtividade marginal do fator (obtida a partir da função de produção)

r = taxa interna de retorno a ser determinada, e

k = número de anos após início do investimento quando se inicia o fluxo de benefícios.

Neste estudo, tem-se em mente resultados esperados de uma microdestilaria. A taxa interna de retorno será portanto *ex-ante* utilizando a expressão (7).

ILUSTRAÇÃO EMPÍRICA

a) O valor social do álcool

Seguindo a linha de raciocínio adotada por CENAL (1983), admitir-se-á que o valor social do álcool anidro é dado pelo preço internacional da gasolina. Desta forma cada barril de álcool produzido internamente tem o valor social equivalente ao barril de gasolina que deixaria de ser importado. Este raciocínio tem sua razão de ser, pela natureza do álcool no programa energético brasileiro. Os manuais de avaliação de projetos (ex. Contador 1981, Little e Mirrlees 1969) definem como um bem internacional aquele que resulta em maiores exportações ou em menores importações. Para o primeiro caso o valor social é dado pelo valor internacional FOB, e no último caso pelo valor internacional CIF, pois o bem importado só estará disponível para uso interno no porto de chegada ao país.

O álcool para fins energéticos foi concebido para substituir gasolina importada, muito embora possa a médio prazo vir a substituir óleo diesel também. Desta forma, pelo menos até o momento, o valor social do álcool para o país deve ser dado pelo preço internacional da gasolina. Observe-se que o preço de mercado do álcool pago ao produtor e fixado pelo IAA é algo totalmente diferente deste conceito. O preço do IAA está muito mais voltado para a cobertura dos custos internos de produção de álcool, enquanto que o preço social é correspondente à gasolina que o país deixou de importar.

Como as microdestilarias tem se concentrado atualmente na produção de álcool hidratado, concentrar-se-á aqui os cálculos para este tipo de combustível. Sem entrar-se no mérito da controvérsia sobre qual é o percentual de consumo adicional de álcool hidratado sobre a gasolina (veja-se Mello e Pelin (1983) para uma discussão sobre o tema), adotar-se-á o consumo adicional de 28,4% nos veículos movidos a álcool hidratado em relação à gasolina, que foi o parâmetro utilizado por Pelin (1983), baseado em testes com diversos tipos de veículos. Desta forma, um barril equivalente (BE) de álcool hidratado conteria 204,2 litros, ou seja, 159 litros x 1,284, tendo em vista que o barril de gasolina contém 159 litros. A relação preço da gasolina/preço do petróleo cru, tem variado, tendo sido, segundo a revista *Conjuntura Econômica*, em 1980, 1,31 vezes, em 1981, 1,25 em 1982, 1,22 e em 1983 1,18 até julho. Pelin (1983) cita uma interessante fórmula para cálculo desta relação, dado por Barzelay et al. (1982):

$$P_g = (1,09 \times P_o/42) + 0,043 \times 1/3,785$$

onde:

$$P_g = \text{preço do litro da gasolina em dólares}$$

$$P_o = \text{preço do barril de petróleo em dólares}$$

$$1,09 = \text{adicional referente ao custo de refino (9\% do custo de petróleo)}$$

$$42 = \text{número de galões americanos em um barril}$$

0,043 = custos não energéticos por galão (principalmente custos de capital)

3,785 = número de litros contidos no galão americano.

Os dados para o primeiro semestre de 1983 disponíveis no estudo de Pelin (1983) revelam um $P_g = 1,17$ utilizando-se a fórmula acima, ou seja, a gasolina seria 17% mais cara que o petróleo cru. Parece ser realista esta relação tendo em vista os preços de petróleo da OPEP se situarem na faixa de US\$ 29,50 por barril (em Roterdã os preços se situam ligeiramente abaixo, com algumas flutuações – veja-se *Conj. Econômica*, Fev. 84) e o preço médio da gasolina em Roterdã se situa na faixa de US\$ 34,50, com as variações usuais que a revista *Conjuntura Econômica* (veja-se Set. 83, Fev. 84) ressalta.

Com 10% de frete marítimo, seguros e outras despesas para o transporte até o Brasil, chega-se à 38 dólares CIF o preço da gasolina, que é o valor encontrado por Pelin (1983). Este seria o valor social do álcool anidro, na hipótese que este substitua a gasolina na proporção 1:1, hipótese esta utilizada por CENAL (1983). Já o álcool hidratado, o seu valor social seria de 29,6 dólares (38 dólares ÷ 1,284) pelo seu maior consumo (28,4% a mais que a gasolina). Observe-se que ao tomar o consumo adicional de álcool hidratado de 20% sobre a gasolina, CENAL (1983) está superestimando o valor social do álcool. Preferiu-se aqui o uso de dados de testes reais de consumo, a exemplo de Pelin (1983).

b) Os componentes do custo social do álcool de uma microdestilaria

CENAL (1983) apresenta um estudo de caso de um projeto de implantação de uma destilaria autônoma, a ser localizada na região de Viçosa, Zona da Mata, MG. O Projeto proposto tem uma expectativa de vida útil de 20 anos, com uma taxa interna (social) de retorno prevista para 18,8% durante este período*. Com a ótica privada a taxa interna de retorno esperada foi de 4,7% ao ano, o que reflete um valor privado dos benefícios líquidos gerados menor que seu valor social.

CENAL (op. cit.) argumenta que a maior produtividade social exige certo grau de intervenção governamental, através de financiamentos subsidiados e outros incentivos a fim de aumentar o interesse do setor privado pelo empreendimento.

No anexo I deste estudo apresenta-se os dados básicos de um projeto de implantação de uma microdestilaria de álcool com capacidade para 2.500 litros/dia que seria instalada no Distrito Federal. O Banco do Brasil preparou estes cálculos em 1981, e os dados foram atualizados para junho de 1984. A apresentação dos equipamentos reflete uma unidade padrão sem os últimos avanços tecnológicos no sistema industrial. Assim sendo é contemplada uma moenda convencional de dois ternos, ao invés do difusor inclinado, por exemplo. O objetivo deste exemplo é ilustrar de modo realista os dados que seriam analisados por agência oficial financia-

* Este valor corresponde a hipótese A (otimista) que prevê um FC = 0,5 para a mão-de-obra não qualificada.

dora de empreendimentos deste tipo. Pretende-se com esta análise mostrar-se que uma microdestilaria é atrativa do ponto de vista social. Em outras palavras, se sua taxa interna social de retorno é superior ao custo de oportunidade do capital, algo como 10% ao ano, conforme mencionado anteriormente. Não há portanto interesse em que os resultados desta análise sejam estritamente comparáveis com os de CENAL (1983), sendo aqui inclusive adotadas algumas hipóteses diferentes, como o valor social do álcool hidratado mencionado acima.

Como é habitual, os dados do anexo I são apresentados em formas de tabelas, com os preços privados iniciando-se com a parte da lavoura, seguindo-se da parte industrial e finalmente com o cálculo do fluxo de caixa, e da taxa interna de retorno com preços privados. No corpo principal do trabalho, são feitos os ajustes principais para a conversão dos valores de privados em sociais, e será feito o cálculo da taxa interna social de retorno, que é o que realmente interessa.

Para fins comparativos será também apresentado o custo social do álcool hidratado, em dólares.

Conversão de Preços Privados para Sociais

- Matéria-Prima

Para o cálculo da matéria-prima utilizou-se os dados mais recentes disponíveis no Banco do Brasil. O custo social da produção de cana-de-açúcar fornecido pelo DIRUR do Banco do Brasil é relativo à região de Arênito-SP, já atualizado a preços de janeiro deste ano. Esta região produz cana há longa data e os coeficientes de produção são conhecidos com bastante segurança. O custo social da tonelada de cana que nos foi gentilmente fornecido de forma agregada pelo Banco do Brasil para aquela região foi de Cr\$ 9.977,11 a preços de janeiro 84. Atualizando-se pela variação da ORTN janeiro-junho, temos Cr\$ 16.047,00/t a preços de junho de 1984 como o custo social da cana. Observe-se a título de curiosidade que o IAA no Ato 23/84 publicado em 04/06/84, no *Diário Oficial*, aponta o valor na esteira de Cr\$ 20.373,57 como preço oficial da cana para a região (SP e DF). No campo, incluindo o transporte, o preço é de Cr\$ 16.655,39, sendo que a diferença deste preço para o preço na esteira é composta unicamente por impostos (PIS, FINSOCIAL e ICM), conforme pode ser visto claramente nas tabelas do Ato. Ora, como os impostos não entram nos custos sociais, verifica-se então que o custo social está muito próximo dos preços privados, confirmando os resultados encontrados por Pelin (1983 p. 44), pelo menos para a região Centro-sul. Portanto, para fins deste trabalho, usar-se-á o custo social de Cr\$ 16.047,00/t de cana.

Máquinas, Equipamentos e Obras Civis

Seguindo-se o exemplo de CENAL (1983) tomou-se o valor comercial das máquinas e equipamentos, multiplicou-se este valor por 0,926 para efeito de correção de impostos (IPI), e o resultado multiplica-se pelo FC de 1,051* para levar-se em

* Detalhes do cálculo deste fator encontram-se em CENAL (1983). A tabela base está contida no anexo II.

conta componentes sujeitos ao comércio internacional, e que estariam viesados por distorções cambiais, conforme explicado anteriormente. Como as máquinas e equipamentos, incluindo transporte e montagem estão custando ao redor de 14.000 ORTNs (valor base para os cálculos do anexo I) teríamos então o custo social deste item dado por: $14.000 \times 0,926 \times 1,051 = 13.625$ ORTNs. Para as obras civis, calculadas em 1.500 ORTNs no anexo I, corrige-se apenas pelo fator 0,926 (IPI): $1.500 \times 0,926 = 1.389$ ORTNs.

Evidentemente um FC de 1,051 pode não ser universalmente aplicável a todos os itens de máquinas e equipamentos como evidencia a tabela do anexo II, mas é o maior FC apresentado, superestimando assim o custo desta rubrica. Evidentemente há que se fazer o mais breve possível um estudo mais específico para as microdestilarias. Quando este estudo for levado a efeito, há que se levar em conta possíveis distorções cambiais de todos os componentes passíveis de comércio exterior (tradeable goods) e não apenas os efetivamente importados (veja-se Bacha et al. 1974 sobre este ponto).

– Capital de Giro

Um item muito importante de capital de giro para empresas em geral é depósitos bancários e dinheiro em caixa. Entretanto em termos de avaliação social, este item não tem peso nenhum (FC = 0) conforme argumenta CENAL (op. cit.), pois não se trata de recurso real da economia.

Por outro lado, nos produtos em elaboração, tem um grande componente que é a cana-de-açúcar, produto perecível. Seguindo CENAL (1983) usa-se o período de três dias como estoque de moagem efetiva para que as operações de moagem não se interrompam, e nem a cana se deteriore. Para as microdestilarias, um estoque de três dias pode ser reduzido para dois dias, com muita margem de segurança. Portanto, este item está com um valor superestimado nos cálculos. O valor deste estoque é levado no custo social de cana mencionado acima.

Há ainda um componente adicional de capital de giro que é o estoque de produto acabado. O nível deste estoque depende da relação entre produção e escoamento de álcool. Para as grandes destilarias o IAA estabelece atualmente uma coleta de 1/12 da produção anual em cada mês. O custo social deste item é baseado no preço econômico (valor social) do álcool mencionado anteriormente.

Existem ainda outros itens de capital de giro como estoque de material secundário (ex. aditivos químicos, combustíveis e lubrificantes). Por serem de pequena monta para o caso de microdestilarias, estes itens foram agrupados na categoria “produtos em elaboração”.

Quanto a contas a receber e eventuais, CENAL (op. cit.) argumenta com propriedade que por não terem a contrapartida de uso de recursos reais da economia seu FC = 0, ou seja, o valor social é nulo.

– Mão-de-obra Fixa e Variável

Como trata-se de um projeto proposto para o Distrito Federal, usar-se-á um FC = 0,65 para a mão-de-obra não qualificada e para a qualificada FC = 1, superestimando-se assim o custo de mão-de-obra não qualificada no setor rural, conforme explicado acima.

– Encargos Sociais

Bacha et al. argumentam que o FGTS embora onerando o custo privado da mão-de-obra, não deve ser incluído no custo social do projeto, por se tratar de poupança, que não eleva diretamente o nível presente de consumo. Os demais encargos trabalhistas com o INPS poderiam ser incluídos como custo social, desde que se tratasse de um projeto na zona urbana, cabendo assim a aplicação da metodologia apresentada no item sobre o custo social da mão-de-obra. Observe-se entretanto que na zona rural o volume de gastos (consumo de serviços) públicos com escolas, hospitais, transporte etc, é substancialmente menor que na zona urbana, sendo possível inclusive que ao ser deduzida a diminuição de consumo relativo à impostos indiretos (IPI e ICM) pagos pelo trabalhador rural, esta diminuição possa anular qualquer consumo adicional de serviços propiciado pela sociedade, como assistência médica, por exemplo. Desta forma, admite-se aqui que como os impostos, os encargos sociais na zona rural são transferências para o Governo, não entrando portanto nos custos sociais. Exceção a esta regra seria o salário-família, que é consumido pelo trabalhador. Entretanto este item é bastante sujeito a variações. O trabalhador solteiro por exemplo não recebe nada, e o casado recebe em função do número de filhos. Na falta de uma pesquisa sobre até que ponto o salário-família é realmente pago na zona rural, omitiu-se este item dos custos sociais.

– Seguros

O seguro do ativo fixo e de outros bens será calculado com $FC = 1$, a exemplo de CENAL.

– Manutenção e Conservação

Segundo CENAL, este item será corrigido pela $FC = 1,051$, dado que o maior peso dos custos reside em máquinas e equipamentos. Este FC superestima o custo social da manutenção e conservação, pois todos os demais itens previstos pela CENAL além de máquinas e equipamentos tem um FC menor.

– Custos Não Operacionais (Fixos)

Fundos para depreciação e para amortização de despesas diferidas, bem como impostos, subsídios e encargos de juros são excluídos da valiação social ($FC = 0$). Conforme argumenta CENAL, no caso de depreciação seria um erro de dupla contagem, pois os investimentos iniciais já foram computados no fluxo de caixa durante a construção da unidade.

– Combustíveis e Lubrificantes

Por serem itens passíveis de comércio exterior (tradable goods) serão corrigidos por $FC = 1,176$ para levar-se em conta a distorção cambial pós-maxidesvalorização de fevereiro de 1983.

– Despesas Tributárias e Despesas Financeiras

Impostos e taxas serão considerados como transferência do setor privado para o Governo, sem portanto custo econômico (FC = 0). IOF, juros, consumos e outras despesas financeiras que recebem o mesmo tratamento.

c) Resultados

Faz-se a seguir os ajustamentos do fluxo de caixa financeiro, apresentado no anexo I, nos quais os valores de mercado são corrigidos para valores sociais. O resultado será um fluxo de caixa medido em termos sociais, e que será a base para o cálculo da taxa social interna de retorno. Observe-se que este fluxo de caixa não considera o custo do capital (juros reais, acima da inflação). Exatamente o propósito da avaliação social é saber se a taxa de retorno cobre (é superior) ao custo de oportunidade do capital. Caso contrário o empreendimento não é atrativo. O fluxo social de caixa é mostrado na Tabela 1.

TABELA 1 – Fluxo de Caixa em Valores Sociais

Data base: junho de 1984

(1000 cruzeiros)

Ano	Investimentos (-)	Custos Operacionais (-)	Receitas Operacionais (+)	Fluxo de Caixa Líquido
0	- 182.240	-	-	- 182.240
1		131.888	170.100	38.212
2		131.888	170.100	38.212
3		131.888	170.100	38.212
4		131.888	170.100	38.212
5		131.888	170.100	38.212
6		131.888	170.100	38.212
7		131.888	170.100	38.212
8		131.888	170.100	38.212
9		131.888	170.100	38.212
10		131.888	170.100	38.212
11		131.888	170.100	38.212
12		131.888	170.100	38.212
13		131.888	170.100	38.212
14		131.888	170.100	38.212
15		131.888	170.100	38.212
16		131.888	170.100	38.212
17		131.888	170.100	38.212
18		131.888	170.100	38.212
19		131.888	170.100	38.212
20		131.888	170.100	38.212

Taxa interna de retorno: 20,46%

Observe-se que este fluxo de caixa não contempla a possibilidade de futuros aumentos no preço do petróleo, portanto o benefício social é mantido constante, pois o valor social do álcool hidratado é fixo a 29,6 dólares o barril.

Não há também valor residual da planta industrial, ao fim dos 20 anos de vida útil, que foi a vida útil adotada por CENAL (1983). Este valor residual além de arbitrário é de difícil mensuração.

A taxa interna social de retorno encontrada foi de 20,5%, superior portanto à taxa mínima de 11% exigida pelo Banco Mundial. Já sob a ótica privada a taxa interna de retorno do fluxo de caixa da tabela 15 do anexo I foi de 10,1%. Observe-se que a exemplo do que ocorreu com CENAL (op. cit.) a taxa social de retorno foi superior à taxa privada, confirmando assim a constatação de que as destilarias de álcool (incluindo as micros) são mais atrativas do ponto de vista da sociedade como um todo. Contribuíram para este fato os fatores de correção da mão-de-obra, pois na zona rural, excetuando-se São Paulo, Paraná e as zonas canavieiras tradicionais, não há como negar que o custo de oportunidade do trabalhador não qualificado tende a ser inferior ao salário de mercado. Com o atual desemprego e subemprego nas zonas urbanas, esta situação tende a perdurar. Por outro lado o salário de mercado na zona rural é fortemente influenciado pela remuneração dos diaristas e tarefeiros. Esta remuneração não contempla carteira assinada nem encargos sociais. Fica assim caracterizado que os encargos trabalhistas, embora constem nominalmente do projeto da microdestilaria, encarecendo os custos privados, ao serem excluídos da análise social, contribui a ausência destes encargos para um maior retorno social do empreendimento.

Quanto ao custo de produção por barril de álcool hidratado, toma-se a produção anual da microdestilaria, estimada em 450.000 litros de álcool e divide-se pelo custo operacional anual.

Observe-se que agora, para fins de custos de produção, a sociedade necessitaria repor o equipamento ao fim da vida útil de 20 anos para não diminuir o ritmo de produção de álcool, bem como sobre o álcool produzido incide sobre o custo de oportunidade do capital. É bem sabido que se um empreendimento for financiado com recursos externos, a sociedade teria um custo do serviço da dívida de não menos que 10% sobre o empréstimo contraído.*

Portanto adiciona-se ao custo operacional 5% do capital investido em máquinas, equipamentos e obras civis, correspondentes a 1/20 de depreciação, mais 10% correspondente aos juros (reais) do investimento inicial. Temos assim $131.188 + 9.407 + 18.814 = 159.41$ milhões de cruzeiros de custo anual, que divididos por 450.000 litros resultam em Cr\$ 354 por litro. Ao câmbio do fim de junho de 1984** que era de Cr\$ 1.728 corrigido por $FC = 1,176$ para compensar a sobrevalorização cambial, temos a taxa social de Cr\$ 2.032 por dólar. Desta forma, tem-se o custo social do álcool hidratado situado em 17,4 cents o litro que multiplicados por 159

* Atualmente o percentual situa-se acima deste nível, mas acredita-se que brevemente o custo internacional do dinheiro retorne aos padrões históricos, abaixo dos 10%, aos quais teriam que ser acrescidos o "spread" e comissões.

** O normal seria tomar-se a taxa de câmbio médio do mês (venda). Acontece que todos os preços foram reajustados pela ORTN plena de junho, razão pela qual a taxa de câmbio foi tomada pelo valor do final do mês.

resultam em US\$ 27,57 dólares o barril de álcool hidratado. Esta cifra ao ser confrontada com o valor social do álcool hidratado, que conforme mencionado acima situa-se em redor de 29,6 dólares CIF, demonstra que o álcool produzido pelas microdestilarias é vantajoso do ponto de vista social. Em termos de gasolina equivalente (ou álcool anidro) o barril de álcool hidratado teria 204 litros, dado o consumo adicional de 28,4% sobre a gasolina mencionado anteriormente. Portanto o custo de produção do barril em gasolina equivalente seria 35,5 dólares o barril, abaixo dos 38 dólares CIF do barril de gasolina encontrados por Pelin (1983).

DISCUSSÃO DOS RESULTADOS E COMENTÁRIOS FINAIS

Trabalhou-se com valores pessimistas para a conversão de preços privados em sociais. Mesmo assim obteve-se uma taxa social de retorno de 20,1%, bem acima dos 11% requeridos pelo Banco Mundial, e maior que a taxa mais otimista (18,8%) para a destilaria planejada para a Zona da Mata estudada por CENAL. Mesmo que não se deseje entrar em comparações, nem em qualquer polêmica sobre as vantagens e desvantagens das micros em relação às grandes usinas, há que se alertar o leitor sobre o porquê deste resultado favorável às micros em relação ao custo do capital da economia como um todo. Em primeiro lugar há que se destacar que o rendimento industrial do projeto aqui analisado foi de 60 litros de álcool hidratado por tonelada de cana*. Já o exemplo citado em CENAL (1983) trabalha com a hipótese de 69 litros de álcool anidro, ou seja, 88 litros equivalente de álcool hidratado, com o uso de $FC = 1,28$ para compensar o maior consumo de álcool hidratado. Tal diferença, de 88 para 60 litros de álcool por tonelada de cana, tem sido apontada como fator que inviabiliza as microdestilarias. Entretanto a presente análise mostrou que não foi este o caso. Como bem aponta PELIN (1983), diferenças de produtividade não causam substanciais variações nos custos de produção de álcool de destilarias. Os ganhos nos custos ocorrem mas não chegam a ser tão dramáticos como poderia parecer à primeira vista. Ao invés de trabalhar-se com diversos cenários em cima do nosso exemplo, optou-se pela citação dos resultados de PELIN que são bem mais abrangentes. Pelin aborda as seguintes alternativas na parte industrial. (Tabela 2)

Portanto é contemplada a briquetagem do bagaço para venda externa, a extensão da safra da cana e uma combinação de outras opções cujos resultados de pesquisa já estão disponíveis. Como os parâmetros de custo utilizados por PELIN diferem do estudo de CENAL (1983), a taxa social de retorno encontrada pelo autor para uma destilaria padrão de 120.000 litros/dia foi de $-12,51\%$, negativa portanto**. Com a introdução das 11 opções de redução de custo apresentadas acima, as taxas sociais internas de retorno passaram a ser. (Tabela 3)

* Se ao invés de moenda de dois ternos fosse previsto o uso de difusor inclinado, então o rendimento industrial da microdestilaria passaria a ser 70 litros de etanol hidratado por t. de cana.

** Em primeiro lugar, destaca-se o fato da destilaria estar localizada em São Paulo. Portanto Pelin achou por bem não corrigir o custo da mão-de-obra. Em segundo lugar o custo do equipamento industrial utilizado por Pelin foi de 18 milhões de dólares, para 120.000 litros/dia, enquanto estudos do MIC estimam este custo em 11 milhões de dólares, segundo Pelin, p. 16.

TABELA 2 – Alternativas de redução do custo social do álcool.

Alternativa nº	Descrição
1	Briquetagem (peletização) do excesso de bagaço para venda externa – Vapor de 21 kgf/cm ² a 260°C sem extensão de safra – bagaço com 10% de umidade.
2	Extensão de safra de maio a outubro (140 dias efetivos de moagem) para abril a novembro (176 dias efetivos de moagem) – Vapor de 21 kgf/cm ² a 260°C.
3	Extensão de safra e briquetagem do excesso de bagaço para venda externa. Vapor de 21 kgf/cm ² a 260°C.
4	Co-geração de energia elétrica a partir de bagaço com 50% de umidade – sem extensão de safra – Vapor de 21 kgf/cm ² a 260°C.
5	Co-geração de energia elétrica a partir de bagaço com 50% de umidade – sem extensão de safra – Vapor de 42 kgf/cm ² a 400°C.
6	Co-geração de energia elétrica a partir de briquetes (pellets) com 10% de umidade – sem extensão de safra – Vapor de 21 kgf/cm ² a 260°C.
7	Co-geração de energia elétrica a partir de briquetes (pellets) com 10% de umidade – sem extensão de safra – Vapor de 42 kgf/cm ² a 400°C.
8	Co-geração de energia elétrica a partir de bagaço com 50% de umidade – sem extensão de safra – Vapor de 42 kgf/cm ² a 260°C.
9	Co-geração de energia elétrica a partir de bagaço com 50% de umidade – com extensão de safra – Vapor de 42 kgf/cm ² a 260°C.
10	Co-geração de energia elétrica a partir de briquetes (pellets) com 10% de umidade – com extensão de safra – Vapor de 21 kgf/cm ² a 260°C.
11	Co-geração de energia elétrica a partir de briquetes (pellets) com 10% de umidade – com extensão de safra – Vapor de 42 kgf/cm ² a 400°C.

FONTE: Pelin, 1983. p. 100.

Como pode ser facilmente observado, estas taxas pouco variaram em relação à taxa base que é de -12,5%, correspondente à destilaria padrão. A alternativa 3 (extensão da safra de 140 para 176 dias, ou seja, um aumento de 25% de corte, acoplada com a venda de bagaço briquetado), foi a que apresentou a maior melhora da taxa de retorno, levando-a agora ao nível de -8,6%. Assim sendo um aumento de 25% no período de corte da cana reduzindo a ociosidade da usina, e a venda de

TABELA 3 – Taxas Sociais de Retorno das Alternativas de Redução do Custo em Grandes Destilarias

Alternativas	Taxa Social de Retorno (%)
1	– 8,7
2	– 12,8
3	– 8,6
4	– 12,1
5	– 10,2
6	– 11,9
7	– 10,1
8	– 12,3
9	– 10,4
10	– 12,0
11	– 9,9

FONTE: PELIN (1983).

milhares de toneladas de bagaço (na forma de briquetes) que são produzidos anualmente por uma grande usina, tiveram o efeito de reduzir apenas quatro pontos percentuais o valor negativo da taxa de retorno. Passaremos a seguir a ilustrar a lógica por detrás destes dados. Para tal ilustração, toma-se por exemplo, o fluxo de caixa da usina projetada para a Zona da Mata apresentada por CENAL (1983) e divide-se por dois o investimento inicial nos dois primeiros anos.

