

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE CIÊNCIAS ECONÔMICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL**

**COMPATIBILIDADE ENTRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA
ECONÔMICA NUMA EMPRESA RURAL**

Luís Palma

Orientador: Reinaldo Ignácio Adams

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Rural como requisito parcial de obtenção do grau de mestre em Economia Rural.

Porto Alegre, 2001.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os que, de uma forma ou de outra, contribuíram para a realização deste trabalho.

Aos professores e funcionários do IEPE, aos colegas, ao meu orientador acadêmico Reinaldo Ignácio Adams, ao professor Ribeiro, ao Joaquim, dono da propriedade, à Marli e à Hilde, aos meus pais, o meu muito obrigado.

Luís Palma

RESUMO

A tecnologia de produção agrícola convencional está baseada no alto consumo de energia fóssil – o petróleo –, devido, principalmente, ao uso intensivo de fertilizantes químicos, agrotóxicos, maquinaria pesada e combustíveis. Este modelo agrícola não é viável no longo prazo por dois motivos: além de ser de **baixa eficiência energética**, os aumentos crescentes do preço da energia, devido à perspectiva de escassez (recurso finito), afetam cada vez mais os custos de produção agrícola, tornando os preços dos produtos agrícolas proibitivos para a maioria das populações. Em segundo lugar, este modelo tem contribuído para a depauperização do solo (capital básico), através do desequilíbrio biológico e desestruturação física, além da contaminação ambiental e dos produtos produzidos.

Dentro deste contexto, este trabalho procura mostrar a importância da análise da **eficiência energética** na empresa rural, ao lado da análise econômica. Através da programação linear, analisa a máxima eficiência energética e máxima eficiência econômica na empresa e respectivas estruturas de produção e consumo de recursos, considerando as variações no preço da energia.

As principais conclusões foram: com a tecnologia hora em uso na agricultura, à uma eficiência econômica máxima da empresa rural, está associada uma eficiência energética mínima; a eficiência energética varia em sentido inverso à eficiência econômica; a medida que o preço da energia aumenta, a eficiência energética aumenta, a eficiência econômica cai, os recursos produtivos mais intensivos energeticamente (principalmente fertilizantes químicos), tornam-se menos competitivos, cedendo lugar aos menos intensivos energeticamente, como os adubos orgânicos.

Por fim, relaciona-se algumas sugestões para futuros trabalhos, enfocando principalmente o uso de tecnologias alternativas de produção, como: adubos orgânicos, tração animal, rotação e diversificação de culturas, adubação verde, energias alternativas, etc, com o intuito de: aumentar a eficiência energética, buscando a independência energética da empresa; melhorar o equilíbrio biodinâmico

do solo, para garantir a produtividade no longo prazo; evitar a contaminação ambiental e do próprio homem, procurando produzir produtos biologicamente saudáveis, livres de resíduos tóxicos e, assim, garantir uma agricultura verdadeiramente auto-sustentável.

ABSTRACT

The conventional agriculture production technology is based on the high utilization of fossil energy – the petrol – due to mainly the intensive utilization of chemical fertilizers, agrottoxics as well as combustibles. This agriculture model it is nor a good deal on a long deadline because of two reasons: besides having a low energetic efficiency, the increasing prices in the energy due to perspective of being scarced affects more and more the costs of the agriculture production. And because of this the prices of the agriculture products get forbidden to most of population. In a second place this model has been contributing to spoil the soil (basic capital) through the biological unbalance besides the ambiental contamination.

In this context this work shows the energetic efficiency analysis importance in the rural company with the economic analysis. Through the programmatic linear this analysis the maximum energetic efficiency and the maximum efficiency economical in the company as well as respective structures of production and utilization of the resources considering the variation in the energy price.

The mainly conclusions were: with the technology that is being used today in the agriculture area, a maximal economic efficiency in a rural company is associated to a minimal energetic efficiency. The energetic efficiency varies in a inverse way to the economic efficiency. Once the price of the energy gets high the energetic efficiency gets high, too. The economic efficiency gets low and the productive resources more intensive energetically (mainly chemical fertilizers) become less