Com isto os dois primeiros valores da coluna (5) da Tabela 4 passam a ser –82.698 e –304.054 respectivamente. A taxa interna de retorno pula dos 18,8% originais para 30%. Diferenças como estas da magnitude de quase 12 pontos percentuais podem ser decisivas para viabilizar ou inviabilizar um empreendimento. Com isto pode-se observar o considerável efeito na taxa interna de retorno originado pela redução do investimento inicial, comparado com as melhorias de rentabilidade mencionadas na Tabela 3 que teoricamente seriam efetivas para toda a vida de operação da usina (vinte anos). Como explicar isto? Em primeiro lugar há que se esclarecer que a escala de produção de uma usina grande somente atinge a capacidade nominal a partir do 4º ou 5º ano de funcionamento (6º ou 7º anos do fluxo de caixa)*. Por exemplo, no estudo do CENAL (op. cit.) o consumo de cana começa no 3º ano com 53,9 mil toneladas, no 4º ano cresce para 97,2 mil, no 5º ano é previsto o consumo de 125,2 mil e somente a partir do 6º ano é que atinge o máximo de 134,8 mil toneladas de cana. Assim sendo eventuais ganhos de produtividade somente teriam efeito máximo a partir do 6º ano do fluxo de caixa. Ao contrário, o efeito de redução de investimentos iniciais tem o seu maior impacto nos dois primeiros anos de fluxo de caixa. Este impacto decorre da própria lógica da expressão matemática (7), para o caso de taxa $r > 0$, a partir da qual é calculada a taxa

* Esta defasagem leva em conta o período de construção da usina onde não há produção física de álcool.

TABELA 4 – Fluxo de Caixa Ajustado a Preços Sociais para Cálculo da Taxa de Retorno Econômica

Unidade: Cr\$ 10³ de Outubro/1981

Ano Safra	Investimento (-)	Custos Operacionais (-)	Receitas Operacionais (+)	Fluxo de Caixa Líquido (5)
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1981/82	-165.396,2			-165.396,2
1982/83	-608.106,7			-608.106,7
1983/84	-14.869,5	-139.808,4	182.986,8	28.308,9
1984/85	-30.260,2	-241.788,5	330.556,8	58.508,1
1985/86	-19.709,5	-295.363,9	425.001,6	109.928,2
1986/87	-17.578,5	-313.469,4	471.231,0	140.183,1
1987/88		-313.469,4	485.367,0	171.897,6
1988/89		-313.469,4	499.968,0	186.498,6
1989/1990		-313.469,4	514.848,0	201.378,6
1990/91		-313.469,4	530.379,0	216.909,6
1991/92		-313.469,4	546.282,0	232.812,6
1992/93		-313.469,4	562.743,0	249.273,6
1993/94		-313.469,4	579.576,0	266.106,6
1994/95		-313.469,4	596.874,0	283.404,6
1995/96		-313.469,4	614.823,0	301.353,6
1996/97		-313.469,4	633.330,0	319.860,6
1997/98		-313.469,4	652.302,0	338.832,6
1998/99		-313.469,4	671.832,0	358.362,6
1999/00		-313.469,4	692.013,0	378.543,6
2000/01		-313.469,4	712.752,0	399.282,6
2001/02		-313.469,4	734.235,0	420.765,6
2002/03		-313.469,4	756.183,0	442.713,6
2003/04				214.772,4(x)

Taxa interna de retorno = 18,8%

(x) Valor residual cujo cálculo compreende os itens seguintes:

1) Capital de Giro (100%)	Cr\$ 82.417,7
2) Investimentos Físicos Iniciais (10%)	Cr\$ 71.238,7
3) Investimentos Iniciais em Bens Intangíveis – Serviços (100%)	Cr\$ 61.116,0
Total	Cr\$ 214.772,4

FONTE: CENAL, 1983.

interna de retorno. O denominador é composto pelo termo $(1 + r)^t$. Para $t = 0$ (1º ano de fluxo), o denominador é $(1 + r)^0$, necessariamente igual a 1, pois qualquer potência elevada a zero resulta em um. O numerador entra assim com peso total. Para $t = 1$ no ano seguinte, o efeito do denominador vai depender de r , a taxa de retorno. A título de ilustração, se $r = 0,2$ (taxa de retorno de 20%) então o denominador para $t = 1$ seria $(1 + 0,2)^1 = 1,2$, diminuindo assim ligeiramente o efeito do numerador. A partir de então, para os anos seguintes, a magnitude do denominador vai aumentando cumulativamente, reduzindo cada vez mais o efeito do numerador. À guisa de exemplo, toma-se o valor residual da Tabela 4, que para um $t = 22$ (vinte anos de operação mais dois anos de implantação) e um $r = 0,2$, tem-se:

$$\frac{214.772}{(1+0,2)^{22}} = \frac{214.772}{55,21} = 3.890$$

Desta forma, observa-se que o denominador dilui o numerador de tal forma que ele se transforma numa cifra 55 vezes menor. Portanto se há desejo em se causar acentuado impacto positivo na taxa interna de retorno, e se leva alguns anos para uma usina beneficiar-se de ganhos de produtividade, através de operação em plena carga, então o raciocínio mais lógico seria tentar-se reduzir o efeito do investimento inicial, onde o numerador correspondente da expressão (7) entra com força plena.

É exatamente este o motivo da alta taxa de retorno das microdestilarias, pois é precisamente no investimento inicial que ela é vantajosa. Estudos anteriores feitos por pesquisadores da EMBRAPA, como Cruz et. al. (1980) e Souza Dias et. al. (1983) nos dão conta que o investimento de capital por litro de álcool produzido é cerca de três vezes menor numa microdestilaria em relação à uma usina de 120.000 litros. Para quem acredita que as microdestilarias sejam uma miniaturização de usinas grandes, tal resultado pode parecer muito estranho, mas para quem conhece as microdestilarias implantadas na EMBRAPA ou com implantação sob a supervisão da Empresa, tal relação não causa nenhuma surpresa. A simplicidade das microdestilarias é de tal ordem que as obras civis mais se parecem com um galpão rural. O kit analítico para coleta e análise de amostras visando o controle de qualidade, especificado em Cabral et. alii (1983), cabe numa mesa comum. Assim sendo, no caso de aceitar-se os levantamentos feitos por Pelin (1983) em sua cuidadosa pesquisa, que dão por 18 milhões de dólares o investimento de uma destilaria de 120.000 litros/dia, teríamos uma relação capital-produto de 150 dólares $(18.000/120)^*$, ou seja, cada unidade de produto (litro de álcool/dia) necessita de 150 dólares de investimento. Já para o caso de uma microdestilaria de 2.500 litros/dia, custando 15.500 ORTNs, ou seja, 188.138 mil cruzeiros, em julho de 1984, ao câmbio de Cr\$ 1.728 do final de junho de 84 (não corrigido pela sobrevalorização cambial para não provocar redução do montante em dólares) resultam num investimento de 108.876 dólares, ou 43 dólares por litro de álcool produzido $(108.876/2.500)$, confirmando

* Alguns estudos apresentam esta relação em termos de produção anual. Ocorre que as destilarias de álcool são apresentadas em termos de produção diária.

mais uma vez os estudos anteriores em que este valor representa uma terça parte do conteúdo de capital na produção de álcool, em relação à uma usina grande.

Como é exatamente o capital inicial o item que mais pesa no cálculo da taxa de retorno, conforme foi observado na aplicação da expressão matemática (7), não há como encobrir-se a grande vantagem das microdestilarias como uma das opções de produção de álcool neste País, principalmente para atender a demanda da zona rural e das pequenas comunidades.

ANEXO I

**DADOS UTILIZADOS PARA O EXEMPLO ILUSTRATIVO
A PREÇOS PRIVADOS DENTRO DO FORMATO DE AGENTE FINANCEIRO**

**DADOS DE JUNHO DE 1981 ATUALIZADOS PARA JUNHO DE 1984
COM BASE NA VARIAÇÃO DA ORTN**

TABELA 1 – Parte Agrícola – Cronograma para plantio, cortes e custeio de lavouras de cana-de-açúcar
Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

Períodos anuais	Fundação (ha)		Renovação (ha)		Área de Plantio (ha)	Cortes (ha)				Área Total de Corte (ha)	Área Total plantada (ha)	Custeio soca Ressoca etc (ha)
	Viveiros		Cana Planta	Viveiros		Cana Planta	Prim.	Seg.	Terc.			
	Prim.	Seg.										
84/85			81		81	–	–	–	–	–	81	–
85/86			27		27	81	–	–	–	81	108	81
86/87					87	27	81	–	–	108	108	108
87/88					27	27	27	54	–	108	108	108
88/89					27	27	27	27	27	108	108	81
89/90					27	27	27	27	27	108	108	81
90/91					27	27	27	27	27	108	108	81
91/92					27	27	27	27	27	108	108	81
92/93					27	27	27	27	27	108	108	81
93/94					27	27	27	27	27	108	108	81
94/95					27	27	27	27	27	108	108	81
95/96					27	27	27	27	27	108	108	81

Parâmetros utilizados:

Rendimento agrícola médio: 74,87 t/ha.

Rendimento industrial da cana-de-açúcar: 60 litros/t.

TABELA 2 – Custo por ha para formação de lavouras – 1984.**Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia****Município: Brasília-DF**

DISCRIMINAÇÃO	PERÍODOS TRIMESTRAIS				TOTAL
	1. TRIM.	2. TRIM.	3. TRIM.	4. TRIM.	
– GASTOS DIFERIDOS					
Aração e gradeação leve		24.007	24.007		48.014
Correção do solo		23.352	23.352		46.703
Desmatamento, destoca etc	526.649				526.649
Gradagem, nivelamento e fosfatagem		16.688	16.688		33.377
Sulcação e adubação		128.628	128.628		257.244
Aquis. corte e transp. de mudas		177.759	177.759		355.517
Distrib., corte no sulco e cobertura		26.386	26.386		52.760
SOMAS	526.649	396.807	396.807		1.320.263
– OUTROS GASTOS					
Aquis. e aplicação de herbicidas			21.665	21.665	43.341
Aquis. e aplicação de defensivos			69.084	69.084	138.155
Cultivo mecânico			2.209	2.209	4.430
Cultivo manual			9.224	9.224	18.460
Adubação de cobertura			33.255	33.255	66.523
SOMAS			135.449	135.449	270.886

TABELA 3 – Custo por ha para renovação de lavouras**Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia****Município: Brasília-DF**

DISCRIMINAÇÃO	PERÍODOS TRIMESTRAIS				TOTAL
	1. TRIM.	2. TRIM.	3. TRIM.	4. TRIM.	
– GASTOS DIFERIDOS					
Aração e gradeação leve		24.007	24.007		48.014
Correção do solo		23.352	23.352		46.703
Gradagem niveladora e fosfatagem		16.688	16.688		33.377
Sulcação e adubação		128.628	128.628		257.244

Tabela 3 – Continuação

DISCRIMINAÇÃO	PERÍODOS TRIMESTRAIS				TOTAL
	1. TRIM.	2. TRIM.	3. TRIM.	4. TRIM.	
Corte e transporte de mudas		23.946	23.946		47.893
Cobertura de mudas		26.386	26.386		52.760
SOMAS		242.995	242.995		485.990
– OUTROS GASTOS					
Aquis. e aplicação de herbicidas		21.665	21.665		43.341
Aquis. e aplicação de defensivos		1.359	1.359		2.707
Cultivo mecânico		2.209	2.209		4.430
Cultivo manual		9.224	9.224		18.460
Adubação		33.255	33.255		66.523
SOMAS		67.724	67.724		135.449

TABELA 4 – Custos por ha para custeio e colheita de lavouras
Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

DISCRIMINAÇÃO	PERÍODOS TRIMESTRAIS				TOTAL
	1. TRIM.	2. TRIM.	3. TRIM.	4. TRIM.	
– TRATOS CULTURAIS					
Enleiramento e queima de palha	4.090	4.090			8.168
Sulcação e adubação	33.838	33.838			67.676
Cultivo mecânico	4.430	4.430			8.860
Cultivo manual	18.460	18.460			36.909
Aquis. e aplicação de herbicidas	43.341	43.341			86.670
Aquis. e aplicação de defensivos	2.707	2.707			5.413
SOMAS	106.854	106.854			213.708
– COLHEITA					
Corte	62.141	62.141			124.283
Carregamento	26.641	26.641			53.281
Transporte	30.767	30.767			61.522
SOMAS	119.537	119.537			239.087

TABELA 5 – Estrutura dos custos anuais – Lavoura
Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

Em cruzeiros mil

DISCRIMINAÇÃO	PERÍODOS ANUAIS					
	84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90
Seguros	109	109	109	109	109	109
Conservação de Benfeitorias	109	109	109	109	109	109
– Custos fixos operacionais	218	218	218	218	218	218
Amortiz. de gastos diferidos		38.195	43.293	37.782	31.350	16.336
Depreciação	2.415	2.415	2.415	2.415	2.415	2.415
– Custos fixos não operacionais	2.415	40.380	45.477	39.983	33.547	18.533
Totais dos Custos Fixos	2.415	40.610	45.696	40.198	33.765	18.752
ICM		21.628	24.614	21.628	20.147	20.147
PIS		1.044	1.189	1.044	971	971
FUNRURAL		3.495	2.852	3.495	3.253	3.253
Fundo de Assistência Social		1.068	1.214	1.068	995	995
Despesas c/Fundação de Lavouras	21.944	7.306				
Despesas c/Renovação de Lavouras			3.653	3.653	3.653	3.653
Despesas c/Custeio, Colh. e Transp.		44.057	53.512	49.822	42.200	42.200
Juros Empr. p/Fundação	5.098	7.064	5.013	2.148	352	
Juros Empr. p/Renovação			583	1.214	1.432	1.432
Juros Empr. p/Custeio, Colh. e Transp.		971	1.711	1.844	1.554	1.287
Totais dos Custos Variáveis	27.629	86.646	95.470	85.918	74.545	74.048
Totais dos Custos	29.444	127.244	141.165	126.116	108.311	91.683

TABELA 6 – Fluxo de caixa – Usos e fontes do empreendimento – Lavoura
Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

Em Cruzeiros Mil

Discriminação	Realiz.	PERÍODOS ANUAIS											
		84/85	85/86	86/87	87/88	88/89	89/90	90/91	91/92	92/93	93/94	94/95	95/96
Inv. e Gastos Diferidos		117.911	35.646	13.120	13.120	13.120	24.080	13.120	13.120	13.120	13.120	24.080	13.120
Receita Operacional			39.551	158.801	139.551	129.927	129.927	129.927	129.927	129.927	129.927	129.927	129.927
Custos Operac. Totais		88.782	86.865	95.688	86.136	74.764	74.254	74.254	74.254	74.254	74.254	74.254	74.254
Imposto de Renda			4.114	5.984	4.359	7.464	12.768	13.933	13.933	13.970	14.030	13.909	13.933
FLUXO DE CAIXA LÍQUIDO		-144.054	13.059	45.125	24.687	34.566	20.402	28.607	28.607	28.583	28.522	17.684	28.607
USOS													
Inv. e Gastos Deferidos		117.911	35.646	13.120	13.120	13.120	13.120	24.080	13.120	13.120	13.120	24.080	13.120
Juros s/Fin. p/Invest.		558	558	558	461	267	643	558	558	461	267	643	558
Amort. Empr. p/Fund. e Renovação			42.953	57.275	65.673	31.095	16.785	16.785	16.785	16.785	16.785	16.785	16.785
Amort. Empr. p/Cust. e Colheita			4.442	22.381	27.539	27.235	21.458	21.458	21.458	21.458	21.458	21.458	21.458
Amort. de Empr. p/Inv.					3.653	3.653	3.653			3.653	3.653	3.653	
TOTAIS DOS USOS		118.457	83.512	93.334	110.447	75.383	66.620	51.910	51.910	55.466	55.284	66.620	51.910
FONTES													
Fin. Proálcool p/Inv.		10.960					10.960					10.960	
Fin. p/Fund. Rend. Cust. e Colheita		128.883	64.727	44.943	44.324	38.244	38.244	38.244	38.244	38.244	38.244	38.244	38.244
Recursos Próprios		5.862			17.247								
FLUXO DE CAIXA BRUTO		-27.265	48.584	57.159	53.779	47.698	42.892	41.739	41.739	41.703	41.642	41.763	41.739
TOTAIS DAS FONTES		118.457	113.299	102.072	110.447	85.942	92.083	81.197	81.197	79.946	79.886	90.967	81.197
DISPONIBILIDADE LÍQUIDA			29.687	8.739		10.340	25.476	28.073	28.073	24.480	24.590	24.347	28.073

TABELA 7 – Parte Industrial – Dados Gerais

Especificação	Unidade	Quantidade
Produção anual álcool (180 dias)	1.000 litros	450
Rend. litros álcool/ton. cana	litros/ton.	60
Consumo anual de cana	ton	7.290
Necessidade de área	ha	180
Disponibilidade de bagaço	ton/safra	2.187
Vinhoto	m ³ /safra	5.400
Insumos necessários ao processo:		
– sulfato de amônio		
– superfosfato de cálcio		
– ácido sulfúrico		
– água de resfriamento (circuito fechado)	litros/h	6.000
– água de processo (potável)	litros/h	300
– energia elétrica (220 V)	KVA	30
– Consumo diário de mat. permanente	ton/dia	41,7
– mão-de-obra necessária (2 turnos/dia)	homens/dia	10

TABELA 8 – Máquinas e Equipamentos

Especificação	Unidade	Quantidade
– Balança para carretas	ton	30
– Talha elétrica		
– Monovia (15 m de comprimento)		
– Desfibrador de cana-de-açúcar		
Capacidade	kg/h	2.000
potência instalada	HP	7,5
Velocidade de rotação	RPM	3.000
– Moenda – 2 termos		
Capacidade	kg/h	2.000
Dimensões	polegadas	13" x 16"
Potência instalada	HP	30
– Caixa para coleta de caldo		
Peneira p/separação bagacilho	m ²	
– Bomba de caldo (em bronze)		
vazão	m ³ /h	2
alt. manométrica	mca	20
potência instalada	HP	1,5
– Dorna p/preparo do mosto		
capacidade	m ³	
quantidade		
– Cuba p/preparo e tratamento do fermento (aço inox)		
capacidade	m ³	
quantidade		

TABELA 8 – Continuação

Especificação	Unidade	Quantidade
– Dornas p/fermentação (em aço carbono, espessura 3/Lb") capacidade quantidade	m ³	8 6
– Bombas centrífugas p/vinho . material: bronze . vazão . altura manométrica . potência instalada . quantidade	m ² /h mca HP	2 20 1,5 1
– Aparelho destilação (em aço inox Aisi 316) . capacidade	litro/h	100
– Condensador, tipo tabular (aço inox Aisi 304) . superfície de troca		
– Trocador de calor vinho/vinhaça (aço inox 316) . superfície de troca		
– Bomba água p/resfriamento de dornas e condensador (em ferro fundido) . vazão . altura manométrica . potência instalada . quantidade	m ³ /h mca HP	6 20 1,5 1
– Tanque p/armazenamento de álcool (chapa de aço-carbono 2/16") . capacidade	m ³	75
– Bomba de álcool . material . vazão . altura manométrica . potência instalada . quantidade	m ³ /h mca HP	0,15 10 0,5 1
– Caldeira tipo piro-tubular . superfície de aquecimento . capacidade . combustível: bagaço de cana e lenha	m ² kg/h	40
OBRAS CIVIS		
– Piscina p/resfriamento de água em alvenaria . capacidade . área troca	m ³	20
– Galpão industrial (área)	m ²	200

**TABELA 9 – Mão-de-obra requerida – Destilaria
Proponente – Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF**

DISCRIMINAÇÃO	Ref.	Situação atual	Período 1 – 2	Período 2 – 3	Período 3 – 4	Período 4 – 5	Período 5 – 6	Período 6 – 7
PESSOAL OCUPADO								
– Fixa da Diretoria		0	0	0	0	0	0	0
– Fixa Administrativa		0	0	0	0	0	0	0
– Fixa Técnica		0	0	2	2	0	0	0
– Fixa Outras		0	0	2	2	0	0	0
– Variável Especializada		0	0	0	0	0	0	0
– Variável Semi-Especial		0	0	0	0	0	0	0
– Variável Não Especializada		0	0	5	5	0	0	0
– Variável Outras		0	0	0	0	0	0	0
SALÁRIO MÉDIO EM Cr\$								
– Fixa da Diretoria		0	0	0	0	0	0	0
– Fixa Administrativa		0	0	0	0	0	0	0
– Fixa Técnica		0	0	209.182	209.182	0	0	0
– Fixa Outras		0	0	104.597	104.597	0	0	0
– Variável Especializada		0	0	0	0	0	0	0
– Variável Semi-Especial		0	0	0	0	0	0	0
– Variável Não Especializada		0	0	104.597	104.597	0	0	0
– Variável Outras		0	0	0	0	0	0	0
MESES TRABALHADOS								
– Fixa da Diretoria		12	12	12	12	12	12	12
– Fixa Administrativa		12	12	12	12	12	12	12
– Fixa Técnica		0	0	6	6	0	0	0
– Fixa Outras		0	0	6	6	0	0	0
– Variável Especializada		12	12	12	12	12	12	12
– Variável Semi-Especial		12	12	12	12	12	12	12
– Variável Não Especializada		0	0	6	6	0	0	0
– Variável Outras		12	12	12	12	12	12	12

TABELA 10 – Insumos Requeridos – Destilaria – (Valores em Mil Cruzeiros)

Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia

DISCRIMINAÇÃO	Ref.	Unid.	Preço Unit. Cr\$	Sit. Atual	PERÍODOS					
					0 – 1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 6 e Segs.
Matéria Prima										
– Produto Próprio		T	13.613	0	0	96.331	96.331	96.331	96.331	96.331
– Prod. de Acion./Sócio				0	0	0	0	0	0	0
– Prod. de Fornecedores				0	0	0	0	0	0	0
– Subproduto				0	0	0	0	0	0	0
Materiais Secundários										
– Diversos		s/T		0	0	1.663	1.663	1.663	1.663	1.633
Energia Elétrica				0	0	0	0	0	0	0
Combustível e Lubrificantes										
– Diversos		s/R		0	0	243	243	243	243	243
Transportes de Terceiros				0	0	0	0	0	0	0
TOTAL				0	0	98.237	98.237	98.237	98.237	98.237

TABELA 11 – Mão-de-obra Requerida – Destilaria (Valores em Cruzeiros)
Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

Discriminação	Sit. Atual	Período 0 – 1	Período 1 – 2	Período 2 – 3	Período 3 – 4	Período 4 – 5	Período 5 – 6 e Seg.
a) Fixa							
– Diretoria	0	0	0	0	0	0	0
– Administrativa	0	0	0	0	0	0	0
– Técnica	0	0	2.510.186	2.510.186	2.510.186	2.510.186	2.510.186
– Outros	0	0	1.255.099	1.255.099	1.255.099	1.255.099	1.255.099
TOTAL A	0	0	3.765.285	3.765.285	3.765.285	3.765.285	3.765.285
b) Variável							
– Especializada	0	0	0	0	0	0	0
– Semi-Especial	0	0	0	0	0	0	0
– Não Especializ-	0	0	3.137.730	3.137.730	3.137.730	3.137.730	3.137.730
– Outras	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL B	0	0	3.137.730	3.137.730	3.137.730	3.137.730	3.137.730
c) Encargos Sociais							
– S/Diretoria	0	0	0	0	0	0	0
– 56,3% S/Administ. e técnica	0	0	2.119.848	2.119.848	2.119.848	2.119.848	2.119.848
– 60,3% S/Variável	0	0	1.766.540	1.766.540	1.766.540	1.766.540	1.766.540
TOTAL C	0	0	3.886.388	3.886.388	3.886.388	3.886.388	3.886.388
TOTAL GERAL (A+B+C)	0	0	10.789.403	10.789.403	10.789.403	10.789.403	10.789.403

TABELA 12 – Programa de Produção e Vendas – Destilaria (Valores em Mil Cruzeiros)

Proponente – Microdestilaria de 2.500 litros/dia

Município: Brasília-DF

Discriminação	Ref.	Unid.	Preço Unit. Cr\$	Sit. Atual	PERÍODOS					
					0 – 1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5–6 e Seg.
ALCOOL										
– Hidratado Carburante		L	426,59	0	0	159.978	159.978	159.978	159.978	159.978
TOTAL				0	0	159.978	159.978	159.978	159.978	159.978

TABELA 13 – Estrutura dos Custos Anuais – Destilaria (Valores em Mil Cruzeiros)
Proponente – Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

Discriminação	Sit. Atual	Período 0 – 1	Período 1 – 2	Período 2 – 3	Período 3 – 4	Período 4 – 5	Período 5 – 6 e Seg.
Honorários Diretoria	0	0	0	0	0	0	0
Mão-de-obra Fixa	0	0	3.762	3.762	3.762	3.762	3.762
Encargos Soc. e Trab.	0	0	2.112	2.112	2.112	2.112	2.112
Seguros ou Ativo Fixo	0	0	1.456	1.456	1.456	1.456	1.456
Manutenção e Conserv.	0	0	1.456	1.456	1.456	1.456	1.456
Diversos	0	0	437	437	437	437	437
Custos Fixos Operac.	0	0	9.224	9.224	9.224	9.224	9.224
Depreciação	0	0	13.072	13.072	13.072	13.072	13.072
Amort. Gastos Diferidos	0	0	12.003	12.003	12.003	12.003	12.003
Custos Fixos Não Operac.	0	0	25.075	25.075	25.075	25.075	25.075
Custos Fixos	0	00	34.311	34.311	34.311	34.311	34.311
Insumos	0	0	98.237	98.237	98.237	98.237	98.237
Mão-de-obra Variável	0	0	3.143	3.143	3.143	3.143	3.143
Encargos Soc. e Trab.	0	0	1.772	1.772	1.772	1.772	1.772
Desp. Tribut. e Contrib.	0	0	12.137	12.137	12.137	12.137	12.137
Comissão Sobre Vendas	0	0	0	0	0	0	0
Aluguéis	0	0	0	0	0	0	0
Diversos	0	0	6.117	6.117	6.117	6.117	6.117
Custos Var. Operac.	0	0	128.482	128.482	128.482	128.482	128.482
Despesas Financeiras	0	0	1.748	1.748	1.748	1.748	1.748
Custos Variáveis	0	0	130.230	130.230	130.230	130.230	130.230
Custos Totais Anuais	0	0	164.541	164.541	164.541	164.541	164.541
Custos Operacionais	0	0	137.719	137.719	137.719	137.719	137.719
Produtos em Elaboração (Capital de Giro I)	0	0	112.376	112.376	112.376	112.376	112.376
Produtos Acabados (Capital de Giro II)	0	0	112.376	112.376	112.376	112.376	112.376
Custos Monetários	0	0	139.466	139.466	139.466	139.466	139.466

TABELA 14 – Usos e Fontes – Cronograma Financeiro – Destilaria (Valores em Mil Cruzeiro)
Município: Brasília-DF

DISCRIMINAÇÃO	A REALIZAR – PERÍODOS TRIMESTRAIS												TOTAL
	PERÍODO 0 – 1				PERÍODO 1 – 2				PERÍODO 2 – 3				
	I	II	III	IV	I	II	III	IV	I	II	III	IV	
USOS													
FINANCIÁVEIS													
Obras Civas	12.307	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12.307
Utilidades	6.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.153
Instalação e montagem	6.153	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6.153
Máqs. e Eqptos. Nacionais	123.045	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	123.045
Fretes	3.690	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3.690
Imposto s/ Dep. de Crédito	8.350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.350
Juros Durante a Carência	16.652	0	40.173	0	51.230	0	0	0	0	0	0	0	108.044
Total Financiável	176.510	0	40.173	0	51.230	0	0	0	0	0	0	0	267.654
NÃO FINANCIÁVEL													
Capital de Giro	0	0	0	0	0	0	0	37.588	0	0	0	0	37.588
Total Não Financiável	0	0	0	0	0	0	0	37.588	0	0	0	0	37.588
Total dos Usos	176.351	0	40.173	0	51.230	0	0	37.588	0	0	0	0	305.342
FONTES													
RECURSOS PRÓPRIOS													
Aumento Cap. em Dinheiro	30.270	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30.270
RECURSOS DE TERCEIROS													
Proálcool BB – Principal	121.079	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	121.079
Proálcool BB – I.S.O.C.	8.350	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8.350
Proálcool BB – Juros	19.104	0	40.173	0	51.230	0	0	0	0	0	0	0	108.044
Financ. p/Capital de Giro	0	0	0	0	0	0	0	37.588	0	0	0	0	37.588
Total das Fontes	176.351	0	40.173	0	51.230	0	0	37.588	0	0	0	0	305.342

TABELA 15 – Fluxo de caixa e capacidade de pagamento – Destilaria – Deflacionado total (Valores em Mil Cruzeiros)
Proponente: Microdestilaria de 2.500 litros/dia
Município: Brasília-DF

DISCRIMINAÇÃO	IMPLANTAÇÃO E OPERAÇÃO							
	Preexis- tente	Realiz- ado	Período 0 – 1	Período 1 – 2	Período 2 – 3	Período 3 – 4	Período 4 – 5	Período 5 – 6 e Seg.
Investimento total		0	-188.139	0	0	0	0	0
Lucro Operacional		0	0	22.259	22.259	22.259	22.259	22.259
– Receita Operacional		0	0	159.978	159.978	159.978	159.978	159.978
– Custeio Operacional		0	0	137.719	137.719	137.719	137.719	137.719
Depreciação/Amortização		0	0	21.834	21.834	21.834	21.834	21.834
Juros S/Financiamentos		0	0	4.661	7.246	6.420	5.510	4.466
Lucro Tributável		0	0	4.236	6.821	5.996	5.085	4.042
Imposto de Renda		0	0	0	0	0	0	0
Fluxo de Caixa Líquido		0	-188.139	22.259	22.259	22.259	22.259	22.259
FONTES								
Recursos Próprios								
– Patrim. Líq. + Pass. Int.		0	0	0	0	0	0	0
– Aument. Cap. em Dinh.		0	28.221	0	0	0	0	0
– Outros		0	0	0	0	0	0	0
– Fluxo de Caixa Bruto		0	0	22.259	22.259	22.259	22.259	22.259
Recursos de Terceiros								
– Financ. Proálcool		0	159.918	60.054	54.981	46.837	37.637	27.187
– Financ. p/Cap. Giro		0	0	37.588	0	0	0	0
– Financ. p/Invest.		0	0	0	0	0	0	0
– Outros		0	0	0	0	0	0	0
TOTAL DAS FONTES		0	188.139	119.914	77.240	69.096	59.896	49.446
Investimentos		0	188.139	0	0	0	0	0
Inv. c/Gastos Diferidos		0	0	60.054	54.981	46.837	37.637	27.187
Capital de Giro		0	0	37.588	0	0	0	0
Juros								
– S/Financ. Existentes		0	0	0	0	0	0	0
– S/Financ. P/Cap. Giro		0	0	1.748	1.748	1.748	1.748	1.748
– S/Financ. Proálcool		0	0	2.913	5.490	4.673	3.762	2.719
Reposição								
– Financ. Existentes		0	0	0	0	0	0	0
– Financ. Proálcool		0	0	11.991	25.124	26.823	28.898	31.690
TOTAL DOS USOS		0	-188.139	114.306	87.350	80.080	72.057	63.331

Taxa Interna de Retorno = 10,1%

TABELA 16 – Estrutura dos Custos Anuais (Industrial e Agrícola Consolidados)
Microdestilaria de 2.500 litros/dia

– Cr\$ mil –

Discriminação	Referência	0 – 1	1 – 2	2 – 3	3 – 4	4 – 5	5 – 6	6 – 7	7 – 8
01. Mão-de-obra fixa			3.762	3.762	3.762	3.762	3.762	3.762	3.762
02. Honorários da Diretoria			—	—	—	—	—	—	—
03. Encargos sociais e trabalhistas			2.112	2.112	2.112	2.112	2.112	2.112	2.112
04. Seguros do ativo fixo			1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566
05. Manutenção e conservação			1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566	1.566
06. Diversos	3%		267	267	267	267	267	267	267
07. CUSTOS FIXOS OPERACIONAIS			9.273						
08. Depreciação			15.256	15.256	15.256	15.256	15.256	15.256	15.256
09. Amortização de Gastos Diferidos			50.199	55.296	49.786	43.366	28.352	28.352	28.352
10. CUSTOS FIXOS NÃO OPERACIONAIS			65.467	70.552	65.042	58.622	43.608	43.608	43.608
11. TOTAL DOS CUSTOS FIXOS			74.740	79.837	74.327	67.894	52.881	52.881	52.881
12. Insumos			1.663	1.663	1.663	1.663	1.663	1.663	1.663
13. Combustíveis e lubrificantes			243	243	243	243	243	243	243
14. FUNRURAL e Fundos de Assist. Social			4.564	5.195	4.564	4.248	4.248	4.248	4.248
15. Mão-de-obra variável			3.143	3.143	3.143	3.143	3.143	3.143	3.143
16. Encargos sociais e trabalhistas			1.772	1.772	1.772	1.772	1.772	1.772	1.772
17. Despesas c/fundação/renovação/custeio/colheita e transporte			51.364	57.165	53.476	45.866	45.866	45.866	45.866
18. Despesas tributárias e contribuições			19.225	19.225	19.225	19.225	19.225	19.225	19.225
19. Diversos	3%		2.464	2.658	2.524	2.294	2.294	2.294	2.294
20. CUSTOS VARIÁVEIS OPERACIONAIS			84.425	91.052	86.597	78.429	78.429	78.429	78.429
21. PRODUTOS EM ELABORAÇÃO			72.021	78.454	74.133	66.195	66.195	66.195	66.195
22. PRODUTOS ACABADOS			72.021	78.454	74.133	66.195	66.195	66.195	66.195
23. TOTAL DOS CUSTOS OPERACIONAIS			93.698	100.337	95.870	87.714	87.714	87.714	87.714
24. CUSTOS TOTAIS			159.165	170.889	170.197	146.329	131.322	131.322	131.322

ANEXO II

FATORES DE CORREÇÃO PARA ELIMINAÇÃO DE IMPOSTOS E AJUSTAMENTO DOS COMPONENTES DO INVESTIMENTO FIXO DE DESTILARIAS DE ÁLCOOL

Fatores de correção para eliminação de Imposto e ajustamento dos componentes do Investimento Fixo de Destilaria de Alcool.

I – Eliminação de Impostos		Multiplicar todos os valores por 0,926		
II – Tipo de Investimento Fixo	Componentes Importados (%)	ITENS IMPORTADOS (diretos ou indiretos)	Fator de Correção (FC)	
			Até 1982	A partir de 1983
Obras Civis (inclusive habitação)	20	Combustível, Cimento, Componentes de Equipamentos Indiretamente Importados	1.100	1.035
Máquinas e Equipamentos	29	Aço inoxidável, Componentes Importados na Indústria de Equipamento de Alcool	1.145	1.051
Equipamentos de Tratamento	15	Componentes Direta e Indiretamente Importados	1.075	1.026
Equipamento de Transporte	13	Combustível, Componentes Direta e Indiretamente Importados nos Veículos (caminhões fora-de-estrada, etc.)	1.065	1.023
Laboratórios	27	Instrumentação, Aço Inoxidável, Vidros Especiais, etc.	1.135	1.048
Oficinas e Manutenção	20	Ferramentas, Componentes de Máquinas e etc.	1.100	1.035
Instalações Complementares	12	Componentes	1.060	1.021
Preparação do Projeto	0		1.000	1.000
Engenharia e Gerência do Empreendimento	0		1.000	1.000
Montagens Industriais (instalação)	0		1.000	1.000
Outros	0		1.000	1.000

Obs.: Até 1982 – Fator de Correção da Taxa de Câmbio = 1,50.

A partir de março de 1983 – Fator de Correção da Taxa de Câmbio = 1,176

FONTE: CENAL (1983).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BACHA, E.L., ARAUJO, A.B., MATA, M. & R.L. MODENESI. "Análise Governamental de Projetos de Investimento no Brasil: Procedimentos e Recomendações". IPEA/INPES Rio de Janeiro 3ª Edição, 1974.
- BARZELAI, M. & S.R. PEARSON. "The Efficiency of Producing Alcohol for Energy in Brazil". Economic Development and Cultural Change, Vol. 31. nº 1, p. 131-44, Out. 1982.
- CENAL. "National Economic Profitability of Alcohol Projects in Brazil: Appraisal Criteria" CENAL-MIC, Brasília, Mimeo., Dez. 1981.
- CENAL. "Proálcool, Avaliação Social de Projetos". Elaborado pela ASTEL para a CENAL, sob a coordenação de João P.A. Magalhães – URFJ, 1983.
- CRUZ, E.R. "Análise Econômica de Projetos de Pesquisa: Avaliação Privada ou Social?" Brasília, Mimeo., Fev. 1975.
- CRUZ, E.R., RICHTER, H.V., SOUZA DIAS, J.M.C., GORGATTI NETTO A. & A. BRANDINI. "Rentabilidade Potencial de Microdestilarias de Álcool a Partir da Cana-de-Açúcar: Um Estudo Preliminar". Pesquisa Agropecuária Brasília, Vol. 15, nº 4, p. 365/378, Out. 1980.
- CRUZ, E.R., PALMA, V. & AVILA, A.F.D. "Taxas de Retorno do Capital da EMBRAPA: Investimento Total e Capital Físico". EMBRAPA-DEP – Documentos 1, Brasília, 1982.
- CRUZ, E.R. & C. TEIXEIRA. "Rentabilidade de Sistema Integrado de Geração de Energia". Brasília, Mimeo., 1982.

- FARO, C. "Critérios Quantitativos de Avaliação e Seleção de Projetos de Investimento". IPEA/INPES, Rio de Janeiro, 1971.
- FELDSTEIN, M.S. "The Derivation of Social Time Preference Rates", *Kyklos*, vol. 23, 1965.
- FURTADO, C. "Análise do Modelo Brasileiro". Ed. Civilização Brasileira, Rio de Janeiro, 7ª Ed., 1982.
- FURTADO, C. "A Nova Dependência". Paz e Terra Editora, Rio de Janeiro, 1982.
- GALESON, W. E LEIBENSTEIN, H. 'Investment Criteria, Productivity and Economic Development'. *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 69, p. 343/370, 1955.
- GEMENTE, A.C., LOPES, C.M., RUAS, D.G.G., GERMEK, H.A. e OLIVEIRA, E.R. "Microdestilaria: Viabilidade Técnico-Econômica". Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, p. 25/72, Abril 1982.
- HARBERGER, A.C. "Vignettes on the World Capital Market", *American Economic Review*, Vol. 70, Nº 2, pp. 331/337, 1980.
- HESS, G., MARQUES, J.L., ROCHA PAEZ, L.C.R. & PUCCINI, A. "Engenharia Econômica". 15ª Edição, DIFEL, São Paulo, 1982.
- LANGONI, C.G. "A Study in Economic Growth: The Brazilian Case". Dissertação de Ph.D., Universidade de Chicago, 1970.
- LANGONI, C.G. "As Causas do Crescimento Econômico do Brasil". APEC, Rio de Janeiro, 1974.
- LITTLE, I. M. de., MIRRLEES, J'A. "Manual of Industrial Project Analysis in Developing Countries, Vol. 2. Social Cost Benefit Analysis". Paris, OECD, 1969.
- MARGLIN, S.A. "The Social Rate of Discount and Optimal Rate Investment". *Quarterly Journal of Economics*, Vol. 77, No. 1, p. 95/111, Fev. 1963.
- MELLO, F.H. & PELIN, E.R. "As Soluções Energéticas e a Economia Brasileira", São Paulo, Editora Hucitec, 1983.
- NORONHA, F. "Projetos Agropecuários". FEALQ, Piracicaba, 1981.
- NORTON, G.W. "The Productivity And Allocation of Research: U.S. Agricultural Experiment Stations Revisited", in *Evaluation of Agricultural Research. Miscellaneous Publications 8-1981*, University of Minnesota, 1981.

- PELIN, E.R. "Avaliação Econômica do Álcool Hidratado Carburante no Curto e Médio Prazos". Tese de Doutorado. Orientador: Prof. Fernando Homem de Melo, USP, 1983.
- PETERSON, W.L. "Return of Poultry Research in the United States", *Journal of Farm Economics*, Vol. 49, pp. 656-669, 1967.
- SOLOMON, K.J. "Análise de Projetos para o Crescimento Econômico", APEC, Rio de Janeiro, 1976.
- SOUZA DIAS, J.M.C., NOVAES, F.V., CRUZ, E.R. & SOARES, R.P. "Avaliação Técnica e Econômica do Funcionamento de Microdestilarias". EMBRAPA, Documentos 2, Diretoria Executiva, 1983.
- SQUIRE, L. & H.G. VAN DER TAK. "Analyses Economico de Proyectos" Banco Mundial, Editorial Tecnos, Madrid, 1977.
- WHITE, F. C. & HAVLICEK Jr. "Interregional Spillover of Agricultural Research Results and Intergovernmental Finance: Some Preliminary Results", in *Evaluation of Agricultural Research, Miscellaneous Publications 8-1981*, University of Minnesota, 1981.

MICRODESTILARIA – UMA ESTRATÉGIA PARA O DESENVOLVIMENTO RURAL

*Vitório M. Varaschin**
*Reinaldo I. Adams***

SUMÁRIO – O presente trabalho é resultado de uma pesquisa realizada numa comunidade de 34 pequenos agricultores, visando a organização desses produtores ao redor de um objetivo: a criação de uma microdestilaria de álcool para o consumo interno da comunidade. Após ampla análise verificou-se que não só a microdestilaria era viável física e economicamente, mas só se obtinha uma série de outras vantagens como a união dos agricultores para melhoria das condições de comercialização dos produtos, melhoria do nível de trabalho, organização e aumento da produção, melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e finalmente um aumento geral do nível de renda e de bem-estar da própria comunidade. Para execução dessa tarefa foram propostas algumas opções em que a formação de uma cooperativa teve melhor aceitação.

ABSTRACT – This paper is a result of a research done within a community of 34 small farmers with the objective of organizing a small stillary of alcohol for internal consumption in the community. The analysis has shown that the stillary is not only viable but provides several advantages like: writing the farmer under a common objective, better trade results for their products, higher demand for labor, higher production, better use of the scarce resources and finally higher income and welfare for farmers and the community. The best way of implementing the plan was through a cooperative.

* IAPAR – Londrina, Paraná.

** IEPE/UFRGS – Porto Alegre.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento sócio-econômico é o objetivo de todas as comunidades. Na verdade são poucas as regiões do mundo que não tem possibilidade de um maior desenvolvimento, por que não existem recursos para desenvolver uma atividade econômica. Naturalmente, os recursos não foram distribuídos de forma proporcional. Nas encostas Basálticas do Rio Grande do Sul, por exemplo, a escassez relativa de terra e capital contrasta com o excedente de mão-de-obra. O problema é então compatibilizar a distribuição desproporcional de desenvolvimento. Conforme expressa SCHUMACHER (1981):

“O desenvolvimento econômico é principalmente uma questão de conseguir que se faça mais trabalho. Para isso, são quatro as condições essenciais: Primeiro, deve haver motivações; segundo, deve haver KNOW-HOW; terceiro, deve existir algum capital; e quarto, deve haver saída: produção adicional requer mercados adicionais”. (p. 182)

Ainda segundo SCHUMACHER (1981), “não existe resposta para os flagelados do desemprego em massa e da migração em massa para as cidades, exceto se puder ser incrementado a nível de vida rural; e isso exige a criação de uma cultura agroindustrial, de modo que cada distrito, cada comunidade, possa oferecer aos seus membros uma atraente variedade de ocupações”. (p. 181)

Segundo MELLOR (1966), as principais funções do setor agrícola são: produzir alimentos para o consumo interno e possíveis saldos para exportação; produzir matéria-prima para as agroindústrias; fornecer mão-de-obra para o setor industrial; além de ser um importante mercado para os produtos industrializados.

Mas apesar de sua fundamental importância para o desenvolvimento econômico do Estado e do País, o setor agrícola desenvolve-se de forma irregular. Essas irregularidades podem ser constatadas pela desigualdade na distribuição de renda entre regiões, pelo nível tecnológico aplicado e pela situação sócio-econômica do produtor rural.

Nas regiões das encostas basálticas do Rio Grande do Sul, onde predomina a pequena propriedade e a produção subsistência, o nível de desenvolvimento é bem inferior ao de outras regiões onde a atividade agrícola desenvolveu-se mais rapidamente. As regiões menos desenvolvidas se caracterizam por apresentarem excedente de mão-de-obra e por utilizarem práticas agrícolas rudimentares e rotineiras, obtendo, portanto, baixa produtividade e baixa renda.

Para aumentar a renda e o emprego nestas regiões poderíamos pensar em aumentar a área disponível por propriedade ou a produtividade agrícola. Como aumento na área requer mudanças estruturais e elas são inviáveis a curto prazo, resta-nos a alternativa de buscarmos o aumento da renda e do emprego através do aumento de produtividade da terra e mão-de-obra.

O aumento de produtividade pode ser conseguido por mudanças tecnológicas, introdução de novos cultivos e da utilização mais racional da terra. Uma utilização racional pode aumentar a produtividade, através do controle da erosão, da seleção de culturas mais apropriadas a cada classe de solo e do aproveitamento de resíduos orgânicos.

Por outro lado, a crise de energia, determinou mudanças no setor agropecuário brasileiro.

MÉTODO

Os fatores que influenciam a tomada de decisão dos proprietários agrícolas são classificados em externos e internos. Os fatores externos são aqueles sobre os quais o proprietário agrícola não tem controle direto, incluindo a política agrícola, as ações de mercado, os fatores naturais e a tecnologia. Os fatores internos são aqueles controláveis pelos proprietários agrícolas e sobre os quais eles tem controle direto. Destacam-se os recursos naturais, mão-de-obra, capital e capacidade administrativa.

A capacidade de produção (CP) da microrregião uma função dos fatores internos (FI) e dos fatores externos (FE).

No curto prazo, os fatores externos são considerados fixos. Portanto, no curto prazo, a capacidade de produção é uma função dos fatores internos.

$$CP = f(R, M, K, A, T)$$

onde:

R = recursos naturais

M = mão-de-obra

K = capital

A = capacidade administrativa

T = tecnologia

Por outro lado, os recursos naturais, a tecnologia e a capacidade administrativa também são fixos no curto prazo. A capacidade de produção da microrregião é então uma função da mão-de-obra (M) e do capital (K).

$$CP = f(M, K)$$

Assim o nível de produção depende da combinação dos fatores variáveis: mão-de-obra e capital, sujeito às restrições impostas pelos recursos fixos. Como as funções de produção são linearmente homogêneas e as empresas agrícolas ajustam seus fatores de produção de forma a maximizar seus lucros, elas produzirão ao nível máximo de produção, no ponto em que atingir o pleno emprego do recurso fixo da terra.

Para estudar o problema foi escolhida uma região da encosta basáltica do Rio Grande do Sul. A região tem 32 pequenos produtores em quatro subgrupos que serviram de base para análise. Estruturou-se uma matriz de análise comparando a situação atual com a situação programada. Esta foi usada para estudar alternativas de desenvolvimento incluindo ou não a cooperativa, a microdestilaria e o sistema de comercialização dos insumos e dos produtos agrícolas.

RESULTADOS E CONCLUSÕES

As principais conclusões do presente estudo podem ser resumidas nos seguintes termos:

Com relação à estrutura agrária cerca de 55,10% da área total pertence ao grupo dos proprietários não moradores que não dependem da renda da terra para sua sobrevivência. Por outro lado, entre os outros moradores 75% dos imóveis tem menos de 20 hectares e 40% tem menos do que 10 hectares. Além disso, enquanto os moradores que representam 58,82% dos imóveis ocupam 44,90% da área total, os

não moradores somam 41,17% dos imóveis e ocupam 55,10% da área total da microrregião. Configura-se, assim, uma situação em que os recursos subutilizados são a mão-de-obra no grupo dos moradores e a terra no grupo dos não moradores, assumindo-se que estes irão explorar plenamente a área disponível.

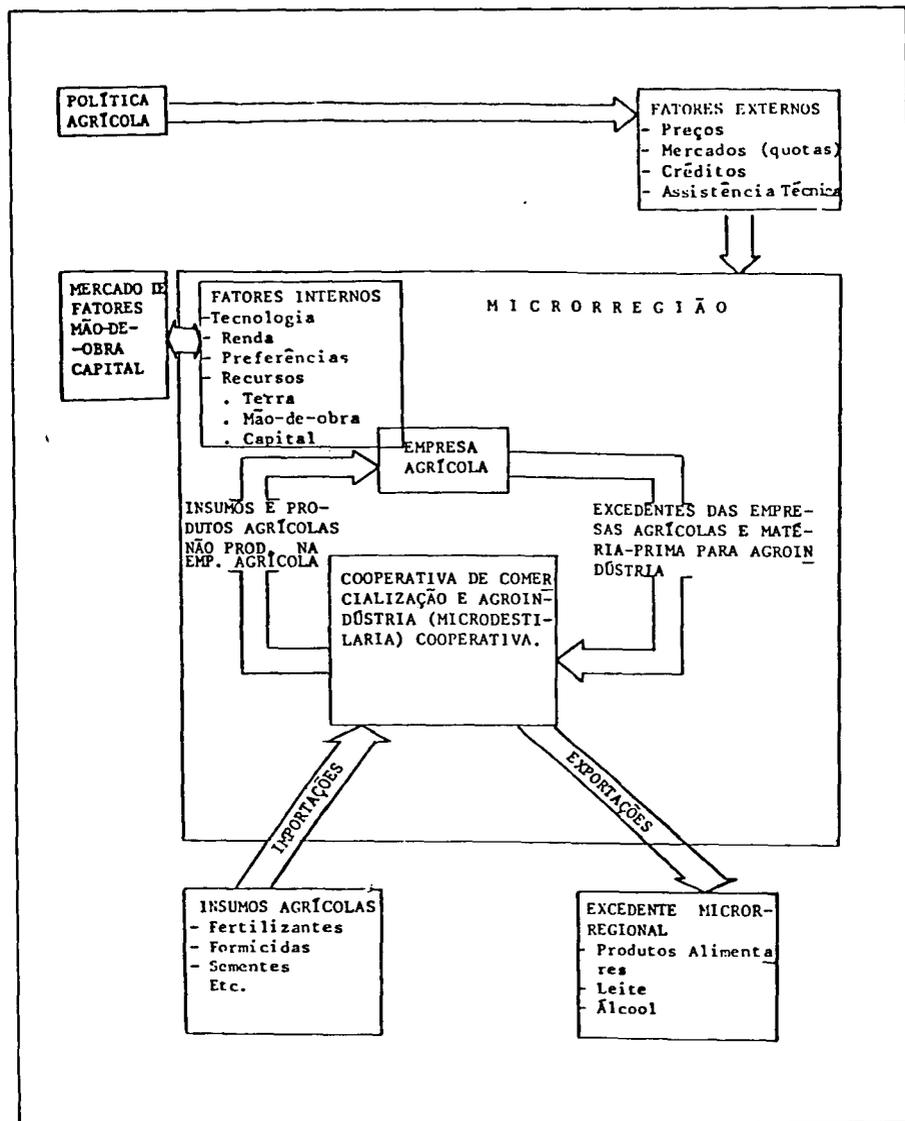


GRÁFICO 1 – Modelo Conceitual de Análise

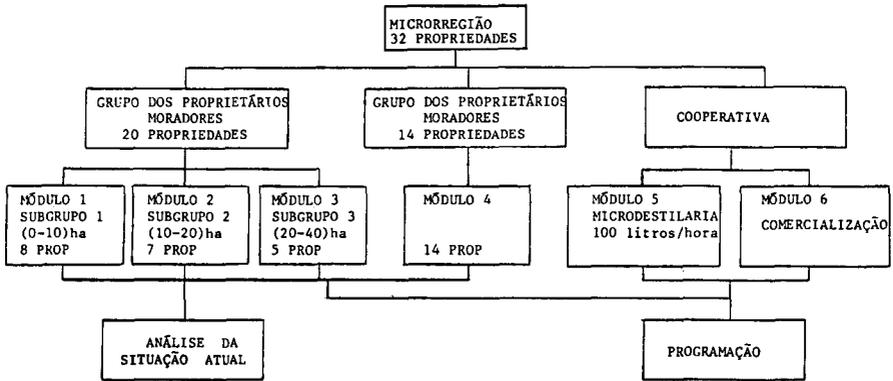


GRÁFICO 2 – Divisão da Microrregião para Análise da Situação Atual e da Programação

Uma das mudanças foi a criação do PROÁLCOOL (Programa Nacional do Alcool), com o objetivo de incentivar a produção de álcool combustível.

Do ponto de vista sócio-econômico, um dos benefícios que poderá advir é a possibilidade de desenvolvimento de um amplo programa em todo país.

Segundo LAUSCHNER (1975), uma das principais vantagens do complexo agroindustrial é seu efeito multiplicador sobre o emprego. Além disso, relaciona como consequências importantes da implantação da agroindústria, entre outras, o incremento do nível tecnológico de uma região ou país, o aumento de produtividade agrícola, e finalmente o aumento da renda média do produtor agrícola. A agroindústria entretanto apresenta algumas limitações, que na prática dificultam sua implantação e seus efeitos imediatos. Em primeiro lugar seus efeitos só se verificam a médio e longo prazos. Em segundo lugar surgem problemas derivados de sua implantação (tamanho, localização, estudo de mercado). Finalmente os investimentos são muito grandes. Algumas das limitações não são relevantes em se tratando da agroindústria do álcool. Assim, o produto tem mercado assegurado e os recursos para investimentos, apesar de escassos, estão disponíveis. Resta como incógnita a questão da escala de produção mais adequada às diversas situações.

As contribuições que a agroindústria pode trazer para o desenvolvimento regional são muito grandes. Mas é oportuno salientar a importância desse setor como fonte geradora de renda e emprego. Assim, por exemplo, é uma fonte de emprego para o setor rural tanto por empregar diretamente mão-de-obra nos processos industriais como pelo fato de desenvolver a agricultura, que absorverá mais mão-de-obra, contribuindo assim para minimizar os problemas regionais de desemprego e subemprego. Também que é uma fonte de renda por aumentar o valor médio dos salários regionais porque: por um lado incrementa o emprego de pessoas qualificadas nos setores de maior produtividade e em outros setores regionais e, por outro lado, oferece mais alternativas de emprego aos membros de uma mesma família.

Os aspectos sociais da difusão de microdestilarias, permitindo divisão dos resultados econômicos entre pequenos agricultores, apresentam-se de suma importância para resolver os problemas de baixo nível de renda e de emprego do pequeno

proprietário rural. Com isto, além de produzir álcool, a um custo competitivo ter-se-ia uma redução nos custos de transporte do álcool visto que seria produzido mais próximo dos mercados consumidores. Por outro lado, se for considerado que grande parte do custo de produção do álcool é a remuneração de fatores internos à região, o aumento da renda pode ser significativo.

Outras vantagens que poderão advir com a difusão de microdestilarias são:

- a) utilização mais racional do solo: a cana-de-açúcar, quando cultivada de acordo com recomendações técnicas, pode ser utilizada no combate à erosão;
- b) difusão do cooperativismo com a implantação de microdestilarias por pequenas cooperativas.

Este estudo é uma tentativa de avaliar as possibilidades de desenvolvimento de uma microrregião de pequena propriedade, através da introdução de uma cooperativa de comercialização, de uma agroindústria cooperativa (microdestilaria) e de novas tecnologias agrícolas. Uma das condições necessárias para elevar o nível de vida da população em referência é que os recursos disponíveis sejam alocados em melhores alternativas existentes. A situação ideal é aquela em que todos os recursos são alocados de forma a maximizar um objetivo sócio-econômico. Por outro lado, quando algum recurso está sendo subutilizado, um aumento na utilização do mesmo é desejável, se determinar um aumento na função objetiva.

O nível tecnológico empregado na microrregião é rudimentar, ocasionando baixo nível de produtividade agrícola. Os agricultores desconhecem as práticas agrícolas conservacionistas e exploram a terra até seu esgotamento, reduzindo assim o potencial produtivo da mesma.

Os agricultores não se animam a ampliar os investimentos, pelo alto risco associado à estrutura de produção e comercialização. 77,41% do capital da microrregião é capital fundiário. As despesas reais monetárias representam apenas 1,36% do capital agrário. Isto, aliado à também baixa participação do capital: máquinas e equipamentos, apenas 1,45%, nos mostra que a agricultura da microrregião se processa num sistema de produção tradicional sem utilização de insumos modernos e com baixos índices de mecanização.

Estudando a renda agrícola bruta gerada nas propriedades agrícolas, no período 80/81, verifica-se que cerca de 75% das propriedades agrícolas dos moradores, obtém uma renda inferior a 1,69 vezes o salário mínimo vigente, no período considerado. A renda familiar líquida é negativa em todos os subgrupos dos moradores, mesmo considerando uma remuneração de mão-de-obra familiar de apenas 50% do salário mínimo. A renda gerada não possibilita a reposição dos instrumentos de trabalho desgastados pelo uso e que dada a redução dos meios de produção e aliado também a queda de produtividade do recurso terra, permite afirmar que nas condições atuais o pequeno produtor rural da microrregião acabará migrando devido a absoluta impossibilidade de retirar da terra os recursos necessários para sua sobrevivência.

As deficiências do sistema de comercialização agrícola é um dos principais problemas, responsável pela atual estrutura de produção e pelo baixo nível de renda dos agricultores da área de estudo. Os produtores agrícolas da microrregião não estão preocupados com a remuneração dos fatores de produção utilizados. Estão preocupados, isto sim, dados os problemas de comercialização, com a sobrevivência.

Em vista disto, eles procuram produzir os produtos necessários ao consumo familiar e alguns produtos que lhes possibilitem a obtenção de um mínimo de renda em dinheiro. Este comportamento satisfaz o chefe de família, mas não satisfaz os filhos dos agricultores que buscam então, outras alternativas, migrando para as cidades.

A introdução de uma microdestilaria de álcool abre, em um primeiro momento, um novo mercado e introduz novas culturas. Assim, aumenta a produção agrícola, já que o agricultor continuará produzindo alimentos para seu autoconsumo acrescentando a cana-de-açúcar para microdestilaria. A introdução desta determina um aumento na renda agrícola e no nível de emprego da mão-de-obra. O aumento no uso de mão-de-obra verificado foi de 31,11% e o aumento da renda familiar líquida foi de 9,94%. Por outro lado, a introdução da microdestilaria à base de cana-de-açúcar reduz os picos de utilização do recurso mão-de-obra e a redução nos picos de utilização é devido às atividades ligadas à produção de álcool a partir da cana que aloca mão-de-obra nos períodos de pouca utilização por parte das outras atividades desenvolvidas na área de estudo. Além disso a cana pode ser produzida em áreas mais íngremes, não competindo com a terra ocupada pelas culturas temporárias. Presta-se assim, não só como fator de melhoria de produção e renda mas do auxílio no controle da erosão.

Por outro lado, a introdução de uma microdestilaria que utiliza a cana e o sorgo com matéria-prima, aumenta o nível de emprego da mão-de-obra em 35,11%, mas aumenta os picos de utilização desse fator e reduz a renda familiar líquida é devido ao fato de que o sorgo desloca ou reduz a disponibilidade de terra para outras atividades agrícolas, pois o seu valor do produto físico marginal é superior ao valor do produto físico marginal gerada pela cultura sorgo. É que o sorgo só pode ser plantado em áreas relativamente planas, competindo com o milho, feijão etc. Enquanto isso a cana pode ser plantada nas encostas mais íngremes ajudando inclusive a reter erosão, onde não ocorrem culturas temporárias.

A renda familiar líquida gerada na situação programada é positiva em todos os grupos e subgrupos de propriedades, o que garante, no mínimo, a reposição dos instrumentos de trabalho desgastados pelo uso e criando a possibilidade, dependendo da propensão marginal a consumir, de se gerar poupança para novos investimentos na microrregião, aumentando-se a capacidade produtiva, ou transferindo-se para outros setores da economia o excedente. Como a renda familiar líquida é positiva o produtor agrícola consegue acumular recursos que tenderão a elevar-se ao passar do tempo, para a realização de novos investimentos e a manutenção e possível melhoria da produtividade da terra, repondo-se os nutrientes retirados pelas plantas, e evitando-se a erosão do solo.

As principais implicações da difusão de microdestilarias podem ser resumidas na seguinte forma:

A implantação de uma microdestilaria gera um aumento de renda, num primeiro momento apenas aos que participam diretamente do projeto, quer dizer, para os proprietários agrícolas e os operários (produtores de matéria-prima). Mas quando a microrregião for imitada por outras microrregiões ocorre um processo de difusão de crescimento, porque ocorre um aumento de renda também para outras pessoas (fornecedores, clientes), estimulando atividades adicionais. Com base nas rendas produzidas pelas microrregiões, aumenta a demanda segundo a propensão marginal a

TABELA 1 – Estrutura da Renda, por Grupo e Subgrupo de Propriedades, na Situação Programada (Cr\$ 1.000)

Especificação	Subgrupo	Proprietários Moradores				Não Moradores 5	Total 6=4+5
		Subgrupo 1	Subgrupo 2	Subgrupo 3	Total 4=1+2+3		
1. RENDA AGRÍCOLA BRUTA		5.932	10.264	12.406	28.602	37.167	65.769
2. DESPESAS REAIS MONETÁRIAS		910	2.246	2.202	5.358	15.038	20.396
2.1 Compras Fertilizantes		403	707	871	1.981	2.334	4.315
2.2 Compras Mão-de-Obra		0	82	512	594	3.712	4.306
2.3 Compras outros Insumos		450	1.437	663	2.250	6.823	9.373
2.4 Compras Produtos		0	0	14	14	0	14
2.5 Outros Gastos		17	20	23	60	0	60
2.6 Compra Força Animal		40	0	119	159	2.169	2.328
3. RENDA AGRÍC. LÍQUIDA (3=1-3)		5.022	8.018	10.204	23.244	22.129	45.373
4. RENDA NÃO AGRÍCOLA		1.619	1.661	1.652	4.932	3.837	8.769
4.1 Venda Mão-de-Obra		872	91	0	963	-	963
4.2 Venda Força Animal		77	416	310	803	0	803
4.3 Renda L. Cooperativa:							
- Microdestilaria		152	257	259	668	591	1.259
- Comercialização		518	897	1.083	2.498	3.246	5.744
5. RENDA FAMILIAR (5=3+4)		6.641	9.679	11.856	28.176	25.966	54.142
6. DESPESAS ATRIBUÍDAS		1.071	1.726	1.877	4.674	4.071	8.745
6.1 Mão-de-Obra Familiar		249	405	295	949	0	949
6.2 Depreciação		298	438	483	1.219	1.098	2.317
6.3 Capital Fundiário		233	347	517	1.097	965	2.062
6.4 Capital Exploração		291	536	582	1.409	2.008	3.417
7. RENDA FAMILIAR LÍQUIDA (7=5-6)		5.570	7.953	9.979	23.502	21.895	45.397
8. RENDA FAMILIAR LÍQUIDA MÉDIA		696	1.136	1.996	1.175	1.564	1.335

FONTE: Dados da Pesquisa – Agosto 1981.

consumir daquelas pessoas que obtiveram uma renda adicional. Os fornecedores afetados pela maior demanda podem aumentar a quantidade ofertada.

De acordo com a escala de produção da microdestilaria considerada neste estudo, seriam necessárias 75 microdestilarias para produzir o equivalente a uma destilaria de 120.000 L/dia. Essas 75 microdestilarias envolveriam, aproximadamente, 2.550 pequenas propriedades agrícolas, com um investimento por litro de álcool/ano bem menor (cerca de 40% a menos) do que o investimento necessário para uma destilaria de 120.000 L/dia. Este cálculo também não inclui os investimentos para o projeto agrícola que nas microdestilarias pode ser considerada nula, enquanto nos outros projetos pode chegar a mais 50% sobre investimento na destilaria. Por outro lado, também são reduzidos por problemas de poluição, gerados pelas grandes destilarias, visto que as fontes poluidoras são menores. Esse efeito multiplicador não afetaria somente os produtores de cana mas a toda essa população rural, pois, paralelamente à microdestilaria, haveria a cooperativa de comercialização, onde está o maior fator de desenvolvimento dessa comunidade. Os agricultores teriam melhores preços para seus produtos e adquiririam os insumos a preços mais compensadores. Acompanhando esse processo deveria ocorrer a implantação de um sistema de extensão rural não só para assistir a agricultura em si mas para cuidar da manutenção das microdestilarias.

Esse programa entretanto teria um resultado benefício/custo altamente positivo, pois, além do aumento da produção rural, haveria a conservação do recurso escasso terra, maior demanda de emprego, produção de um energético para substituição de petróleo importado e em suma uma melhoria do bem-estar social dessa população e maior possibilidade de sua manutenção no meio rural.

BIBLIOGRAFIA

VARASCHIN, Vitório M. **Microdestilaria: Uma Estratégia para o Desenvolvimento Rural** – IEPE/UFRGS – Tese de Mestrado (em publicação), Porto Alegre, 1982.

LAUSCHNER, Roque. **Agroindústria e Desarrollo Económico** – Santiago do Chile – Universidade de Chile – Faculdade de Ciências Econômicas. 1975. Tese de M.S.

MELLOR, John W. **Economia del Desarrollo Agrícola** – México, Fondo de Cultura Económica. 1970.

SCHUMACHER, E. F. **O negócio é ser Pequeno**: Rio de Janeiro, ZAHAR Ed. 1981.

SOUZA DIAS, J. M. CABRAL de. **A Implantação de Microdestilaria para Energieização Rural**. Revista de Planejamento e Pesquisa – Vol. 3, n. 11 1980.

CAPÍTULO 4

PESQUISAS ECONÔMICAS PARA OS FATORES DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA

VIABILIDADE ECONÔMICA DO SISTEMA DE PRODUÇÃO NA AGRICULTURA ALTERNATIVA¹

*Richard Domingues Dulley²
Maristela Simões do Carmo³*

RESUMO – Esta pesquisa, ainda em desenvolvimento, utiliza a metodologia de Custos Operacionais do Instituto de Economia Agrícola, ao testar a viabilidade econômica da agricultura chamada alternativa, poupadora de insumos, ou orgânica. O conceito, empregado na definição desse sistema de produção, envolve a concepção da agricultura em bases auto-sustentáveis para o aumento da produtividade do solo. Através de levantamentos diretos ao produtor, obteve-se as receitas e os custos de produção da empresa, além dos coeficientes técnicos de produção física. Da análise desses dados, ainda que parciais, pode-se concluir que o empreendimento dito alternativo, viável tecnicamente, é também rentável a nível comercial. Os resultados desse trabalho abrem perspectivas para futuras investigações no campo da pesquisa agrícola. Termos para indexação: Custos de Produção, Rentabilidade Agrícola, Agricultura Alternativa, Agricultura Orgânica, Agricultura Poupadora de Insumos.

¹ Resultados parciais da pesquisa em andamento no Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, com o auxílio financeiro da EMBRAPA. Os resultados finais, conterão discussões mais detalhadas e profundas, além de contar com aumento expressivo do número de propriedades pesquisadas.

² Eng^o Agr^o, Mestrando em Economia, Pesquisador Científico. IEA – Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo-SP.

³ Eng^a Agr^a, Mestre em Ciências Sociais Rurais, Pesquisadora Científica, Bolsista do CNPq. IEA – Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo-SP.

ECONOMIC VIABILITY OF PRODUCTION SYSTEM IN ALTERNATIVE AGRICULTURE

ABSTRACT – This research, still developing is based on the operational cost methodology utilized by the Instituto de Economia Agrícola, in order to test economic viability of the agriculture called alternative, saving inputs, or organic agriculture. The concept used to define this production system involves the agriculture conception in selfdefensible basis toward increasing of soil productivity. Through direct surveys to producer, it has got the production costs, gross income besides technical coefficients of physical production. From analysis of this data, even so partial, it may conclude that the alternative interprise is technically viable and also rentable at a commercial level. This work results open perspectives to future investigations in the agricultural research field.

Index terms: production costs, agricultural rentability, organic agriculture, saving inputs agriculture.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A preocupação surgida nos últimos anos quanto a dependência da agricultura moderna aos fertilizantes inorgânicos e pesticidas químicos, decorrentes do acentuado aumento em seus preços e da poluição química que lhe é inerente, deu início a um interesse crescente por tecnologias ou sistemas de produção que são poupadores de energia e menos vulneráveis às flutuações de preços e disponibilidade no mercado.

Apesar das políticas agrícolas das últimas décadas terem sido dirigidas à “modernização” da agricultura brasileira; alguns produtores mantiveram ou procuraram desenvolver, de modo consciente, sistemas de produção que não se baseiam no uso crescente de insumos modernos. Com métodos de cultivo que substituem a adubação química pela orgânica, diminuem o revolvimento do solo, eliminam ou reduzem a utilização de agrotóxicos e procuram integrar de modo racional as atividades de um estabelecimento agrícola, esses produtores vêm trabalhando e produzindo mediante sistemas agrícolas chamados alternativos, orgânicos, biológicos ou ainda poupadores de insumos.

O conceito de agricultura alternativa, utilizado na presente pesquisa, envolve a concepção da agricultura em bases auto-sustentáveis para o aumento da produtividade do solo. Diz respeito a um sistema de produção que tem entre suas características fundamentais, além do uso intenso de matéria orgânica e da diversificação da propriedade, a minimização do uso de energia fóssil, de insumos e know-how importados. Por isso mesmo é menos agressivo e poluente ao ecossistema, aos animais e aos homens. Utiliza-se ainda mais intensivamente a mão-de-obra, fator de produção abundante no País, e pressupõe a melhoria substancial dos coeficientes energéticos quando comparados com o sistema convencional de produção.

De acordo com os adeptos desse movimento, a visão de uma nova agricultura passa pela procura constante da manutenção e aumento da fertilidade do solo, como pré-condição essencial do desenvolvimento e da crescente produtividade das atividades agropecuárias. Para tanto há que se instituir um novo paradigma da pesquisa científica, onde a “saúde” das plantas e animais seja decorrente da “saúde” do solo.

A agricultura em bases auto-sustentáveis constitui-se em proposta alternativa concreta à solução dos problemas da produção de alimentos, da geração de empregos e da dependência externa do País, em relação aos insumos agrícolas. Objetiva o desenvolvimento de sistemas socialmente apropriados, ecologicamente sustentáveis e de custos/benefícios mais favoráveis. Por ser poupadora de insumos importados e com elevado objetivo social, é fundamental o estudo da economicidade das propriedades que se utilizam desse sistema de produção.

O objetivo básico da pesquisa é analisar a viabilidade econômica dos estabelecimentos agrícolas que já estejam produzindo no sistema orgânico, ou que ainda estejam passando por transições entre a produção convencional e a alternativa. O que é fundamental na seleção dessas propriedades é que os produtores estejam convencidos da necessidade de alterar o processo produtivo. Tais proprietários, estão dispostos, a médio prazo, a adotar sistemas produtivos integrados e auto-sustentados.

O critério, portanto, para a inclusão desses estabelecimentos na pesquisa, foi o de que já estivessem utilizando, com sucesso, sistemas de produção que incorporam integral ou parcialmente essas propostas.

Objetivou-se:

- Descrição sumária das técnicas empregadas na produção.
- Obtenção dos coeficientes técnicos de exigências físicas dos fatores de produção.
- Balanço energético das atividades agrícolas.
- Cálculo dos custos de produção por atividade agrícola.
- Cálculo das receitas por atividade agrícola.
- Análise dos resultados econômicos a nível das atividades e da propriedade.

A principal hipótese desse trabalho é que os sistemas produtivos, baseados na redução da adubação química, no menor revolvimento do solo e eliminação ou redução do uso de pesticidas, tem condições, no momento, de ser economicamente viável dentro de determinados segmentos da agricultura comercial.

MATERIAL

Embora hajam produtores alternativos distribuídos nas várias regiões do País, a área de estudo abrangeu apenas o Estado de São Paulo e o Sul de Minas Gerais. Nestes Estados foram entrevistados vinte produtores, constituindo-se uma série de estudos de caso. Registrou-se em questionário, todas as informações necessárias aos objetivos econômicos do projeto, assim como aquelas de caráter mais geral, porém indispensáveis à caracterização técnico-agronômica de cada unidade produtora.

MÉTODO

Para os objetivos do projeto foi necessário o cálculo das estimativas de custos de cada atividade agrícola no estabelecimento, de modo que através da comparação com suas respectivas receitas se pudesse obter indicações quanto ao seu resultado econômico. Além disso, do conjunto das explorações agrícolas individuais pode-se analisar a rentabilidade global da empresa. Uma análise mais aprofundada dos resul-

tados econômicos das empresas exigiria um acompanhamento da sua contabilidade por mais de um ano. Entretanto, face ao caráter exploratório da pesquisa e limitação de recursos, optou-se pela realização de entrevistas cujos registros constituem um corte no tempo, que represente as atividades da empresa num ano agrícola. Aspectos tais como as variações de inventário, deixaram portanto de ser considerados.

Para tal fim utilizou-se como base a metodologia de custo adotada pelo Instituto de Economia Agrícola, que é a de custo operacional¹. Esta estrutura é composta por todos os itens de custo considerados variáveis representados pelos dispêndios em dinheiro com mão-de-obra, sementes, fertilizantes, defensivos, combustíveis, reparos, alimentação animal, vacinas, medicamentos, arrendamentos, juros de empréstimos bancários e outros que correspondem ao custo operacional efetivo. Adiciona-se aos itens acima parcela dos custos fixos representada pela depreciação dos bens duráveis empregados no processo produtivo, pela depreciação das benfeitorias e instalações, e pelo valor da mão-de-obra familiar que, apesar de não remunerada, realiza serviços básicos imprescindíveis ao desenvolvimento da atividade, chegando-se ao custo operacional total. Dado que o custo operacional total representa um valor sempre maior do que o custo variável médio e que o produtor tem condições de permanecer produzindo no curto prazo, sempre que o preço do produto for maior do que o custo variável médio, a utilização desse custo como indicador, oferece uma maior margem de segurança na análise.

Tal critério pareceu mais adequado porque também leva em consideração a política oficial de preços, que não privilegia a parcela de custos fixos nas determinações de preços mínimos e tabelamentos, e que tem servido de base para as decisões dos produtores. A vantagem principal dessa estrutura é a de que já é bastante conhecida e utilizada pelo público usuário.

Objetivando analisar de modo mais completo cada caso pesquisado, calculou-se os demais itens teóricos do custo fixo representados pelo juro sobre capital investido em máquinas, equipamentos e animais de trabalho; juro sobre capital circulante próprio; juro sobre benfeitorias e instalações; e juro sobre capital em animais de produção. Não foi considerado o valor da terra como parcela do custo de produção quando a terra era própria, face ao caráter de reserva de valor que a mesma detém numa economia inflacionária. Considerou-se entretanto o valor pago no caso do arrendamento, como custo efetivo, por este representar desembolso em dinheiro. A remuneração do empresário também foi desconsiderada, desde que qualquer valor arbitrado seria extremamente subjetivo.

O custo total, no caso desta pesquisa, foi constituído, portanto, pelo custo operacional total, mais os itens de custo fixo relacionados no parágrafo anterior.

As análises dos resultados econômicos foram feitas em relação aos três níveis de custos: operacional efetivo, operacional total e total, de cada atividade e do conjunto das mesmas em cada estabelecimento, e a partir da receita bruta estimou-se respectivamente o resultado econômico efetivo, o resultado econômico total e a receita líquida.

A ênfase da análise, no entanto, foi dada para o resultado econômico efetivo. Isto se justifica, na medida em que, a agricultura alternativa, enquanto concepção

¹ Ver MATSUNAGA et alii (1976).

científica, não se encontra incorporada ao acervo técnico da ciência oficial, não canalizando pois, maiores estímulos quando da formulação das políticas agrícolas; e sem grande penetração no aparelho assistencial agrícola do Estado. Mas mesmo quando se consideram os custos fixos e a remuneração do fator capital no custo total (resultado econômico total e receita líquida), chegou-se a resultados bastante promissores, como se verá a seguir.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Concluído o levantamento de campo referente a vinte questionários, relata-se a seguir os resultados obtidos em cinco propriedades, cujos dados já foram tabulados.

Para cada atividade agrícola, elaboraram-se matrizes de coeficientes técnicos de produção, que entretanto não serão analisadas neste artigo, constituindo-se em resultados finais da pesquisa a serem publicados oportunamente pelo Instituto de Economia Agrícola.

Tanto as matrizes de coeficientes físicos, como as receitas brutas, custos e resultados econômicos calculados nas formas usualmente utilizadas de unidade de área e/ou produção, têm a finalidade exclusivamente metodológica e foram introduzidas para facilitar eventuais comparações da performance dessas atividades com a tecnologia convencional de produção. Ressalte-se que na análise da rentabilidade global da propriedade, o que tem validade é a área realmente cultivada e a produção final obtida.

Dadas as peculiaridades dos estabelecimentos que adotam sistemas de produção agrícola alternativos, é fundamental que se relate as características de utilização do solo, técnicas empregadas e insumos, assim como das novas possibilidades de comercialização dos produtos, o que muitas vezes constitui-se em parte indivisível do sistema.

Com a finalidade de atender às exigências da presente publicação, os resultados apresentados a seguir resumir-se-ão à descrição sumária das características técnicas de produção e da análise final da rentabilidade econômica de cada estabelecimento estudado.

Produção natural de hortaliças e legumes

Essa propriedade apresenta aspecto geral totalmente diferenciado da horta convencional. Numa área de 2,5 alqueires, arrendados, estão plantadas cerca de 30 variedades hortícolas, de cultivos intercalados, sendo a policultura parte da exigência do método. Pode-se observar a presença generalizada de vegetação rasteira nativa, ou seja, de mato, coexistindo nos canteiros com as hortaliças. De acordo com o produtor, o mato só se caracteriza como concorrente das verduras enquanto estas estão no estágio inicial do seu crescimento. O processo de preparo do solo, neste sistema natural, envolve a incorporação do mato, enquanto que, no sistema convencional, a sua retirada, implica na eliminação de nutrientes nele contido.

Por outro lado, o planejamento da horta foi feito para deixar parte dessa vegetação rasteira, com o objetivo de controlar a população de insetos predadores.

Vale dizer que, nessa experiência, se considerou importante o papel da preservação do mato como abrigo para as várias espécies de insetos predadores de outros insetos. Serve ainda para evitar erosão, na medida em que as raízes das plantas seguram o solo e sua folhagem diminui o impacto da chuva.

O sistema de plantio associado para hortas, também conhecido como Plantas Companheiras, é regularmente empregado e com bons resultados. Também são práticas comuns a adubação orgânica, cobertura morta, utilização de plantas repelentes e aromáticas e manejo integrado de pragas. Essas práticas substituem a solução comumente utilizada nesses casos, quais sejam, o emprego de inseticidas, fungicidas e herbicidas.

Dadas as características da exploração, o produto final é composto de uma caixa, com 12 a 14 variedades de verduras, que são distribuídas semanalmente, diretamente ao consumidor. Esse sistema de comercialização tem a vantagem de eliminar as margens que ficariam com intermediários, resultando portanto num acréscimo ao preço pago ao produtor. Do lado do consumidor, além de receber um produto isento de resíduos químicos, há a vantagem da comodidade do recebimento a domicílio.

Junto com essas hortaliças, que seguem íntegras, ou seja, com todas as partes da planta, vão também espécies silvestres, tais como, taioba, caruru, dente-de-leão etc. A finalidade dessa inovação é propiciar e motivar o consumidor final a utilizar todas as partes comestíveis das hortaliças e também introduzir novas espécies para melhorar e diversificar a alimentação. Com o caixote segue um folheto explicativo contendo informações sobre as hortaliças e suas propriedades nutritivas.

Foram utilizadas duas técnicas de produção durante o ano, que se distinguiram basicamente pelo preparo do solo, mecanizado e manual. Como a produção de 4.140 caixas não foi afetada ao se trocar de técnica, para fins de análise foi interessante o desdobramento dos coeficientes da propriedade em duas técnicas de produção. Observa-se que, o custo operacional total foi de Cr\$ 5.460.281,00 com solo mecanizado, enquanto que o custo elevou-se para Cr\$ 6.771.093,00 no preparo manual¹. Esta diferença deve-se a mão-de-obra adicional que passa de 98,3 para 2.889 dias-homem. Sobre o custo operacional total adicionou-se os juros sobre o capital empatado, financiado e próprio, obtendo-se o custo total (Quadro 1).

Agregando-se a mão-de-obra e a matéria orgânica, o valor da porcentagem de participação no custo total é de 49,1% no sistema mecanizado e 59,9% no manual. Ao se mecanizar o preparo do solo, o uso de mão-de-obra diminui cerca de 16% no custo total, sendo possível uma economia de Cr\$ 1.444.500,00 por ano, na área assinalada.

A baixa participação dos itens depreciação de benfeitorias e juro sobre esse capital, deve-se ao fato da área ser arrendada, não havendo portanto interesse por parte dos produtores em investir em construções de melhor qualidade.

Do quadro 02 consta a Receita Bruta da qual foram deduzidos, para efeito de análise, o custo operacional efetivo, o custo operacional total e o custo total, tendo-se agregado a todos eles, o custo de distribuição das caixas. Na propriedade as duas técnicas de preparo do solo foram utilizadas na mesma proporção durante o

¹ Todos os preços utilizados estão em valores correntes.

QUADRO 1 – Custo Operacional Efetivo, Operacional Total e Custo Total e Participação Percentual de seus Componentes para Horta Natural com 25 a 30 Variedades, 52.000 m² e 1 ha de Canteiro no Anó, Tração Motomecanizada e Manual, Produção de 5.040 caixas anuais, DIRA(1) de Campinas, Estado de São Paulo, 1981/82

Item	Tração motomecanizada			Tração manual		
	52.000 m ²	1 ha	%	52.000 m ²	1 ha	%
	Cr\$	Cr\$	CT	Cr\$	Cr\$	CT
Mão-de-obra contratada	1.303.500,00	250.675,00	23,0	2.748.000,00	528.462,00	39,0
Operação com máquinas	216.450,00	41.625,00	3,8	216.450,00	41.625,00	3,1
Empreita do preparo do solo	133.688,00	25.704,00	2,4	—	—	—
Semente	156.000,00	30.000,00	2,8	156.000,00	30.000,00	2,2
Adubo orgânico	1.144.000,00	220.000,00	20,2	1.144.000,00	220.000,00	16,2
Bagaço de cana	333.666,00	64.167,00	5,9	333.666,00	64.167,00	4,7
Arrendamento	285.000,00	54.807,00	5,0	285.000,00	54.807,00	4,0
Despesas gerais	194.400,00	37.384,00	3,4	194.400,00	37.384,00	2,8
Juro de custeio	648.000,00	124.615,00	11,4	648.000,00	124.615,00	9,2
Juro de investimento	540.000,00	103.846,00	9,5	540.000,00	103.846,00	7,7
A – Custo operacional efetivo	4.954.704,00	952.823,00	87,4	6.265.516,00	1.204.906,00	88,9
Depreciação de máquinas	221.910,00	42.675,00	3,9	221.910,00	42.675,00	3,1
Mão-de-obra familiar	275.000,00	52.885,00	4,9	275.000,00	52.885,00	3,9
Depreciação de benfeitorias	8.667,00	1.667,00	0,2	8.667,00	1.667,00	0,1
B – Custo operacional total	5.460.281,00	1.050.050,00	96,4	6.771.093,00	1.302.133,00	96,0
Juros s/capital em benfeitorias	15.600,00	3.000,00	0,3	15.600,00	3.000,00	0,2
Juros s/capital circulante próprio	189.282,00	36.400,00	3,3	267.930,00	51.525,00	3,8
C – Custo total (CT)	5.665.163,00	1.089.454,00	100,0	7.054.623,00	1.356.658,00	100,0

(1) Divisão Regional Agrícola

FONTE: IEA

QUADRO 2 – Resultado Econômico e Receita Líquida de Horta Natural com 25 a 30 Variedades, 52.000 m² e 1 ha de Caneteiro no Ano, Tração Motomecanizada e Produção de 4.140 caixas anuais, DIRA de Campinas, Estado de São Paulo, 1981/82

Item	Motomecanizado		manual		Média anual
	52.000 m ²	1 ha	52.000 m ²	1 ha	52.000 m ²
A – Receita	8.280.000,00	1.592.308,00	8.280.000,00	1.592.308,00	8.280.000,00
Custo operacional efetivo	4.954.704,00	952.823,00	6.265.516,00	1.204.906,00	5.610.110,00
Custo de distribuição	527.741,00	101.489,00	527.741,00	101.489,00	527.741,00
B – Total	5.482.445,00	1.054.317,00	6.793.257,00	1.306.396,00	6.137.851,00
A – B = Resultado econômico efetivo	2.797.555,00	537.991,00	1.486.743,00	285.912,00	2.142.149,00
A – Receita	8.280.000,00	1.592.308,00	8.280.000,00	1.592.308,00	8.280.000,00
Custo operacional total	5.460.281,00	1.050.050,00	6.771.093,00	1.302.133,00	6.115.687,00
Custo de distribuição	527.741,00	101.489,00	527.741,00	101.489,00	527.741,00
B – Total	5.988.022,00	1.151.539,00	7.298.834,00	1.403.622,00	6.643.428,00
A – B = Resultado econômico total	2.291.978,00	440.769,00	981.166,00	188.686,00	1.636.572,00
A – Receita	8.280.000,00	1.592.308,00	8.280.000,00	1.592.308,00	8.280.000,00
Custo total	5.665.163,00	1.089.454,00	7.054.623,00	1.356.658,00	6.359.893,00
Custo de distribuição	527.741,00	101.489,00	527.741,00	101.489,00	527.741,00
B – Total	6.192.904,00	1.190.943,00	7.582.364,00	1.458.147,00	6.887.634,00
A – B = Receita líquida	2.087.096,00	401.365,00	697.636,00	134.161,00	1.392.366,00

FONTE: IEA.

ano. A exploração foi iniciada com a tração manual, sendo posteriormente motomecanizada com trator alugado. Portanto, os resultados econômicos, na realidade, constituem-se da média das duas técnicas, cujos valores encontram-se na última coluna do quadro. Em relação ao custo operacional efetivo, custo operacional total e custo total, o resultado econômico foi respectivamente de Cr\$ 2.142.149,00, Cr\$ 1.636.572,00 e Cr\$ 1.392.366,00. Nessas condições, a receita líquida mensal do produtor foi de Cr\$ 116.030,50.

É importante ressaltar ainda que, na fase do empreendimento no ano agrícola 1981/82, não estava havendo remuneração efetiva da mão-de-obra familiar, da depreciação de máquinas e da depreciação e juro sobre benfeitorias. Isto significou que a receita mensal, na ocasião, era de Cr\$ 178.512,00.

Em vista dos resultados econômicos levantados, verificou-se que o empreendimento é economicamente viável, não só pelos dados obtidos, mas também pela evolução do mesmo. De uma distribuição inicial de 300 caixas/mês, aumentou a seguir para 420, com a perspectiva de expansão para 500.

De acordo com informações do produtor, o empreendimento será auto-suficiente dentro de mais ou menos um ano. É esperado ainda a utilização permanente de um microtrator na operação do preparo do solo, operação, essa que já incorpora o mato, evitando pelo menos uma capina. Essas perspectivas, aumento do número de caixas e uso do microtrator, deverá aumentar ainda mais a viabilidade econômica desse empreendimento nos próximos anos.

Produção seletiva de cereais e tubérculos

Este empreendimento, situado na região de Campinas, é um caso típico de transição entre a agricultura química convencional e a orgânica, onde o produtor procura adotar gradualmente técnicas alternativas de produção. Ao planejar o que produzir há uma seleção das culturas que reconhecidamente apresentem poucos problemas quanto à nutrição e a ataques de doenças e pragas.

Embora a orientação geral seja a de não utilizar defensivos químicos, sua restrição não chega ao ponto de comprometer a lucratividade do empreendimento.

No que tange a adubação, a principal prática é a incorporação dos restos de cultura, excluindo-se totalmente a queima, ainda que esporadicamente se utilize de adubações químicas complementares. Tratando-se de área arrendada, na qual o produtor não tem segurança de uma permanência prolongada, a melhoria do solo com adubação orgânica pesada constitui-se em ônus com o qual não quer arcar.

A área disponível para cultivo é de cerca de 44 ha, sendo a área total cultivada em rotação, de aproximadamente 56 ha. Isso porque o planejamento da produção foi feito para se obter duas safras de feijão por ano, na seguinte rotação: feijão x painço e arroz x feijão. A área foi utilizada da maneira seguinte: milho 14,52 ha, feijão irrigado 12,10 ha, painço 7,26 ha, arroz 12,10 ha, mandioca 7,26 ha, cará 2,42 ha, com as respectivas produções: 1.200 sc. de 60 kg, 500 sc. de 60 kg, 150 sc. de 60 kg, 3.000 cx. e 500 caixas.

Toda produção foi destinada ao mercado comum, ou seja, de preços não diferenciados para produtos orgânicos.

Dessas culturas, não foi utilizado adubo químico no painço, cará e mandioca, contando apenas com a incorporação dos restos da cultura anterior. Quanto a

defensivos, apenas ocorreram aplicações na cultura do feijão em vista de um ataque de fungo e de lagartas, sendo para estas aplicado um defensivo biológico, do tipo *bacillus turginensis*.

O produtor faz todo o preparo do solo mecanicamente. Com exceção das culturas de milho e painço, nas demais utiliza-se mais o fator mão-de-obra do que máquinas, ficando o uso da força de trabalho animal, de baixíssimo custo diário, restrito às operações de cultivo. Embora tenha utilizado mais o fator mão-de-obra em algumas culturas, o alto custo diário, do equipamento utilizado neste caso, elevou sua participação no custo total (Quadro 3). Apenas a mandioca e o cará acusaram valores significativos, no custo do trabalho humano contratado. De outro lado, há uma elevação nos custos com mão-de-obra, para o milho, arroz e painço, se se considera a empreita para a colheita, subindo respectivamente para 21,4%, 23,6% e 26,8% do valor do custo total.

Não se nota gastos com esterco animal, uma vez que como já foi dito anteriormente, esse arrendatário não trabalha com a fertilidade do solo, limitando-se no momento a ser um produtor poupador de insumos, embora tenha se mostrado consciente do tipo de agricultura que pratica. Almeja futuramente, aplicar os conceitos fundamentais da agricultura orgânica, no que concerne ao manejo do solo.

A característica fundamental desse estabelecimento foi a utilização mais diversificada do solo, cultivando 6 culturas diferentes, em 44 ha. Segundo o entrevistado, quanto maior a diversificação, maior o equilíbrio ambiental da propriedade como um todo, e maior é a estabilidade econômico do empreendimento.

O quadro 4, de resultados econômicos e receitas líquidas, mostra uma receita total de Cr\$ 5.728.000,00 contra custos operacionais e total da ordem de Cr\$ 3.500.000,00. Ficam patentes os bons rendimentos obtidos, principalmente os que se refere ao resultado econômico efetivo de Cr\$ 2.519.306,45 para o total das atividades e de Cr\$ 42.217,14 de rendimentos médios por ha cultivado. Considerando as frações teóricas dos custos operacional total e total, o lucro diminui, mantendo-se no entanto, em patamares bastante razoáveis.

Com esses resultados, o sistema empregado, considerado em transição, mostrou-se viável do ponto de vista econômico. Com o uso mínimo de defensivos, adubos químicos e mantendo a mecanização no preparo do solo, é possível que seus custos tenham sido menores que os congêneres cultivados na região. De outro lado, dado que seleciona as culturas em função da maior resistência aos agentes patológicos e aos insetos, o produtor consegue efetivamente poupar insumos químicos.

Sistema natural de produção de ovos e de hortaliças

Situado na periferia de São Paulo, este estabelecimento com cerca de 8,5 ha dedica-se à produção integrada de ovos e hortaliças, que comercializa em caixas, nas lojas de produtos naturais e diretamente aos consumidores da cidade de São Paulo.

O método de criação e manutenção do plantel de aves constitui uma adaptação do sistema Yamaguishi de produção. A diferença fundamental com o sistema convencional, é que as galinhas são criadas soltas, dentro de um galpão. A alimentação também é diferente sendo composta de capim e verduras, acrescida de ração comum, mas sem conter antibióticos. Os pintos são colocados diretamente no local definitivo, protegidos por um sistema de aquecimento a gás com campânula.

QUADRO 3 – Custo Operacional Efetivo e Operacional Total, Custo Total e Participação Porcentual dos seus componentes para Feijão Irrigado, Milho, Arroz, Painço, Mandioca e Cará, (1). Tração Motomecanizada, DIRA de Campinas, Estado de São Paulo, 1981/82.

(continua)

Atividades	FEIJÃO IRRIGADO			MILHO			ARROZ		
	12,10 Ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.	14,52 Ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.	12,10 Ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.
Mão-de-obra contratada	53.415,45	4.414,50	3,4	9.474,30	652,50	1,3	19.111,95	1.579,50	3,2
Operações com máquinas	582.464,35	48.137,75	37,1	219.520,62	15.118,50	29,7	168.327,45	13.911,36	27,8
Tratorista	30.383,10	2.511,00	1,9	8.755,56	603,00	1,2	6.207,30	513,00	1,0
Empreita para colheita	—	—	—	148.684,80	10.240,00	20,1	123.904,00	10.240,00	20,4
Semente	31.363,20	2.592,20	2,0	10.890,00	750,00	1,5	13.068,00	1.080,00	2,2
Adubo	89.112,87	7.364,70	5,7	110.087,73	7.581,80	14,9	91.730,10	7.581,00	15,1
Defensivo	29.983,80	2.478,00	1,9	—	—	—	—	—	—
Transporte de manivas	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Defensivo biológico	2.516,80	208,00	0,2	—	—	—	—	—	—
Sacaria	59.532,00	4.920,00	3,8	—	—	—	—	—	—
Reparo de benfeitorias	14.660,00	1.211,57	0,9	8.380,00	577,13	1,1	6.632,00	548,1	1,1
Despesas gerais	40.329,00	3.333,00	2,6	23.043,24	1.587,00	3,1	18.246,80	1.508,00	3,0
Arrendamento	260.658,20	21.542,00	16,5	148.946,16	10.258,00	20,1	117.914,50	9.745,00	19,5
Custo Operacional Efetivo	1.194.419,07	98.712,32	75,9	687.782,41	47.367,93	93,0	565.142,10	46.705,96	93,3
Depreciação de máquinas e animais de trabalho	179.108,31	14.802,34	11,4	3.795,52	261,40	0,5	3.165,84	261,64	0,5
Custo Operacional Total	1.373.527,38	113.514,66	87,3	691.577,93	47.629,33	93,5	568.307,94	46.967,60	93,8
Juros sobre capital em máquinas	130.754,60	10.806,17	8,3	6.407,00	441,25	0,9	3.811,00	314,96	0,6
Juros sobre capital circ. próprio	71.665,14	5.922,74	4,4	41.266,94	2.842,07	5,6	33.908,53	2.802,36	5,6
Custo Total (C.T.)	1.575.857,66	130.236,17	100,0	739.251,87	50.912,65	100,0	606.027,47	50.084,92	100,0

(1) Para as respectivas produções de: 500 sc 60 kg, 1.200 sc 60 kg, 380 sc 60 kg., 150 sc 60 kg, 3.000 caixas e 500 caixas.

FONTE: IEA

QUADRO 3 – Custo Operacional Efetivo e Operacional Total, Custo Total e Participação Porcentual dos seus componentes para Feijão Irrigado, Milho, Arroz, Painço, Mandioca e Cará, (1). Tração Motomecanizada, DIRA de Campinas, Estado de São Paulo, 1981/82

(conclusão)

Itens	PAINÇO			MANDIOCA			CARÁ		
	7,26 Ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.	7,25 Ha (Cr\$)	1, ha (Cr\$)	% C.T.	2,42 Ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.
Mão-de-obra contratada	1.339,47	184,50	0,5	52.108,65	7.177,50	14,2	20.222,73	8.356,50	9,7
Operações com máquinas	40.014,94	5.511,70	14,2	114.629,88	15.789,24	31,4	57.298,02	23.676,87	27,4
Tratorista	1.470,15	202,50	0,5	4.279,77	589,50	1,2	1.426,59	589,50	0,7
Empreita para colheita	74.342,40	10.240,00	26,3	—	—	—	—	—	—
Semente	90.750,00	12.500,00	32,1	—	—	—	45.012,00	18.600,00	21,6
Adubo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Defensivo	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Transporte de manivas	—	—	—	36.300,00	5.000,00	9,9	—	—	—
Defensivo biológico	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Sacaria	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Reparo de benfeitorias	2.648,00	364,74	0,9	6.284,00	865,56	1,7	1.396,00	576,86	0,7
Despesas gerais	7.252,74	999,00	2,6	17.286,06	2.381,00	4,7	3.840,54	1.587,00	1,8
Arrendamento	46.914,12	6.462,00	16,6	111.709,62	15.387,00	30,6	24.824,36	10.258,00	11,9
Custo Operacional Efetivo	264.731,82	36.464,44	93,7	342.597,98	47.189,80	93,7	154.020,24	63.644,73	73,8
Depreciação de máquinas e animais de trabalho	914,76	126,00	0,3	371,34	51,15	0,1	16.761,01	6.926,04	8,0
Custo Operacional Total	265.646,58	36.590,44	94,0	342.969,32	47.240,95	93,8	170.781,25	70.570,77	81,8
Juro sobre capital em máquinas	1.129,00	155,51	0,4	2.227,00	306,75	0,6	28.783,00	11.893,80	13,8
Juro sobre capital circ. próprio	15.883,91	2.187,87	5,6	20.495,88	2.823,13	5,6	9.241,21	3.818,68	4,4
Custo Total (C.T.)	282.659,49	38.933,82	100,0	365.692,20	50.370,83	100,0	208.805,46	86.283,25	100,0

(1) Para as respectivas produções de: 500 sc 60 kg, 1.200 sc 60 kg, 380 sc 60 kg, 150 sc 60 kg, 3.000 caixas e 500 caixas.

FONTE: IEA.

QUADRO 4 – Resultado Econômico e Receita Líquida das Culturas de Feijão Irrigado, Milho, Arroz, Painço, Mandioca e Cará, (1) Tração Motomecanizada, para Área total e 1 ha, DIRAde Campinas, Estado de São Paulo, 1981/82.

Itens	Atividades Feijão Irrigado	Milho	Arroz	Painço	Mandioca	Cará	Total das atividades (Cr\$)
	(Cr\$)	(Cr\$)	(Cr\$)	(Cr\$)	(Cr\$)	(Cr\$)	
	<u>12,10 ha</u>	<u>14,52 ha</u>	<u>12,10 ha</u>	<u>7,26 ha</u>	<u>7,26 ha</u>	<u>2,42 ha</u>	
A – Receita	2.100.000,00	1.200.000,00	950.000,00	378.000,00	900.000,00	200.000,00	5.728.000,00
B – Custo Operacional Efetivo	1.194.419,07	687.782,34	565.142,12	264.731,83	342.597,95	154.020,24	3.208.693,55
C – Custo Operacional Total	1.373.527,38	691.577,87	568.307,96	265.646,59	342.969,28	170.781,25	3.412.810,33
D – Custo Total	1.575.857,66	739.251,68	606.027,53	282.659,53	365.692,23	208.805,46	3.778.294,09
A – B = Resultado Econômico Efetivo	905.580,93	512.217,66	384.857,88	113.268,17	557.402,05	45.979,76	2.519.306,45
A – C = Resultado Econômico Total	726.472,62	508.422,13	381.692,04	112.353,41	557.030,72	29.218,75	2.315.189,67
A – D = Receita Líquida	524.142,34	460.748,32	343.972,47	95.340,47	534.307,77	-8.805,46	1.949.705,91
	<u>1 ha</u>	<u>1 ha</u>	<u>1 ha</u>	<u>1 ha</u>	<u>1 ha</u>	<u>1 ha</u>	Valores médios por ha (Cr\$)
A – Receita	173.553,00	82.645,00	78.512,00	52.066,00	123.967,00	82.645,00	98.898,00
B – Custo Operacional Efetivo	98.712,32	47.367,93	46.705,96	36.464,44	47.189,80	63.644,73	56.680,86
C – Custo Operacional Total	113.514,66	47.629,33	46.967,60	36.590,44	47.240,95	70.570,77	60.418,96
C – Custo Total	130.236,17	50.912,65	50.084,92	38.933,82	50.370,83	86.283,25	67.803,61
A – B = Resultado Econômico Efetivo	74.840,68	35.277,07	31.806,04	15.601,56	76.777,20	19.000,27	42.217,14
A – C = Resultado Econômico Total	60.038,34	35.015,67	31.544,40	15.475,56	76.726,05	12.074,23	38.479,04
A – D = Receita Líquida	43.316,83	31.732,35	28.427,08	13.132,18	73.596,17	-3.638,25	31.094,39

(1) Para respectivas produção de 500 sacos 60kg, 1.200 sacos 60 kg, 380 sacos 60 kg, 150 sacos 60 kg, 3.000 caixas e 500 caixas.

FONTE: IEA.

Durante o período de crescimento, é fornecida ração segundo quantidades recomendadas nas tabelas, a qual se adiciona capim (monocotiledônea) picado, restos orgânicos de cozinha e da horta e pintos machos mortos, cozidos e moídos.

Da fase de recria a adulta (postura), a alimentação é composta de ração e milho na proporção de 9:1, mais capim, restos da horta, outros restos orgânicos disponíveis e aves mortas cozidas e moídas.

O uso do capim e vegetais na alimentação é justificado por serem alimentos ricos em fibras, o que fortaleceria o aparelho digestivo, diminuindo a susceptibilidade das aves a doenças.

Dois linhagens de poedeiras de ovos vermelhos estão sendo empregadas; a Harco (de penas pretas) e a Hy-line (de penas vermelhas). Junto com o plantel são introduzidos galos, podendo ser ou não da mesma linhagem das galinhas. Dessa forma, são obtidos ovos galados, que segundo o produtor, além de possuírem melhor qualidade e servirem para tratamento medicinal, apresentam maior durabilidade do que os ovos não galados. Conservam-se durante 40 dias sem refrigeração.

As aves são vacinadas contra as doenças mais comuns, mas não recebem quaisquer espécies de corantes para gemas e/ou antibióticos nas rações.

Os ovos são coletados no mínimo 3 vezes ao dia, sendo duas pela manhã, de forma a que não fiquem sujos e não haja muita quebra. Ao serem coletados vão sendo selecionados e embalados. A coleta é feita manualmente, oportunidade em que se identificam as galinhas improdutivas e/ou doentes que são retiradas do plantel para observações e posterior destinação. Os ovos não são lavados e são colocados nas bandejas com a parte afilada voltada para baixo. Das observações do produtor, a lavagem dos ovos diminui o período da sua conservação, e a posição dos ovos nas bandejas, com a parte afilada para baixo, aumenta esse período.

O estabelecimento dispõe atualmente de um plantel de 2.400 aves, dispostas em lotes de 200 cabeças em 6 galpões. Normalmente é feito um controle diário das despesas de cada lote face a sua produtividade. Quando o resultado se torna negativo, vende-se o lote de poedeiras para o abate. A produção total obtida em 18 meses foi de 44.000 dúzias.

A horta é trabalhada em sistema de rotação a cada quatro meses, abrangendo cerca de 25 variedades, durante o ano, numa área total de 4,14 ha. A adubação orgânica é feita com esterco de galinha, cerca de 2 kg/m². São retiradas as camas dos galinheiros, onde já se iniciou um processo de fermentação à baixa temperatura, e aplica-se direto nos canteiros, que ficam em repouso durante 2 a 3 meses, até completar a fermentação. Antes de espalhar o adubo, o que é feito manualmente, o mató é incorporado com microtrator, operação esta que inclui, quando necessário, a aplicação de calcário.

As capinas são feitas manualmente ou com enxadinhas quando no início. Depois que a planta está estabelecida, deixa-se as ervas daninhas desenvolverem-se, desde que não a abafe, mantendo uma cobertura do solo.

Com relação a rotação das variedades segue-se a orientação de não plantar plantas semelhantes as que foram colhidas, ou de mesma família, consecutivamente na mesma área. Com esse manejo, o produtor consegue um controle eficiente de pragas e moléstias.

O quadro 5 apresenta os custos operacionais efetivo e total, assim como o custo total de cada atividade. Para a área de horta natural e o plantel existente, a

QUADRO 5 – Custo Operacional Efetivo e Operacional Total, Custo Total e Participação Porcentual de seus Componentes para Horta Natural e Produção de Ovos (¹). DIRA de São Paulo, 1981/82.

Atividades	Horta Natural			Produção de Ovos		
	4,14 ha (Cr\$)	1,00 ha (Cr\$)	% C.T.	2.400 aves (Cr\$)	1.000 aves (Cr\$)	% C.T.
Mão-de-obra contratada	1.071.024,00	258.701,45	46,0	1.527.741,00	636.558,75	26,2
Operação de máquinas	55.460,00	13.396,80	2,5	–	–	–
Semente	186.504,00	45.049,28	8,1	–	–	–
Esterco de galinha	372.000,00	89.855,07	16,1	–	–	–
Cal hidratada	19.934,00	4.814,00	1,0	–	–	–
Condicionador	259.200,00	62.608,70	11,2	–	–	–
Aquisição de pintos de um dia	–	–	–	132.672,00	55.280,00	2,3
Alimentação no período de nascimento	–	–	–	652.027,00	271.677,92	11,2
Alimentação na postura	–	–	–	2.742.931,00	1.142.887,91	47,0
Energia elétrica	–	–	–	72.000,00	30.000,00	1,2
Embalagem	–	–	–	126.648,00	52.770,00	2,2
Despesas gerais	104.544,00	25.252,17	4,5	55.800,00	23.250,00	1,0
Custo Operacional Efetivo	2.068.666,00	499.678,45	89,4	5.309.819,00	2.212.424,58	91,1
Depreciação de máquinas e equipamentos	41.925,00	10.126,81	1,8	depreciado	depreciado	–
Depreciação de benfeitorias e instalações	31.645,00	7.643,72	1,3	depreciado	depreciado	–
Custo Operacional Total	2.142.236,00	517.448,98	92,5	5.309.819,00	2.212.424,58	91,1
Juro s/cap. em máquinas, equipamentos	16.920,00	4.086,96	0,7	9.000,00	3.750,00	0,2
Juro s/cap. em benfeitorias e instalações	31.680,00	7.652,17	1,4	45.000,00	18.750,00	0,8
Juro s/ capital circulante próprio	124.119,96	29.980,17	5,4	465.943,00	194.142,92	7,9
Custo Total	2.314.995,96	559.168,82	100,0	5.829.762,00	2.429.067,50	100,0

(¹) Para uma produção de 12.720 caixas anuais e 44.018 dúzias por ano de postura.

FONTE: IEA.

receita bruta anual do estabelecimento foi de Cr\$ 20.242.326,00. Em relação aos custos operacionais efetivos das duas atividades mais os custos de comercialização, foi obtido um resultado econômico efetivo anual de Cr\$ 11.183.841,00. Em relação ao custo operacional total, Cr\$ 11.110.271,00 e em relação ao custo total uma receita líquida de Cr\$ 10.417.608,24 (quadro 6).

Os custos operacionais efetivos das duas atividades em conjunto, representaram 36% da receita bruta total enquanto que os custos operacionais totais representaram 37%, e os custos totais 40%. Verifica-se, também neste caso, a razoável margem de segurança com que trabalha o estabelecimento mesmo se considerarmos que ambas atividades apresentam custos operacionais efetivos e totais bastante próximos do custo total, ou seja, respectivamente 90% e 91% do mesmo.

QUADRO 6 – Resultado Econômico e Receita Líquida para Horta Natural e Produção de Ovos em Sistema Natural Adaptado do Método Yamagushi(1), DIRA de São Paulo, 1981/82

Item	Atividades	Horta	Produção	Total das
		Natural (Cr\$)	de Ovos (Cr\$)	Atividades (Cr\$)
		<u>4,14 ha</u>	<u>2.400 aves</u>	
A – Receita		12.447.324,00	7.795.002,00 ⁽²⁾	20.242.326,00
B – Custo operacional efetivo		2.068.666,00	5.309.819,00	7.378.485,00
C – Custo operacional total		2.142.236,00	5.309.819,00	7.452.055,00
D – Custo total		2.314.955,96	5.829.762,00	8.144.717,96
E – Custo de comercialização (3)		1.024.800,00	655.200,00	1.680.000,00
A–B–E = Resultado econômico efetivo		9.353.858,00	1.829.983,00	11.183.841,00
A–B–E = Resultado econômico total		9.280.288,00	1.829.983,00	11.110.271,00
A–D–E = Receita líquida		9.107.568,04	1.310.040,00	10.417.608,04
		<u>1,0 ha</u>	<u>1.000 aves</u>	–
A – Receita		3.006.600,00	3.247.917,50	–
B – Custo operacional efetivo		499.678,45	2.212.424,58	–
C – Custo operacional total		517.448,98	2.212.424,58	–
D – Custo total		559.168,82	2.429.067,50	–
E – Custo de comercialização		247.536,23	273.000,00	–
A–B–E = Resultado econômico efetivo		2.259.385,32	762.492,92	–
A–C–E = Resultado econômico total		2.241.614,79	762.492,92	–
A–D–E = Receita líquida		2.199.894,95	545.850,00	–

(1) Para produção de 12.720 caixas e 44.018 dúzias anuais

(2) Inclui Cr\$ 7.395.024,00 referente a venda de ovos, Cr\$ 360.000,00 em esterco utilizado na horta e Cr\$ 39.978,00 em aves descartadas.

(3) As despesas de comercialização foram rateadas em relação à receita bruta do estabelecimento e não incluem ICM e comissão de vendas.

FONTE: IEA.

Para o produtor a tecnologia alternativa de produção não constitui maiores problemas. O segredo da eficiência econômica do empreendimento, reside na sua administração.

Produção naturalista de frutas, leite, mel e grãos

A principal atividade, em termos de receita bruta, desse estabelecimento é a produção de mel, sendo que desde 1940 o produtor dedica-se à apicultura com bons resultados. Além disso produz abacate, banana, leite, feijão adzuki, feijão cariquinho e amendoim.

A integração das atividades animais com as culturas se dá através da produção de composto orgânico a partir do esterco do gado, assim como o aproveitamento de pastagens e matas para as atividades apícolas. A fruticultura x apicultura é considerada excelente associação, já que a evolução das abelhas aumenta a polinização, com reflexos positivos na produtividade das culturas, ao mesmo tempo que produz o mel. A atividade apícola está também integrada com a pecuária de leite, desde que a limpeza das pastagens é intencionalmente reduzida em determinados períodos, de forma a permitir o surgimento das flores nos campos, fonte de matéria-prima para as abelhas.

Não se verificou o uso de qualquer tipo de adubo químico ou defensivo. Segundo o produtor, não há necessidade de adubação e controles químicos quando se produz dentro do sistema orgânico. Seu testemunho foi bastante interessante, pois ele vivenciou os dois sistemas de produção. Até a década de 60 utilizava apenas práticas agrícolas hoje consideradas alternativas, fundamentalmente baseadas no manejo da matéria orgânica no solo. Não havia então ataques epidêmicos de doenças e pragas. Ao adotar as instruções de produção da agricultura química, no início com bons resultados, notou também o aparecimento mais freqüente de doenças e muitos insetos, culminando com a total perda da videira, que então possuía. Resolveu voltar as práticas orgânicas, agora com melhores informações sobre adubação, compostagem, interação animais e plantas etc, estando satisfeito com os atuais resultados, os quais considera muito além dos obtidos quando do uso dos insumos químicos.

Esta propriedade, apesar de se configurar como estritamente familiar, já que só se utiliza desse tipo de mão-de-obra, dirige sua produção para o mercado. Além disso, tem uma estrutura de produção para consumo próprio bem diversificado, o que lhe permite garantir a subsistência da família em um nível próximo à auto-suficiência alimentar. Produz também para o "gasto" da família, mandioca, arroz, ovos, milho e frutas em geral.

Outra característica fundamental do estabelecimento é de produzir a maior parte dos insumos necessários às culturas e aos animais. Assim é que produz o milho e a mandioca, destinados ao gado de leite; o composto utilizado nas diversas culturas; a adubação verde alternada com culturas, o que lhe confere grande auto-suficiência frente ao mercado produtor de insumos agrícolas.

O Quadro 7 apresenta os custos operacionais efetivo e total, assim como o custo total de cada atividade.

A receita bruta do estabelecimento no ano agrícola 1982/83 foi de Cr\$ 2.450.100,00. Em relação aos custos operacionais efetivos, custos operacionais

QUADRO 7 – Custo Operacional Efetivo, Operacional Total, Custo Total e Participação Percentual de seus Componentes para Mel, Abacate, Feijão Azuki, Feijão Cariquinha, Banana, Leite ⁽¹⁾, DIRA de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1982/83.

Atividades/Itens	MEL		ABACATE			FEIJÃO AZUKI		
	30 caixas (Cr\$)	% C.T.	1,21 ha (Cr\$)	1,00 ha (Cr\$)	% C.T.	0,30 ha (Cr\$)	1,00 ha (Cr\$)	% C.T.
Cera para os quadros	34.200,00	6,6	—	—	—	—	—	—
Vidros p/ comercialização	23.345,00	4,5	—	—	—	—	—	—
Fosfato natural	—	—	4.041,40	3.340,00	2,6	—	—	—
Operação de máquinas	1.000,00	0,2	12.628,14	10.436,48	8,3	2.046,49	6.821,64	3,9
Semente	—	—	—	—	—	própria	própria	—
Composto orgânico	—	—	—	—	—	5.201,28	17.337,60	9,9
Sacaria	—	—	—	—	—	468,00	1.560,00	0,9
Milho	—	—	—	—	—	—	—	—
Mandioca	—	—	—	—	—	—	—	—
Sal	—	—	—	—	—	—	—	—
Vacinas	—	—	—	—	—	—	—	—
Despesas gerais	66.080,00	12,7	10.919,04	9.024,00	7,1	700,00	2.333,33	1,3
Custo Operacional Efetivo	124.625,00	24,0	27.588,58	22.800,48	18,0	8.415,77	28.052,57	16,0
Depreciação de benfeitorias	121.933,00	23,5	20.148,92	16.652,00	13,2	1.291,00	4.303,33	2,5
Depreciação de máquinas equipamentos e animais de trabalho	depreciado	—	6.667,60	5.510,41	4,4	1.160,00	3.866,67	2,2
Troca de serviços	—	—	—	—	—	—	—	—
Mão-de-obra familiar	24.502,00	4,7	7.030,10	5.810,00	4,6	23.487,90 ⁽²⁾	78.293,00 ⁽²⁾	44,6
Custo Operacional Total	271.058,00	52,2	61.435,20	50.772,89	40,2	34.354,67	114.515,57	65,3
Juro s/ capital em máquina, equipamento e animais de trabalho	—	—	66.683,63	55.110,44	43,6	15.625,00	52.083,33	29,7
Juros s/ cap. em benfeito- rias e instalações	240.240,00	46,3	23.206,00	19.178,51	15,2	2.100,00	7.000,00	4,0
Juro s/ cap. circ. próprio	7.477,50	1,5	1.655,28	1.368,00	1,0	504,95	1.683,15	1,0
Juro s/ cap. em animais de produção	—	—	—	—	—	—	—	—
Custo Total	518.775,00	100,0	152.980,11	126.429,84	100,0	52.584,62	175.282,05	100,0

⁽¹⁾ Para as respectivas produções de 900 kg, 484 caixas, 4 sc. 60 kg, 6 sc. 60 kg, 120 kg e 14.600 litros.

⁽²⁾ Inclui mão-de-obra familiar utilizada na atividade, na produção do composto e adubação verde.

⁽³⁾ Inclui mão-de-obra familiar da cultura do milho e mandioca.

⁽⁴⁾ Inclui depreciação de benfeitorias gerais e específicas.

⁽⁵⁾ Inclui depreciação de máquinas, implementos e animais de trabalho da atividade leite, milho e mandioca.

⁽⁶⁾ Corresponde à troca do leite residual do rebanho por pasto próximo a propriedade.

FONTE: IEA.

QUADRO 7 – Custo Operacional Efetivo, Operacional Total, Custo Total e Participação Percentual de seus Componentes para Mel, Abacate, Feijão Azuki, Feijão Cariquinha, Banana, Leite (1), DIRA de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1982/83.

(conclusão)

Atividades/Itens	FEIJÃO CARIOQUINHA			BANANA			PECUÁRIA DE LEITE		
	0,30 ha (Cr\$)	1.00 ha (Cr\$)	% C.T.	0,05 ha (Cr\$)	1.00 ha (Cr\$)	% C.T.	14.6001 (Cr\$)	1.0001 (Cr\$)	% C.T.
Cera para quadros	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Vidros p/ comercialização	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fosfato natural	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Operação de máquinas	2.236,54	7.455,14	3,7	-	-	-	10.977,40	751,88	1,1
Semente própria	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Composto orgânico	5.201,28	17.337,60	8,6	135,45	2.709,00	1,8	-	-	-
Sacaria	720,00	2.400,00	1,2	-	-	-	-	-	-
Milho	-	-	-	-	-	-	4.762,91	326,23	0,5
Mandioca	-	-	-	-	-	-	2.776,60	190,18	0,3
Sal	-	-	-	-	-	-	20.745,00	1.420,89	2,0
Vacinas	-	-	-	-	-	-	6.744,00	461,92	0,7
Despesas gerais	1.959,90	6.533,00	3,2	980,00	19.600,00	13,3	59.360,00	4.065,74	5,7
Custo Operacional Efetivo	10.117,72	33.725,74	16,7	1.115,45	22.309,00	15,1	105.365,91	7.216,84	10,4
Depreciação de benfeitorias	3.615,90	12.053,00	6,0	1.808,00	36.160,00	24,5	163.599,00 ⁽⁴⁾	11.205,42	16,0
Depreciação de máquinas, equipamentos e animais de trabalho	1.220,00	4.066,67	2,0	1.808,00	36.160,00	24,5	7.123,67 ⁽⁵⁾	487,92	0,7
Troca de serviços	-	-	-	-	-	-	195.640,00 ⁽⁶⁾	13.400,00	19,1
Mão-de-obra familiar	23.487,90 ⁽²⁾	78.293,00 ⁽²⁾	38,6	1.443,50 ⁽²⁾	28.870,00 ⁽²⁾	19,6	166.049,00 ⁽³⁾	11.373,22	16,3
Custo Operacional Total	38.441,52	128.138,41	63,3	4.336,95	87.339,00	59,2	637.777,58	43.683,40	62,5
Juro s/capital em máquina, equipamento e animais de trabalho	15.772,00	52.573,33	26,0	-	-	-	57.638,00	3.947,81	5,6
Juro s/ cap. em benfeitorias e instalações	5.880,00	19.600,00	9,6	2.940,00	58.800,00	139,9	212.640,00	14.564,38	20,9
Juro s/ cap. circ. próprio	661,06	2.203,54	1,1	66,93	1.338,60	0,9	6.321,95	433,01	0,6
Juro s/ cap. em animais de produção	-	-	-	-	-	-	106.201,00	7.274,04	10,4
Custo Total	60.755,58	202.515,28	100,0	7.373,88	147.477,60	100,0	1.020.578,53	69.902,64	100,0

(1) Para as respectivas produções de 900 kg, 484 caixas, 4 sc. 60 kg, 6 sc. 60 kg, 120 kg e 14.600 litros.

(2) Inclui mão-de-obra familiar utilizada na atividade, na produção do composto e adubação verde.

(3) Inclui mão-de-obra familiar da cultura do milho e mandioca.

(4) Inclui depreciação de benfeitorias gerais e específicas.

(5) Inclui depreciação de máquinas, implementos e animais de trabalho da atividade leite, milho e mandioca.

(6) Corresponde à troca do leite residual do rebanho por pasto próximo a propriedade.

FONTE: IEA.

totais e custos totais, mais as despesas de comercialização, obteve-se, respectivamente, resultado econômico efetivo de Cr\$ 2.095.357,40, resultado econômico total de Cr\$ 1.325.151,91 e receita líquida de Cr\$ 559.538,11 (Quadro 8). A somatória dos custos operacionais efetivos, custos operacionais totais e custos totais corresponderam respectivamente à 11%, 43% e 74% da receita bruta total. A diferença entre os percentuais de 11% e 43% deve-se fundamentalmente ao fato da mão-de-obra ser exclusivamente familiar, não fazendo parte portanto do custo operacional efetivo.

Esses dados comprovam a viabilidade técnico-econômica dessa estrutura de produção, e lhe confere um elevado grau de estabilidade econômico-produtiva em função da sua auto-suficiência do mercado de insumos, e do grau de utilização da mão-de-obra familiar.

Produção orgânica de ervas medicinais, hortaliças e derivados de leite

Conjugando a atividade leiteira, para produzir queijo e ricota, com a produção de hortaliças e ervas medicinais, esta empresa emprega maciçamente a matéria orgânica local, usando técnicas avançadas de compostagem orgânica. Sem utilizar qualquer tipo de adubo químico ou defensivo, produz grande parte da alimentação do gado, seja em forma de capineiras, silagens, pastagens ou grãos.

Em área de 186 hectares, tem como atividades além do leite e da horta, o milho, pastagens formadas, pomar, culturas de subsistência, e produção de composto orgânico. A pecuária leiteira, consubstanciada nos seus derivados, além de constituir-se em atividade comercial, representa importante fator de redução do custo de produção das culturas, através do fornecimento do adubo orgânico. Mais uma vez, o sistema integrado representado pelo conjunto das atividades agropecuárias, confere ao empreendimento, um elevado grau de estabilidade econômica, decorrente de sua relativa auto-suficiência quer alimentar, quer no que diz respeito à aquisição de insumos fora da empresa.

A matéria orgânica composta para adubação, aspecto fundamental do processo, possui tecnologia disponível e acessível a qualquer produtor, sendo que seu preço varia em função do material orgânico empregado e/ou da maior complexidade no preparo das pilhas do composto. É usual, no caso dessa propriedade, o enriquecimento das pilhas com P_2O_5 natural, pó de osso e basalto, com o que se obtém um produto mais completo em nutrientes.

Os animais, com exceção das vacinas obrigatórias, via de regra, tem tratamentos baseados em princípios homeopáticos. É o caso do tratamento da anaplasmose dos bezerros, feita com nozódio homeopático, ou o uso do chá de carqueja com alho para diarreia dos bezerros.

O quadro 9 apresenta o custo operacional efetivo, operacional total, e custo total para as atividades agrícolas do estabelecimento, compreendendo 5 hectares de horta natural com produção de 10.400 caixas anuais de hortaliças, 4 hectares de horta medicinal com produção de 2.600 caixas de ervas por ano, e uma produção de 43.800 litros de leite, transformados em 5.475 quilos de queijo e 1.560 quilos de ricota por ano. A produção de leite se dá a partir de um rebanho de 58 cabeças, tendo em média 16 vacas em lactação e com duas ordenhas mecânicas ao dia.

- Resultado Econômico e Receita Líquida para Mel, Abacate, Feijão Azuki, Feijão Cariquinha, Banana e Leite(1), DIRA de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1982/83.

Item \ Atividade	Mel (Cr\$)	Abacate (Cr\$)	Feijão Azuki (Cr\$)	Feijão Cariquinha (Cr\$)	Banana (Cr\$)	Pecuária de Leite (Cr\$)	Total das Atividades (Cr\$)
A – Receita	1.206.400,00 ⁽²⁾	200.000,00	12.000,00	36.000,00	17.500,00	978.200,00 ⁽³⁾	2.450.100,00
B – Custo Operacional efetivo	124.625,00	27.588,58	8.415,77	10.117,72	1.115,45	105.365,91	277.228,43
C – Custo Operacional total	271.058,00	61.435,20	34.354,67	38.441,52	4.366,95	637.777,58	1.047.433,92
D – Custo Total	518.775,00	152.980,11	52.584,62	60.755,58	7.373,88	1.020.578,53	1.813.047,72
E – Custo de Comercialização	38.042,40	6.302,60	383,50	1.133,80	5.007,07	26.644,80	77.514,17
A–B–E = Resultado Econômico efetivo	1.043.732,60	166.108,87	3.200,73	24.748,48	11.377,48	846.189,29	2.095.357,40
A–C–E = Resultado Econômico total	897.299,60	132.262,20	-22.738,17	-3.575,32	8.125,98	313.777,62	1.325.151,91
A–D–E = Receita Líquida	649.582,60	40.717,29	-40.968,12	-25.889,38	5.119,05	-69.023,33	559.538,11
<hr/>							
A – Receita	1.340,44	165.289,26	40.000,00	120.000,00	350.000,00	67.000,00	—
B – Custo Operacional efetivo	138,47	22.800,48	28.052,57	33.725,73	22.309,00	7.216,84	—
C – Custo Operacional total	301,18	50.772,89	114.515,57	128.138,40	87.339,00	43.683,40	—
D – Custo Total	576,42	126.429,84	175.282,07	202.518,60	147.477,60	69.902,64	—
E – Custo de Comercialização	42,27	5.208,76	1.278,33	3.779,33	100.141,40	1.824,99	—
A–B–E = Resultado Econômico efetivo	1.159,70	137.280,02	10.669,10	82.494,93	37.924,93	57.958,17	—
A–C–E = Resultado Econômico total	997,00	109.307,60	-75.793,90	-11.917,73	27.086,60	21.491,62	—
A–D–E = Receita Líquida	721,76	33.650,65	-136.560,40	-86.297,93	17.063,50	-4.727,63	—

(1) Para as respectivas produções de 900 kg, 484 caixas, 4 sacos de 60 kg, 6 sacos de 60 kg, 120 kg e 14.600 litros.

(2) Inclui a receita de mel e cera.

(3) Desse total Cr\$ 195.640,00 corresponde a troca do leite residual do rebanho por pasto próximo da propriedade.

FONTE: Instituto de Economia Agrícola – IEA.

QUADRO 9 – Custo Operacional Efetivo, Operacional Total, Custo Total e Participação Percentual e seus Componentes para Horta Natural, Horta Medicinal, Queijo e Ricota (1), DIRA de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1981/82.

Atividades	Horta Natural			Horta Medicinal			Queijo			Ricota		
	5 ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.	4 ha (Cr\$)	1 ha (Cr\$)	% C.T.	5,48 t (Cr\$)	1 t (Cr\$)	% C.T.	1,56 t (Cr\$)	1 t (Cr\$)	% C.T.
Mão-de-obra contratada	2.236.389,00	447.277,80	57,2	1.404.627,00	351.156,75	59,8	99.620,00	18.178,83	3,4	29.132,47	18.674,66	2,2
Op. c/máquinas	238.784,86	47.756,97	6,1	184.320,91	46.080,22	7,8	—	—	—	—	—	—
Semente	270.000,00	54.000,00	6,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Bagaço de cana	130.000,00	26.000,00	3,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—
Esterco de gado	86.400,00	17.280,00	2,2	69.760,00	17.440,00	3,0	—	—	—	—	—	—
Composto	271.624,50	54.324,90	6,9	217.299,60	54.324,90	9,2	—	—	—	—	—	—
Leite	—	—	—	—	—	—	1.831.113,75	334.144,86	63,3	964.888,25	618.518,12	73,8
Coalho	—	—	—	—	—	—	18.000,00	3.284,67	0,6	—	—	—
Embalagem	—	—	—	—	—	—	26.000,00	4.744,52	0,9	26.000,00	16.666,66	2,0
Desp. gerais	215.660,00	43.132,00	5,5	163.060,00	40.765,00	6,9	89.420,00	16.317,51	3,1	26.300,00	16.858,97	2,0
Custo Op. Efet.	3.448.858,36	689.771,67	88,1	2.039.067,51	509.766,87	86,7	2.064.153,75	376.670,39	71,3	1.046.320,72	670.718,41	80,0
Depreciação de máquinas equipamentos e animais de trabalho	110.646,90	22.129,38	2,8	78.970,12	19.742,53	3,4	189.978,19	34.667,55	6,6	53.583,59	34.348,46	4,1
Deprec. de benf.	38.920,06	7.784,01	1,0	29.663,46	7.415,86	1,3	36.490,33	6.658,82	1,3	10.292,14	6.597,52	0,8
Custo Op. Total	3.598.425,32	719.685,06	91,9	2.147.701,09	536.925,26	91,3	2.290.622,27	417.996,76	79,2	1.110.196,45	711.664,39	84,9
Juros s/cap. em máq. equip. e anim. de trabalho	41.515,18	8.303,03	1,1	30.029,66	7.507,41	1,3	96.894,92	17.681,56	3,3	27.969,77	17.929,34	2,1
Juros s/ em benf.	68.339,00	13.667,80	1,7	51.670,00	12.917,50	2,2	37.468,00	6.837,23	1,3	9.885,00	6.336,54	0,8
Juros s/cap. circ. próprio	206.931,50	41.386,30	5,3	122.344,05	30.586,01	5,2	123.849,22	22.600,22	4,3	62.779,24	40.243,10	4,8
Juros s/cap. em anim. de prod.	—	—	—	—	—	—	343.980,00	62.770,07	11,9	97.020,00	62.192,32	7,4
Custo Total	3.915.211,00	783.042,19	100,0	2.351.744,80	587.936,18	100,0	2.892.814,41	527.885,84	100,0	1.307.850,46	838.365,68	100,0

(1) Para as respectivas produções de 200 caixas/semana, 50 caixas/semana, 5,48 t/ano e 1,56t/ano.

FONTE: Instituto de Economia Agrícola.

No conjunto das atividades verificou-se, uma receita bruta anual de Cr\$ 18.991.000,00. Em relação ao custo operacional efetivo, mais os custos de comercialização a receita bruta do estabelecimento gerou um resultado econômico efetivo de Cr\$ 9.384.810,66 anuais no ano agrícola 1981/82. Em relação ao custo operacional total, Cr\$ 8.836.256,87 e em relação ao custo total, Cr\$ 7.515.106,38 de receita líquida (Quadro 10). A somatória dos custos operacionais efetivos, operacionais totais e totais corresponderam respectivamente a 45%, 48% e 55% da receita bruta total, indicando a grande margem de segurança com que a empresa trabalha.

O sucesso dessa empresa está na transformação agroindustrial do produto, o que além de diminuir a perecibilidade do leite, agrega valor ao subproduto final. Consubstancia-se também na comercialização em mercado diferenciado, onde normalmente conseguem obter melhores preços. Seus produtos são colocados semanalmente no mercado, através de esquema próprio de comercialização.

CONCLUSÕES

O primeiro resultado concreto obtido com a pesquisa, foi o registro de utilização de sistemas orgânicos de produção, que significam em primeira instância, o emprego de algumas técnicas utilizadas antes da introdução de insumos químicos na agricultura. Em segunda instância significa também o registro do desenvolvimento de técnicas inovadoras de produção. Das várias afirmações colhidas junto aos produtores, descortina-se uma gama grande de linhas de investigação científica. É possível a pesquisa agrícola se direcionar para esses conceitos emitidos, buscando trazer à luz a explicitação científica dessas técnicas empregadas com sucesso. O uso da flora da região como fator positivo no manejo da fauna predadora dos cultivares, os princípios alelopático e homeopático, a criação de aves pelo método Yamaguishi, o uso da matéria seca como mulching, e mesmo outras tecnologias de vanguarda, como por exemplo, a energia solar na agricultura, deveriam ser objeto de preocupação dos responsáveis pela política de ciência e tecnologia no País.

A pesquisa agrícola, dita alternativa, salvo raras exceções, permanece ainda inédita na área do conhecimento científico. Foi possível identificar a existência entre os produtores, de diversas técnicas, quase sem respaldo científico. Mesmo assim, os princípios básicos desse modelo agrícola, manutenção da fertilidade do solo, diversificação da propriedade e integração da produção vegetal e animal, permeou sempre as ações de todos os produtores.

Esses resultados sugerem ainda a possibilidade de investigações futuras na área de comercialização em mercados de preços diferenciados e da industrialização, na propriedade, dos produtos agrícolas.

Com relação aos resultados econômicos encontrados pode-se concluir pela viabilidade da Agricultura Alternativa. Para as cinco propriedades sumariamente relatadas, constatou-se não apenas sua viabilidade técnica-produtiva, mas também sua viabilidade econômica em caráter comercial. Observou-se além da economicidade das empresas, que o sistema de produção alternativo, poupador de insumos importados, é de elevado conteúdo social, pois tem capacidade para absorver grandes contingentes de mão-de-obra.

QUADRO 10 – Resultado Econômico e Receitas Líquida para Horta Natural, Horta Medicinal e Pecuária de Leite, DIRA de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1981/82

Itens \ Atividades	Horta natural	Horta medicinal	Pecuária de leite	Total das atividades
	(Cr\$)	(Cr\$)	(Cr\$)	(Cr\$)
	<u>5 ha</u>	<u>4 ha</u>	<u>43.800 L</u>	
A – Receita	7.670.000,00	6.000.000,00	5.321.000,00 ⁽¹⁾	18.991.000,00
B – Custo Operacional Efetivo	3.448.858,36	2.039.067,51	3.110.474,47 ⁽²⁾	8.598.400,34
C – Custo Operacional Total	3.598.425,32	2.147.701,09	3.400.818,72 ⁽²⁾	9.164.945,13
D – Custo Total	3.915.211,00	2.351.744,80	4.200.664,87 ⁽²⁾	10.467.620,67
E – Custo de Comercialização ⁽³⁾	413.193,49	312.414,59	282.180,92	1.007.789,00
A-B-E = Resultado Econômico Efetivo	3.807.948,15	3.648.517,90	1.928.344,61	9.384.810,66
A-C-E = Resultado Econômico Total	3.658.381,19	3.539.884,32	1.638.000,36	8.836.265,87
A-D-E = Receita Líquida	3.341.595,51	3.335.840,61	837.670,26	7.515.106,38
	<u>1 ha</u>	<u>1 ha</u>	<u>1000 l</u>	
A – Receita	1.534.000,00	1.500.000,00	121.484,01	—
B – Custo Operacional Efetivo	689.771,67	509.766,87	71.015,40	—
C – Custo Operacional Total	719.685,06	536.925,26	77.644,26	—
D – Custo Total	783.042,19	587.936,18	95.905,59	—
E – Custo de Comercialização ⁽³⁾	82.638,70	78.103,65	6.442,49	—
A-B-E = Resultado Econômico Efetivo	761.589,63	912.129,48	44.026,13	—
A-C-E = Resultado Econômico Total	731.676,24	884.971,08	37.397,29	—
A-D-E = Receita Líquida	668.319,11	833.960,17	19.124,89	—

(1) Receitas do Queijo, Ricota e Venda de Animais.

(2) Custos referentes a produção de queijo e ricota.

(3) Distribuição e FUNRURAL.

FONTE: IEA.

Essa agricultura pode ser a saída para a grande massa de trabalhadores rurais e pequenos produtores, no sentido de aumentar o emprego rural e propiciar condições de competitividade a esse agricultor, atualmente marginalizado do processo produtivo do país. Do lado da produção em grandes propriedades, acredita-se também na viabilidade da empresa, desde que se obedeam os princípios básicos de manejo dessa agricultura. Não é impossível a diversificação, o uso intenso de matéria orgânica como adubação e a integração com a parte animal em grandes áreas cultivadas. Cabe no entanto à pesquisa redirecionar as suas linhas de investigação, no sentido de solidificar e aprofundar esses conhecimentos, abrindo inclusive novos campos na área do conhecimento agrícola.

REFERÊNCIAS

- LOCKERETZ, W. & WERNICK, S. Commercial organic farming in the corn belt in comparison to conventional practices. *Rural Sociology, South Dakota*, 45(4):708-723, 1980.
- LOCKERETZ, W. et alii. A comparison of the production economic returns and energy intensiveness of corn belt farms that do and do not use inorganic fertilizer and pesticides. Washington University Press, St. Louis, 1975.
- MATSUNAGA, M. et alii. Metodologia de Custo de Produção na Agricultura. Agricultura em São Paulo. Tomo I – 123/39, 1976.
- WOLF, R. Today's organic farmers. In: Organic farming: yesterday's and tomorrow's agriculture. Rodale Press, cap. 2, p. 79/106, 1977.

AVALIAÇÃO ECONÔMICA DO USO DA FORÇA DE TRAÇÃO NAS CULTURAS DE MILHO E FEIJÃO – ESTADO DE SÃO PAULO

*Valquíria da Silva*¹

*José Carlos Gomes dos Reis Filho*²

*José Roberto Viana de Camargo*³

RESUMO – O trabalho objetiva analisar o uso das trações animal e motomecanizada nas culturas de feijão e milho, região de Sorocaba, ano agrícola 1981/82. Estimou-se o custo total de produção e as relações de custo com o tamanho ou volume do empreendimento e produtividade.

Em ambas as culturas, o emprego de tração animal (T.A) apresentou menor custo total médio tanto por área como por unidade produzida. Na análise das relações, a função de custo médio e produtividade foi a que melhor se ajustou. Os resultados mostram que, no geral, os incrementos nos atuais níveis de produtividade reverterão em uma diminuição do custo médio nas diferentes trações consideradas. Especificamente na cultura do feijão, até a produtividade ao redor de 20sc. 60kg/ha os agricultores que usam tração animal (T.A) têm menor custo médio, seguido daqueles que utilizam tração motomecanizada-animal (T.M.A) e tração motomecanizada (T.M). A partir de então, o custo com T.M.A torna-se menos oneroso do que com T.M e T.A em ordem crescente. Para milho, aqueles que empregam T.A apresentam

¹ Eng^a Agr^a, Pesquisadora do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

² Economista, Pesquisador do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

³ Eng^o Agr^o, M.A, Diretor da Divisão de Economia da Produção do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

o menor custo médio para qualquer nível de produtividade. O emprego da T.M.A é menos oneroso do que o da T.M até a produtividade de 60sc.60kg/ha, ocorrendo o inverso acima deste nível.

Termos para indexação: tração animal, tração motomecanizada, manejo de cultura, custo de produção, relações de custo médio, milho, feijão.

ABSTRACT – This paper aims to analyse the use of animal and motomechanical traction in bean and corn crops at Sorocaba region, in the 81/82 agricultural year. The total production cost and the relations between cost and size of the enterprise, and yield were estimated.

In both crops the use of animal traction (A.T) resulted in a lower average total cost by area as well as by produced unit. In the analysis of the relations, the function of average cost and yield was the best adjusted. In general, the results show that an increase in the present yield levels will cause a decrease in the average cost for the different tractions considered. Specifically in the bean crop, up to 20sc.60kg/ha the producers who use A.T have lower average cost followed by the ones who use animal – motomechanical traction (A.M.T) and the ones who use motomechanical traction (M.T). Above that yield level, the A.M.T cost becomes the lowest, followed by the M.T and the A.T. For the corn crops, those who use the A.T have the lowest average cost for any yield level. The use of A.M.T is less expensive than the M.T up to 60sc.60kg/ha. Above that level the contrary occurs.

Index terms: animal traction, motomechanical traction, production cost average cost function, corn, beans.

INTRODUÇÃO

O modelo de modernização agrícola adotado no Brasil, a partir de meados da década de 60, caracterizou-se pela expansão creditícia, estímulos à mecanização e indução a maior uso de fertilizantes e agrotóxicos. Um de seus principais objetivos era solucionar a crise enfrentada, então, pelo setor industrial (Mendonça de Barros 1979). Como esse processo não surgiu apenas de condições concretas da agricultura, do seu mecanismo interno de expansão e da disponibilidade e custos dos fatores produtivos, mas sim como pressão externa vinda do setor industrial, o Estado passou a ter papel fundamental na expansão da agroindústria (Bicudo, 1980).

Como consequência, na agricultura o cultivo tradicional foi substituído pelo moderno, sem que houvesse uma orientação aos agricultores sobre o melhor emprego do pacote tecnológico proposto. Ocorreram, também, reflexos nas relações de trabalho, aumentando a sazonalidade da mão-de-obra. Segundo Graziano da Silva (1981), em 1960 mais de 40% dos estabelecimentos rurais do Estado de São Paulo só utilizavam trabalho braçal, enquanto apenas 6% dispunham de força mecânica; em 1975 a situação praticamente se inverteu, ou seja, menos de 10% dos estabelecimentos ainda dispunham somente do trabalho humano, enquanto que um terço das explorações já utilizava força mecânica. Embora inicialmente a política agrícola de modernização visasse as culturas de exportação, que reuniam a curto prazo condições de expandir o emprego de insumos modernos, também, as culturas dirigidas ao

mercado interno se “modernizaram” ao longo do tempo, conforme pode ser observado pelo comportamento do manejo da cultura do feijão no Estado de São Paulo (Tabela 1).

Contudo, a política agrícola brasileira sofreu novo direcionamento em fins da década de 70, com retiradas graduais do subsídio ao crédito agrícola, tanto de custeio como de investimento. Hoje, além da retirada quase total do subsídio, o volume de dinheiro aplicado no crédito rural também diminuiu. De acordo com Carmargo et alii (1983), o produtor de maneira geral vem se descapitalizando e perdendo liquidez. Sem o estímulo do subsídio e, de um lado, com o custo final de produção se elevando ano a ano e, de outro o preço do produto não acompanhando em escala desejável essa elevação, torna-se difícil ao agricultor, inclusive, manter-se no processo de produção com as exigências normais de renovação do parque de máquinas.

Frete à situação descrita, os agricultores que sofreram esse processo de modernização indutor do uso indiscriminado de maquinarias começam a pensar em alternativas ao emprego da tração motomecanizada, principalmente a categoria dos pequenos produtores.

TABELA 1 – Distribuição da Técnica Empregada na Cultura de Feijão no Estado de São Paulo, 1971/72 a 1979/80.

Etapas de Produção	Ano – Agrícola			
	1971/72	1974/75	1975/76	1979/80
Preparo do solo				
Tração Animal (T.A.)	62	48	52	26
Tração Motora (T.M.)	38	52	48	74
Plantio				
Manual	68	64	38	28
Com Máquina (T.A. ou T.M.)	32	36	62	72
Carpas				
Manual (enxada)	59	60	56	49
Tração Animal	40	28	42	36
Tração Motora	1	2	2	15
Colheita				
Manual	99	99	99	94
Tração Motora	1	1	1	6

FONTE: Instituto de Economia Agrícola.

O objetivo geral deste trabalho é proceder à análise comparativa do uso da tração animal e motomecanizada, em culturas conduzidas por grande número de pequenos e médios produtores. De modo específico, procura-se determinar o custo total de produção e a participação relativa dos itens que o compõem, além de estimar, através das funções de custo, o tamanho ou volume do empreendimento e a produtividade que geram o menor dispêndio.

As informações derivadas deste estudo serão de grande valia ao agricultor para a tomada de decisão na alocação de seus recursos e a nível de Governo, no direcionamento da política de modernização agrícola.

METODOLOGIA

Material

As culturas selecionadas foram feijão e milho e tomou-se como área de estudo o Estado de São Paulo. A determinação das regiões baseou-se em dados de área e produção fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola (IEA).

Para o feijão, destacou-se a Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Sorocaba, com participação de 66% da área plantada e 70% da produção do Estado no ano agrícola 1980/81. Dentro desta DIRA, foi escolhida para o levantamento de campo a Delegacia de Itararé, que compreende os Municípios de Barão de Antonina, Itaberá, Itapeva, Itaporanga, Itararé e Riversul.

Quanto ao milho, embora o cultivo se encontre praticamente pulverizado em todo o Estado, para a safra agrícola considerada, as DIRAs de Sorocaba e Ribeirão Preto apresentaram maior área e maior produção. A primeira foi selecionada por apresentar maior diversidade no uso da tração no manejo desta cultura. Mais especificamente, o levantamento, foi realizado na Delegacia Agrícola de Avaré, composta pelos Municípios de Arandu, Avaré, Cerqueira César, Cel. Macedo, Itai, Itatinga, Paranapanema, Santa Bárbara do Rio Pardo e Taquarituba.

O levantamento foi efetuado no período de março a maio de 1982 (safra 1981/82), com um total de 67 e 63 propriedades amostradas⁴, para feijão e milho, respectivamente.

Método

O cálculo dos custos totais de produção (fixos mais variáveis) e a estimativa das relações de custo foram feitos considerando-se os três tipos de uso de força de tração detectados no levantamento, quais sejam, tração animal (T.A), tração motomecanizada-animal (T.M.A) e tração motomecanizada (T.M).

Compuseram os custos fixos os itens depreciação de máquinas e equipamentos, depreciação e conservação de benfeitorias, despesas gerais da propriedade (INCRA, taxa de conservação de estradas etc), arrendamento e remuneração do capital fixo (terra e maquinaria). Como custos variáveis, consideram-se os gastos

⁴ A amostra foi determinada a partir do cadastro do INCRA, seguindo a metodologia desenvolvida por Cochran (1965).

com FUNRURAL, insumos (fertilizantes, sementes e agrotóxicos), aluguel de máquinas e/ou animais, alimentação animal, mão-de-obra, despesas gerais de máquinas e conservação e reparos de máquinas e equipamentos.

Para estimar as relações entre custo total médio e indicadores de escala de operação (área ou produção) e de uso dos fatores variáveis (produtividade) foram adotados os seguintes modelos econométricos alternativos, escolhidos segundo a teoria da produção e trabalhos empíricos realizados nessa área (Camargo e Assef, 1976; Gomes, 1973; Graça, 1976 e Valle, 1973):

Modelo Quadrático

$$C = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 x_i + b_4 z_1 x_i + b_5 z_2 x_i + b_6 x_i^2 + b_7 z_1 x_i^2 + b_8 z_2 x_i^2 + e$$

onde:

C = custo total médio, expresso em cruzeiro por saco de 60 kg;

X_i = representa alternativamente com ($i = 1, 2$ ou 3) as variáveis.

X_1 = área cultivada em hectares;

X_2 = produção em sacos de 60 kg;

X_3 = produtividade, em saco de 60 kg por hectare;

Z_1 e Z_2 = variável binária (“dummy variable”)

e = erro

As variáveis binárias foram introduzidas para detectar a diferenciação, se existente, entre os tipos de força de tração consideradas.

Modelo Hiperbólico

$$C = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 \frac{1}{X_i} + b_4 \frac{Z_1}{X_i} + b_5 \frac{Z_2}{X_i} + e \quad (i = 1, 2 \text{ ou } 3)$$

onde as variáveis são as mesmas definidas para o modelo quadrático.

A estimativa dos coeficientes de regressão foi feita pelo método dos mínimos quadrados. Para a seleção do melhor ajustamento, considerou-se a combinação dos seguintes critérios: coerência dos sinais dos coeficientes estimados com os princípios econômicos, significância dos coeficientes de regressão e valor do coeficiente de determinação múltipla.

De acordo com as hipóteses implícitas nos modelos, o teste estatístico dos coeficientes estimados das variáveis X_i , $\frac{1}{X_i}$ e X_i^2 foi unilateral e para os demais bilateral.

Fez-se a aplicação do teste F para verificar se existia uma diferença estatisticamente significativa entre a função estimada, que considera os tipos de força de atração, e a função simples, isto é, aquela na qual não se utilizam as variáveis binárias.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Custo Total de Produção

Os itens que compuseram o custo, assim como os resultados obtidos de custo total médio por hectare e por saco de 60 kg produzido, segundo as forças de tração observadas, para as culturas de feijão e milho, são apresentados nas tabelas 2 e 3, respectivamente. Cabe ressaltar que os itens arrendamento e remuneração da terra são complementares e que o gasto com aluguel de máquinas, o qual aparece no emprego de tração animal na cultura do feijão, refere-se à operação de bateção, que nesta é feita totalmente por máquina independente da tração. Para ambas as culturas, a utilização de tração animal (T.A) incorre em menor custo do que a de tração motomecanizada-animal (T.M.A) e tração motomecanizada (T.M). No tocante ao feijão, o pacote tecnológico empregado é semelhante na T.M e T.M.A e a diferença se dá nos tratos culturais, enquanto que no milho, além dos tratos culturais, também a colheita é uma operação que o diferencia.

Uma análise da participação relativa mostra que, na cultura do feijão com uso de T.A, o item de maior peso é o gasto com mão-de-obra familiar, que responde por aproximadamente 29% do dispêndio total. Segue-se o componente insumos com 25% e remuneração da terra, considerada como a soma do arrendamento mais remuneração da terra própria, com 19%. Convém destacar que a operação de bateção também apresenta uma participação relativa significativa de 12%. Para T.M.A e T.M, o uso de insumos responde por cerca de 40% e 49%, respectivamente, e tem o maior peso. Este é o item que mais se diferencia em relação à T.A, onde se utiliza menor quantidade de adubo e se faz controle curativo de pragas e doenças, isto é, utilizam-se agrotóxicos apenas quando necessário. Seguem na ordem de maior participação os itens remuneração da terra e despesas de operação de máquinas, tanto para T.M.A como para T.M.

No milho, quando se considera a T.A, novamente o gasto com mão-de-obra familiar se destaca com 34% de participação no total. Seguem remuneração da terra e insumos, com 31% e 22%, respectivamente. O gasto com insumos apresenta participação relativa considerável na composição do custo para as três trações, sendo, em termos monetários, maior para T.M, vindo a seguir T.M.A e T.A. O item remuneração da terra para T.M.A e T.M também mostra-se importante, com 24% e 20% respectivamente.

A alta participação do item remuneração da terra, em todos os custos analisados reflete o alto preço da terra atingido no Estado de São Paulo, dado o esgotamento das fronteiras agrícolas e a especulação.

Análise das Funções de Custo

As características estatísticas das equações estimadas e selecionadas para feijão e milho são apresentadas na tabela 4. Os resultados do teste F aplicado na comparação da equação com variáveis binárias e a simples, foram significativos ao nível de 1% para as três equações selecionadas. Este é mais um indicador que evidencia a existência de diferenças nas relações de custo entre os três tipos de trações considerados.

TABELA 2 – Custo Total Médio da Cultura de Feijão Por Unidade de Área e Por Unidade Produzida, Segundo as Forças de Tração Consideradas, Estado de São Paulo, 1981/82

Item	Custo/ha			Custo/sc.60kg		
	Tração Animal	Tração Motomecanizada Animal	Tração Motomecanizada	Tração Animal	Tração Motomecanizada Animal	Tração Motomecanizada
Custos Fixos						
Despesas gerais da propriedade	41	92	76	4	8	7
Depreciação de benfeitorias	37	59	35	4	4	3
Depreciação de máq. e implementos	–	4.513	4.094	–	385	317
Conserv. de benfeitorias	–	3	114	–	1	14
Arrendamento	3.139	3.739	3.316	312	305	288
Remuneração da terra	1.860	4.339	3.719	220	348	267
Remun. de máq. e implementos	–	1.382	1.461	–	113	110
Sub-total	5.077	14.127	12.815	540	1.164	1.006
Custos Variáveis						
FUNRURAL	971	1.458	1.443	97	106	100
Insumos	6.581	24.147	27.317	710	1.914	2.061
Aluguel de máquinas(1)	3.223	2.354	1.261	362	165	128
Aluguel de animais	–	120	–	–	12	–
Alimentação animal	455	110	–	90	8	–
Mão-de-obra temporária	1.790	6.846	8.645	201	575	705
Mão-de-obra permanente	–	91	481	–	5	30
Mão-de-obra familiar	7.591	2.332	1.561	1.052	179	128
Despesas gerais de máquinas	–	5.479	6.497	–	468	524
Conserv. de máquina e implementos	–	1.941	1.102	–	90	104
Juros de custeio	685	1.821	2.118	63	149	167
Juros de investimento	–	25	549	–	2	42
Sub-total	21.296	45.824	50.974	2.545	3.673	3.989
Custo total médio	26.373	59.951	63.789	3.085	4.837	4.995

FONTE: Dados básicos da Pesquisa.

(1) Para a tração animal, refere-se apenas à operação de bateção.

TABELA 3 – Custo Total Médio da Cultura do Milho Por Unidade de Área e Por Unidade, Produzida, Segundo as Forças de Tração Consideradas, Estado de São Paulo – 1981/82.

Item	Custos/ha			Custos/sc. 60kg		
	Tração Animal	Tração Motomecanizada Animal	Tração Motomecanizada	Tração Animal	Tração Motomecanizada Animal	Tração Motomecanizada
Custos Fixos						
Despesas gerais da propriedade	82	94	117	2	2	3
Depreciação de benfeitorias	10	79	56	–	2	1
Depreciação de máq. e implementos	–	1.973	3.790	–	43	90
Conservação de benfeitorias	–	18	101	–	–	2
Arrendamento	2.710	2.123	3.000	78	64	77
Remuneração da terra	4.752	6.562	5.579	180	159	121
Remuneração de máq. e implementos	–	598	1.328	–	13	33
Sub-total	7.554	11.447	13.971	260	283	327
Custos variáveis						
FUNRURAL	574	862	971	19	20	20
Insumos	5.277	7.758	10.483	165	197	243
Aluguel de máquinas	–	4.226	4.544	–	100	98
Aluguel de animais	–	–	–	–	–	–
Alimentação animal	404	132	–	12	4	–
Mão-de-obra temporária	1.102	1.790	1.048	44	44	31
Mão-de-obra permanente	–	433	730	–	14	16
Mão-de-obra familiar	8.123	3.735	1.089	303	106	26
Despesas gerais de máquinas	–	3.071	5.089	–	75	117
Conservação de máq. e implementos	–	747	1.060	–	19	23
Juros de custeio	1.012	1.671	2.431	33	39	60
Juros de investimento	–	15	865	–	–	22
Sub-total	16.492	24.440	28.310	576	618	656
Custo total médio	24.046	35.887	42.281	836	901	983

FONTE: Dados básicos da pesquisa.

TABELA 4 – Modelos Selecionados para as Relações de Custo Total Médio, Culturas de Milho e Feijão, Estado de São Paulo, 1981/82

(1) Milho:	Custo e produtividade	$C = b_0 + b_1 z_2 + b_2 1/x_3 + b_3 z_1/x_3$
(2) Feijão:	Custo e produtividade	$C = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 x_3 + b_4 z_1 x_3 + b_5 x_3^2 + b_6 z_2 x_3^2$
(3) Feijão:	Custo e produção	$C = b_0 + b_1 z_1 + b_2 z_2 + b_3 x_2 + b_4 x_2^2$

Modelo	Parâmetros da Regressão ⁽¹⁾						Valor de		
	b ₀	b ₁	b ₂	b ₃	b ₄	b ₅	b ₆	R ²	F
(1)	115,41	257,13 (3,77)***	20763,13 (8,23)***	15419,08 (5,40)***				0,61	30,91***
(2)	6392,42	6189,00 (4,33)***	3456,93 (5,56)***	-544,93 (4,06)***	-299,03 (2,14)**	19,10 (3,65)**	-8,53 (1,83)*	0,69	22,03***
(3)	3381,24	2607,53 (4,28)***	1638,72 (2,85)***	-1,73 (3,78)***	0,00031 (3,10)***			0,28	6,01***

FONTE: Dados da Pesquisa.

⁽¹⁾ Teste t de Student expresso entre parênteses:

*** indica significância ao nível de 1%;

** indica significância ao nível de 5%; e

* indica significância ao nível de 10%.

Milho

As relações entre o custo total médio e as variáveis área e produção não apresentaram resultados satisfatórios dentro dos critérios adotados. Somente o ajustamento da função de custo total médio e produtividade mostrou-se adequado, tendo sido escolhido o modelo hiperbólico. As funções estimadas de acordo com as forças de tração definidas são as seguintes:

Tração animal

$$C = 115,41 + 20763,12 \frac{1}{X^3}$$

Tração motomecanizada – Animal

$$C = 372,53 + 20763,12 \frac{1}{X_3}$$

Tração motomecanizada

$$C = 115,41 + 36182,20 \frac{1}{X_3}$$

Constata-se, a partir dessas funções, que o custo total médio apresenta-se decrescente com o aumento da produtividade, sendo a utilização da tração animal a de menor custo em quaisquer níveis.

A tração motomecanizada-animal apresenta menor custo em relação à motomecanizada até o nível de 60sc.60kg/ha, quando o custo total é de Cr\$ 719,00 por saco. A partir de então, aumentos de produtividade tornam o custo médio para o agricultor que usa tração motomecanizada-animal o mais oneroso. Pode-se justificar tal comportamento pela operação de colheita. Para aqueles que fazem uso da tração motomecanizada-animal há uma predominância da colheita manual, sendo que aumentos na produtividade provavelmente exigem maior gasto com mão-de-obra, onerando o custo mais que proporcionalmente ao aumento da produção, nas condições analisadas. Já com a tração moto mecanizada, o predomínio é do emprego de colheitadeira própria e maiores produtividades reduzem a ociosidade do uso da máquina, acarretando redução de custo por saco colhido.

O fato do emprego da tração animal apresentar sempre os menores custos deve-se a grande diferença nos gastos em investimento de capital fixo, em relação aos demais.

Foi constatado, também, que somente a partir de 140sc.60kg/ha, aumentos na produtividade pouco afetam a diminuição do custo total médio para qualquer tipo de tração utilizada. Tendo em vista que a produtividade média da região é de 43 sacos de 60 kg/ha e que esses níveis são raramente atingidos, esta informação deve ser vista com certa cautela. Contudo, dado que as produtividades médias por tração são de 34sc.60kg/ha, 45sc. 60kg/ha e 50sc.60kg/ha para T.A, T.M.A e T.M, respectivamente, o estudo permite concluir que os produtores de milho, aumentando suas produtividades, terão seus custos por saco diminuídos.

Feijão

Para o feijão, as equações estimadas que relacionam custo total médio com produção e produtividade independentemente apresentaram os melhores ajustamentos.

Para a relação custo médio e produtividade, optou-se pelo modelo quadrático, o qual é apresentado a seguir para os três tipos de tração:

Tração animal

$$C = 6392,41 - 544,93X_3 + 19,10X_3^2$$

Tração motomecanizada-animal

$$C = 9849,34 - 544,93X_3 + 10,56X_3^2$$

Tração motomecanizada

$$C = 12.581,42 - 843,96X_3 + 19,10X_3^2$$

Por se tratar de um modelo quadrático, determinaram-se os pontos de mínimos para as três funções estimadas, quais sejam: T.A — 14sc.60kg/ha e Cr\$ 2.400,00; T.M.A — 26sc.60kg/ha e Cr\$ 2.800,00; e T.M — 22sc.60kg/ha e Cr\$ 3.260,00.

Como a produtividade média dos produtores que usam T.A é de 12sc.60kg/ha, os resultados sugerem que haverá vantagens de custo se os agricultores aumentarem sua produtividade, nas condições analisadas, até o ponto de mínimo. O mesmo ocorre para os produtores que utilizam T.M.A e T.M cujas produtividades médias observadas foram de 15sc.60kg/ha e 16sc.60kg/ha, respectivamente.

O comportamento das três relações até a produtividade ao redor de 20sc.60kg/ha e custo médio em torno de Cr\$ 3.200,00 mostrou que o emprego de T.A é o menos oneroso, seguido do uso da T.M.A e T.M. Os produtores que utilizam T.A com produtividades acima deste nível passam a ter os maiores gastos, enquanto o emprego das outras trações mantém o mesmo comportamento.

Este fato pode ser explicado pela operação de bateção, que é feita mecanicamente em quaisquer das trações consideradas. Todavia, os agricultores que empregam T.A o fazem através de aluguel, pagando por saco colhido. Portanto, aumentos de produtividade encarecem os seus custos de colheita, o que não ocorre em razão direta para os produtores que fazem uso da T.M.A e T.M, pois estes, na sua maioria, possuem bateadeira própria otimizando seu uso em função de acréscimos de produtividade.

O fato de o emprego da T.M.A apresentar sempre menor custo médio do que ao da T.M., em vista do pacote tecnológico utilizado ser praticamente o mesmo, é justificado pelo uso de herbicidas na T.M., o qual é mais oneroso que o uso de animal na operação de carpa da T.M.A. O uso de carpa mecânica com trator no cultivo do feijão é praticamente inexistente, dada a falta no mercado de um implemento específico para esta cultura, pois os existentes danificam muito a planta.

Para a relação custo médio e produção, o modelo que melhor se ajustou, apresentado a seguir para os três tipos de tração considerados, foi o quadrático, embora com baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,28$) quando comparado com o obtido para a função custo médio – produtividade:

Tração animal

$$C = 3381,24 - 1,73X_2 + 0,00031X_2^2$$

Tração motomecanizada-animal

$$C = 5019,95 - 1,73X_2 + 0,00031X_2^2$$

Tração motomecanizada

$$C = 5988,77 - 1,73X_2 + 0,00031X_2^2$$

Observe-se que as funções apresentam a mesma inclinação, variando somente o intercepto; portanto, para qualquer nível de produção, o menor custo médio ocorre com o emprego da T.A, seguindo-se T.M.A e T.M. A produção de 2790sc.60kg determina o ponto de custo mínimo por saco para os três tipos de tração, que são Cr\$ 965,00, Cr\$ 2.604,00 e Cr\$ 3.573,00 para TA, T.M.A e T.M, respectivamente. Percebe-se claramente que este ponto de mínimo se encontra além da produção média observada, indicando que um aumento de escala de produção, nas condições de análise, possibilitará aos produtores um decréscimo de seus custos médios. Outro ponto a ressaltar é que esses produtores não enfrentam, de momento, problemas de deseconomias de escala.

O estudo permite concluir que, para as culturas analisadas, o emprego da tração animal se apresenta, dentro de certos níveis de produtividade, como uma alternativa para o processo produtivo, na atual conjuntura econômica. No caso do milho, embora o trabalho mostre que o emprego de T.A é sempre o de menor custo médio, em qualquer nível de produtividade, sabe-se que o seu uso apresenta restrição no que se refere à escala de produção. Para o feijão, incrementos de produtividade a partir de 20sc.60kg/ha tornam inviável economicamente o seu emprego quando comparado com as demais trações.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Professor Dr. Rodolfo Hoffman do Departamento de Economia e Sociologia Rural da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” da Universidade de São Paulo, pelas sugestões e críticas à elaboração do trabalho, ao Eng^o Agr^o Fernando A. de Almeida Séver pela determinação da amostra e a Antonio A. Gallego pela computação dos dados. A responsabilidade pela versão final é dos autores.

REFERÊNCIAS

- BICUDO, J.P.M. A técnica de financiar os muito ricos. **Folha de São Paulo**, São Paulo, 10 ago. 1980. Folhetim, p.10.
- CAMARGO, J.R.V. de & ASSEF, L.C. **Análise das relações de custo de produção da cultura do amendoim das águas no Estado de São Paulo**. São Paulo, Secretaria da Agricultura, IEA, 1976. 48p. (Projeto IEA, 04)
- CAMARGO, J.R.V. de; GHILARDI, A.A.; MELLO, N.T.C. de. **Reflexões do crédito rural para investimento em maquinaria sobre a liquidez e capitalização do agricultor**. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, IEA, 1983. 16p. (mimeo)
- COCHRAN, W.G. **Técnicas de amostragem**. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1965. 555p.
- GOMES, A.T. **Análise dos custos de produção de suínos em um grupo de explorações localizadas em micro-regiões coloniais – RS, 1973**. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Faculdade de Ciências Econômicas, 1976. 70p. Tese Mestrado.
- GRAÇA, L.R. **Custo de produção de soja: análise comparativa entre os municípios de Palotina e Ponta Grossa, Estado do Paraná**. Piracicaba, ESALQ/USP, 1976. 171p. Tese Mestrado.
- GRAZIANO DA SILVA. José. **Progresso técnico e relações de trabalho na agricultura**. São Paulo, Hucitec, 1981. 210p.

MENDONÇA DE BARROS, J.R. Política e desenvolvimento agrícola no Brasil. In: SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Ensaio sobre política agrícola brasileira. São Paulo. 1979. p. 9/36.

VALLE, J.R. et alii. Estrutura de custos de produção de hortaliças selecionadas no Estado do Amazonas. Manaus, ACAR, 1973. (Série de Estudos de Economia Agrícola, Estado do Amazonas, 05).

ESTUDO ECONÔMICO DO EMPREGO DA IRRIGAÇÃO COM ENERGIA FÓSSIL VERSUS ENERGIA ELÉTRICA*

Nilda Tereza Cardoso de Mello¹
Arthur Antonio Ghilardi²
Silvia Toledo Arruda³
Waldemar Pires de Camargo Filho⁴
Daniel Ribeiro Junior⁵
Ikuyo Kiyuna⁶

RESUMO – Esta pesquisa, em andamento, objetiva verificar a economicidade do sistema de irrigação com energia elétrica comparativamente à irrigação com energia fóssil, no cultivo de cebola, tomate e batata no Estado de São Paulo. Resultados parciais com dados levantados diretamente junto aos produtores na safra 82/83, mostram que o uso de energia elétrica resultou em menores custos de produção e influiu positivamente na rentabilidade desses produtos.

Termos para indexação: custo de produção, custo de irrigação, energia para irrigação, energia elétrica, energia fóssil, rentabilidade.

* Resultados parciais de pesquisa em andamento do Instituto de Economia Agrícola (IEA) da Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, com auxílio financeiro da EMBRAPA.

¹ Econ. M.S, Chefe da Seção Análise das Explorações Agrícolas, IEA/SAA. Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

² Econ., Chefe da Seção da Análise da Empresa Agrícola, IEA/SAA. Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

³ Econ., IEA/SAA. Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

⁴ Eng^o Agr^o, M.A., Assessor de Diretoria, IEA/SAA. Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

⁵ Contador, IEA/SAA. Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

⁶ Eng^o Agr^o, IEA/SAA. Av. Miguel Stefano, 3.900 – CEP 04301 – São Paulo, SP.

ABSTRACT – This paper is in progress and aims to analyse economically the irrigation system by means of electrical power compared to fossil power in the onion, tomato and potato crops in the State of São Paulo. Based on data collected directly from the agricultural producers in the 1982/83 harvest, partial results show that the use of electric power is less costly, having had a good effect in the net revenue of those products.

Index terms: production cost, irrigation cost, electric power, fossil power, revenue.

INTRODUÇÃO E OBJETIVOS

A agricultura do Estado de São Paulo tem utilizado o sistema de irrigação em um pequeno número de culturas, porém, com grande abrangência em termos de área ocupada por cultura irrigada. Isto tem possibilitado o cultivo no período considerado de entressafra agrícola e influído positivamente na produção, produtividade e abastecimento de produtos, além de contribuir para diminuição dos riscos dos produtores decorrentes de condições climáticas desfavoráveis.

Com relação aos cultivos com irrigação no Estado, tem-se que as olerícolas respondem pela parcela mais significativa em termos de área irrigada, destacando-se ainda que, entre as olerícolas, tomate, cebola e batata são os produtos de maior expressão, tanto em termos de área ocupada como em valor bruto da produção (Prognóstico 1982).

O sistema de irrigação adotado no Estado pelos produtores dessas três culturas é o da aspersão, sendo que utilização de energia fóssil tem sido a dominante, em relação à energia elétrica.

Em razão dos aumentos contínuos nos preços dos derivados de petróleo, e dada a utilização intensiva de energia fóssil na irrigação, esta operação tem se constituído em mais um elemento de elevação nos custos dos produtos agrícolas.

Paralelamente a esse fato, considerando a grande disponibilidade de energia elétrica no Estado de São Paulo, e a necessidade de se poupar divisas com importações de derivados de petróleo, nos últimos anos vem-se verificando políticas governamentais objetivando expandir a rede de eletricidade rural. Isto tem permitido a ampliação de áreas irrigadas com energia elétrica e a substituição da fonte de energia em áreas já irrigadas, mas que utilizam derivados de petróleo.

Nesse contexto, estudos comparativos dos custos da operação de irrigação, utilizando energia elétrica e energia fóssil, constituem indicadores importantes tanto para diminuição dos custos a nível do produtor, como para adoção de tecnologias poupadoras de petróleo, e no fornecimento de subsídios aos agentes envolvidos em políticas direcionadas a incentivar o uso de energia elétrica na agricultura.

O objetivo do trabalho é verificar, a nível do Estado de São Paulo, a economicidade do sistema de irrigação com energia nas culturas de cebola de muda, tomate envarado e batata das águas, comparativamente a irrigação com energia fóssil.

São objetivos específicos quantificar, para essas culturas as variações no custo de produção e na rentabilidade na safra 1982/83 decorrentes da utilização alternativa de energias fóssil ou elétrica; comparar os custos de irrigação, para um produtor que necessita realizar todos os investimentos relativos ao sistema, nas condições vigentes em 1984 referentes a crédito, preços de eletricidade, de combus-

tíveis fósseis, do conjunto de irrigação e das instalações elétricas; e verificar a economia de derivados de petróleo no Estado, decorrente da substituição por energia elétrica dos equipamentos que utilizam energia fóssil nessas alturas.

MATERIAL E MÉTODO

Os dados básicos foram obtidos através da aplicação de questionários junto aos produtores de cebola de muda, tomate envarado e batata das águas, na Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Sorocaba, e referem-se aos cultivos efetuados no segundo semestre de 1982 (Safrá 82/83).

A seleção da região deveu-se ao fato de que a DIRA tem grande representatividade nessas culturas em termos de área e produção (Informações Econômicas 1982).

Para cada produto aplicou-se 20 questionários nos municípios de: Piedade para cebola; Piedade, Capão Bonito e Ibiúna para tomate; São Miguel Arcanjo, Itapetininga e Capão Bonito para batata.

Informações adicionais referentes à safra 82/83 foram levantadas junto aos fabricantes de equipamentos para irrigação, Cooperativas de Eletricidade e de Produtos, Centrais Elétricas de São Paulo (CESP) e agentes financeiros.

No momento encontra-se em fase final a obtenção de preços vigentes em 1984, referentes aos investimentos em equipamentos de irrigação e condições creditícias.

O método utilizado baseia-se na elaboração dos custos de produção e na renda auferida pelos produtores durante a safra 82/83, por unidade de área (Hoffmann 1976 & Matsunaga 1976). Ênfase é dada para a estrutura de custo (fixo e variável) da operação de irrigação, utilizando-se energias fóssil e elétrica.

Para se verificar a economia de derivados de petróleo no Estado, serão utilizados os dados físicos e monetários dispendidos na operação de irrigação, com energia fóssil e com energia elétrica.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Dos objetivos propostos, as etapas já cumpridas referem-se à quantificação dos custos de produção e rentabilidade dos produtos estudados, utilizando-se energia fóssil e elétrica na operação de irrigação, durante a safra 82/83.

Com relação aos resultados já obtidos, tem-se que os produtores de cebola da amostra cultivam em média 7,3 ha, dos quais 5,0 ha são destinados a esta olerícola. Esta área tem utilização intensiva com a cultura, pois durante o 1º semestre do ano é ocupada com cebola soqueira e no 2º semestre é utilizada para o cultivo da cebola de muda. Os demais 2,3 ha destinam-se à produção de hortaliças, principalmente cenoura e repolho.

Os produtores de tomate apresentam também diversificação de produção, pois de uma área média total cultivada de 7,0 ha, essa olerícola ocupa em média 2,1 ha e 4,9 ha destinam-se a hortaliças, principalmente couve-flor, repolho e cenoura. Nessas propriedades, em geral o tomate é plantado no início do 2º semestre e apenas uma vez durante o ano agrícola.

A área média das propriedades com batata é de 117,0 ha sendo que o cultivo desta olerícola absorve em média 26,0 ha. É significativo o número de propriedades que produzem o produto em duas safras, das águas e da seca. As culturas que ocupam maior parcela da área dessas propriedades são o milho e feijão, o qual também é produzido em duas safras agrícolas.

Embora seja bastante diversificada a utilização de área nas propriedades amostradas, tem-se em comum a significativa representatividade da cebola, tomate e batata na renda bruta das respectivas propriedades. Além disso, tem-se que para a cebola e tomate ocorre utilização intensiva de irrigação em termos de área total dessas propriedades, pois quase todos os demais produtos cultivados também são irrigados. Já nas propriedades de batata, embora os demais produtos cultivados não utilizem irrigação, tem-se que a área média irrigada dessa olerícola é consideravelmente maior que as áreas totais das propriedades de cebola e tomate.

Os dados de custos e renda da cebola, tomate e batata em 1982, com o uso de energia fóssil e elétrica na irrigação são apresentados no Quadro 1. As variações nos custos de cada cultura decorrem exclusivamente das diferenças nos custos da operação de irrigação.

No cultivo de 1 ha com cebola de muda, o custo total foi de Cr\$ 654.636,00 para os produtores que utilizaram moto-bomba elétrica e de Cr\$ 721.734,00 para os que usaram moto-bomba diesel. Este foi 10,3% superior ao custo dos que consumiram energia elétrica. Esse diferencial no custo propiciou aos produtores que utilizaram energia elétrica na irrigação um aumento significativo na rentabilidade (22%), pois enquanto com o uso de diesel a renda líquida alcançou Cr\$ 305.071,00, elevou-se para Cr\$ 372.169,00 quando o consumo foi de energia elétrica.

O custo total da operação de irrigação, Quadro 2, foi de Cr\$ 87.526,00 com eletricidade e de Cr\$ 148.406,00 com diesel, tendo-se que para os produtores de cebola que utilizaram energia fóssil o custo dessa operação foi 69,6% superior àqueles que utilizaram energia elétrica.

Os custos fixos de irrigação absorvem a maior parcela no custo total dessa operação (71,1% e 65,1%), sendo o item de maior peso a depreciação dos equipamentos, que foi de Cr\$ 43.004,00 para o equipamento elétrico e de Cr\$ 79.772,00 para o equipamento diesel. Essa diferença que perfaz 85,5% é devida principalmente a vida útil mais longa dos motores elétricos.

Dos custos variáveis (28,9% e 34,9% dos custos totais), o maior peso é o relativo ao consumo de energia, sendo de Cr\$ 12.314,00 os gastos com eletricidade, e Cr\$ 33.179,00 com diesel, que representou para esses produtores gastos adicionais da ordem de 169,4% nesse item de custo.

Conforme os quadros 1 e 2, tem-se que o custo total da operação de irrigação corresponde a 13,4% do custo total de produção da cebola, quando o combustível utilizado na irrigação é a energia elétrica, e a 20,6% quando o combustível é diesel.

No tomate o custo total de 1 ha (Quadro 1) foi de Cr\$ 4.332.787,00 quando o conjunto de irrigação usado na cultura foi movido à energia elétrica, e de Cr\$ 4.467.361,00 no caso em que o consumo nesta operação foi óleo diesel. Este diferencial de 3,1% permitiu um aumento na rentabilidade de 8,3% em favor dos produtores que usaram como força-motriz a eletricidade, pois a renda líquida nesse

QUADRO 1 – Custo Total e Renda das Culturas de Cebola de Muda (420sc de 45kg), Tomate Envarado (2.089cx de 27,5kg) e Batata das Águas (372sc de 60kg), 1 Hectare, com Irrigação Utilizando Energia Elétrica e Energia Fóssil, DIRA de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1982.

Item	CEBOLA DE MUDA				TOMATE ENVARADO				BATATA DAS ÁGUAS			
	Moto-bomba Elétrica		Moto-bomba Diesel		Moto-bomba Elétrica		Moto-bomba Diesel		Moto-bomba Elétrica		Moto-bomba Diesel	
	Cr\$	%	Cr\$	\$	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%
A – Renda Bruta	1.026.805	–	1.026.805	–	6.094.110	–	6.094.110	–	715.263	–	715.263	–
Custo fixo												
Remuneração do capital em:												
Terra	9.865	1,5	9.865	1,4	11.730	0,3	11.730	0,3	12.490	1,7	12.490	1,6
Benfeitorias e instalações	15.404	2,3	15.404	2,1	37.649	0,9	37.649	0,8	3.293	0,5	3.293	0,4
Máquinas e equipamentos	18.855	2,9	18.855	2,6	51.326 ⁽¹⁾	1,2	51.326 ⁽¹⁾	1,2	10.304	1,4	10.304	1,3
Equipamento de irrigação	16.799	2,6	16.881	2,4	29.468	0,7	31.216	0,7	5.400	0,7	4.768	0,6
Instalações elétricas	2.402	0,4	–	–	5.216	0,1	–	–	358	–	–	–
Depreciação de:												
Benfeitorias e instalações	11.993	1,8	11.993	1,7	35.178	0,8	35.178	0,8	10.715	1,5	10.715	1,3
Máquinas e equipamentos	45.846	7,0	45.846	6,4	121.261 ⁽¹⁾	2,8	121.261 ⁽¹⁾	2,7	59.920	8,2	59.920	7,6
Equipamento de irrigação	43.004	6,6	79.772	11,0	64.486	1,5	138.944	3,1	7.558	1,0	24.884	3,1
Impostos, taxas e desp. gerais	6.903	1,0	6.903	0,9	19.072	0,4	19.072	0,4	9.928	1,4	9.928	1,3
Total do custo fixo	171.071	26,1	205.519	28,5	375.386	8,7	446.376	10,0	119.966	16,4	136.302	17,2

(continuação)

Item	CEBOLA DE MUDA				TOMATE ENVARADO				BATATA DAS ÁGUAS			
	Moto-bomba Elétrica		Moto-bomba Diesel		Moto-bomba Elétrica		Moto-bomba Diesel		Moto-bomba Elétrica		Moto-bomba Diesel	
	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%
Custo variável												
Mão-de-obra:												
Comum	39.119	6,0	39.119	5,4	371.910	8,6	371.910	8,3	14.907	2,0	14.907	1,9
Tratorista	7.739	1,2	7.739	1,1	28.177	0,7	28.177	0,6	5.664	0,8	5.664	0,7
Na operação de irrigação	8.210	1,3	8.210	1,1	8.954	0,2	8.954	0,2	2.985	0,4	2.985	0,4
Empreita	28.634	4,4	28.634	4,0	—	—	—	—	12.283	1,7	12.283	1,5
Materiais	—	—	—	—	478.501 ⁽²⁾	11,0	478.501 ⁽²⁾	10,7	—	—	—	—
Adubo e corretivo	148.323	22,7	148.323	20,5	494.757	11,4	494.757	11,1	174.509	23,9	174.509	21,9
Defensivo e herbicida	44.692	6,8	44.692	6,2	528.423	12,2	528.423	11,8	55.900	7,7	55.900	7,0
Semente/muda	43.806	6,7	43.806	6,1	2.789	0,1	2.789	0,1	161.181	22,1	161.181	20,3
Reparos de máquinas e benfeitorias	18.562	2,8	18.562	2,6	81.831 ⁽²⁾	1,9	81.831 ⁽²⁾	1,8	34.071	4,7	34.071	4,3
Reparos do equipamento de irrig.	4.797	0,7	10.364	1,4	13.987	0,3	15.834	0,4	—	—	—	—
Combustível e lubrificante (exceto operação irrigação)	24.991	3,8	24.991	3,5	96.110	2,2	96.110	2,2	30.920	4,2	30.920	3,9
Energia p/irrigação: elétrica/diesel	12.314	1,9	33.179	4,6	19.989	0,5	68.566	1,5	6.558	0,9	47.108	5,9
Juros de custeio	74.605	11,4	80.823	11,2	602.651	13,9	615.811	13,8	89.447	12,3	96.707	12,2
Proagro	2.103	0,3	2.103	0,3	10.500	0,2	10.500	0,2	3.649	0,5	3.649	0,5
Funrural	25.670	3,9	25.670	3,5	152.352	3,5	152.352	3,4	17.882	2,4	17.882	2,3
Taxa de contribuição de venda	—	—	—	—	1.066.470	24,6	1.066.470	23,9	—	—	—	—
Total do custo variável	483.565	73,9	516.215	71,5	3.957.401	91,3	4.020.985	90,0	609.956	83,6	657.766	82,8
B – Custo Total	654.636	100,0	721.734	100,0	4.332.787	100,0	4.467.361	100,0	729.922	100,0	794.068	100,0
(A+B) Renda Líquida	372.169	—	305.071	—	1.761.323	—	1.626.749	—	-14.659	—	-78.805	—

Fonte dos Dados Básicos: Pesquisa do Instituto de Economia Agrícola.

(1) Inclui capital investido em animal e equipamento à tração animal.

(2) Caixas, copinhos, estacas, mourões, barbante e arame.

QUADRO 2 – Custo Total da Operação de Irrigação Utilizando Energia Elétrica e Energia Fóssil, para as Culturas da Cebola de Muda (420sc de 45kg), Tomate Envarado (2.089cx de 27,5kg) e Batata das Águas (372sc de 60kg), 1 Hectare, Dira de Sorocaba, Estado de São Paulo, 1982.

ITEM	CEBOLA DE MUDA				TOMATE ENVARADO				BATATA DAS ÁGUAS			
	Moto-bomba elétrica		Moto-bomba diesel		Moto-bomba elétrica		Moto-bomba diesel		Moto-bomba elétrica		Moto-bomba diesel	
	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%	Cr\$	%
A – Custo Fixo												
Remuneração do capital em:												
Instalações elétricas	2.402	2,8	–	–	5.216	3,7	–	–	358	1,6	–	–
Equipamento de irrigação	16.799	19,2	16.881	11,4	29.468	20,7	31.216	11,8	5.400	23,6	4.768	6,0
Depreciação de:												
Equipamento de irrigação	43.004	49,1	79.772	53,7	64.486	45,4	138.944	52,8	7.558	33,1	24.884	31,2
Total do custo fixo	62.205	71,1	96.653	65,1	99.170	69,8	170.160	64,6	13.316	58,3	29.652	37,2
B – Custo variável:												
Energia: elétrica/diesel	12.314	14,0	33.179	22,4	19.989	14,1	68.566	26,0	6.558	28,7	47.108	59,1
Mão-de-obra	8.210	9,4	8.210	5,5	8.954	6,3	8.954	3,4	2.985	13,0	2.985	3,7
Reparos do equipamento de irrig.	4.797	5,5	10.364	7,0	13.987	9,8	15.834	6,0	–	–	–	–
Total do custo variável	25.321	28,9	51.753	34,9	42.930	30,2	93.354	35,4	9.543	41,7	50.093	62,8
(A+B) – Custo total	87.526	100,0	148.406	100,0	142.100	100,0	263.514	100,0	22.859	100,0	79.745	100,0

Fonte dos Dados Básicos: Pesquisa do Instituto de Economia Agrícola.

caso foi de Cr\$ 1.761.323,00 e para os produtores que utilizaram diesel foi de Cr\$ 1.626.749,00.

Conforme o Quadro 2, o custo total da operação de irrigação foi de Cr\$ 142.100,00 à eletricidade e de Cr\$ 263.514,00 à diesel verificando-se, portanto, uma variação de 85,4% favorável aos produtores com equipamentos elétricos.

Verifica-se também nessa cultura, a maior participação dos custos fixos no custo total da operação de irrigação (69,8% e 64,6%) onde os itens de custo referentes à depreciação dos equipamentos são os de maior relevância. Para o equipamento com motor elétrico o valor é de Cr\$ 64.486,00 e com o motor diesel é de Cr\$ 138.944,00 o que representa um aumento de custo de 115,5% quando se utiliza equipamentos com motores à óleo diesel.

Nos custos variáveis (30,2% e 35,4% dos custos totais) o item mais importante refere-se ao consumo de energia, que foi de Cr\$ 19.989,00 com eletricidade e de Cr\$ 68.566, com diesel, o qual é 243% superior aos gastos com eletricidade.

Os custos totais da operação de irrigação, de acordo com os valores apresentados nos quadros 1 e 2, correspondem a 3,3% do custo total de produção do tomate quando a operação é realizada com energia elétrica e a 5,9% quando com energia fóssil.

Com relação a batata, o cultivo de 1 ha com irrigação diesel apresentou um custo total (Cr\$ 794.068,00) superior em 8,8% ao cultivo com energia elétrica (Cr\$ 729.922,00), conforme quadro 1.

Em ambos os sistemas de irrigação a renda líquida dos produtores amostrados foi negativa, sendo - Cr\$ 14.659,00 na irrigação elétrica e - Cr\$ 78.805,00 na diesel. Esses resultados refletem os baixos preços recebidos pelos produtores nas vendas efetuadas no início da colheita, os quais todavia tiveram recuperação no transcorrer da safra. O importante a ressaltar é que o prejuízo dos produtores que utilizaram energia elétrica foi apenas 18,6% dos que utilizaram energia fóssil.

Os custos totais da operação com irrigação elétrica e diesel foram respectivamente Cr\$ 22.859,00 e Cr\$ 79.745,00 (Quadro 2), tendo-se assim que esses custos dos produtores com irrigação diesel foi superior em 248,9% aos com irrigação elétrica.

A participação dos custos fixos nos custos totais da operação de irrigação é maior com a utilização do motor elétrico (58,3) do que com o diesel (37,2). A depreciação é também nessa cultura o item de custo fixo de maior peso em ambos os sistemas de irrigação, sendo Cr\$ 7.558,00 para o elétrico e Cr\$ 24.884,00 para o diesel. Salienta-se que a grande variação entre os dois sistemas (229,2%) deve-se, em parte, à limitação dos dados relativos ao conjunto de irrigação, que não permitiram verificar a vida útil de forma desagregada, sendo necessário depreciar todo o conjunto pela vida útil do motor. Uma vez que o motor elétrico alcança o dobro da vida útil do diesel tem-se uma superestimação na variação desse item de custo. tem-se uma superestimação na variação desse item de custo.

Dos custos variáveis, que representam 41,7% na irrigação com eletricidade e 62,8% na irrigação com diesel, os maiores gastos referem-se a energia (Cr\$ 6.558,00 com eletricidade e Cr\$ 47.108,00 com diesel). Essa grande variação (618,3%) deve-se ao fato que os motores diesel utilizados nessa cultura apresentaram o dobro da potência dos motores elétricos.

De acordo com os quadros 1 e 2 tem-se que o custo da operação de irrigação representa 3,1% quando o motor é elétrico e 10,0% quando o motor é diesel, ressaltando que para esse produto os dados levantados foram insuficientes para se quantificar os gastos com reparos do conjunto de irrigação.

Nas culturas estudadas, cebola, tomate e batata, os resultados parciais obtidos, frente aos objetivos do trabalho, mostram que na safra 82/83 os produtores que utilizaram energia elétrica na operação de irrigação obtiveram menores custos de produção, o que influiu positivamente na rentabilidade desses produtos.

Na etapa em andamento, a estrutura dessas propriedades é a base para se comparar os custos da operação de irrigação em 1984, considerando-se um produtor que necessita realizar todos os investimentos relativos ao sistema, nas condições de crédito, preços de eletricidade, derivados de petróleo, do conjunto de irrigação e das instalações elétricas.

Esses dados permitirão verificar, para essas culturas, a economia de derivados de petróleo no Estado decorrente da substituição dos equipamentos de irrigação que utilizam energia fóssil, por equipamentos com energia elétrica.

IMPLICAÇÕES DO ESTUDO

Os resultados finais da pesquisa constituirão indicadores para os produtores agrícolas, no que se refere à adoção de técnicas de produção e alocação de recursos.

A nível dos órgãos governamentais, servirão como subsídio para avaliação de políticas dirigidas ao incremento de energia elétrica na agricultura e para eventuais redirecionamentos.

REFERÊNCIAS

- HOFFMANN, R. et alii. **Administração da empresa agrícola**. São Paulo, Pioneira, 1976. 323p. (Biblioteca Pioneira de Ciências Agrícolas – Série Estudos Agrícolas).
- MATSUNAGA, M et alii. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IEA. **Agricultura em São Paulo, SP**, 23(1): 123-139, 1976.
- PROGNÓSTICO 82/83. São Paulo, Secretaria de Agricultura e Abastecimento, IEA, 1982. V. 11.
- SÃO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. IEA/CATI. Previsões e estimativas de safras agrícolas do Estado de São Paulo, levantamento final do ano agrícola 1980/81. **Informações Econômicas**, São Paulo, 12(2):79-81, fev. 1982.



EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

DEP – Departamento de Estudos e Pesquisas

DDT – Departamento de Difusão de Tecnologia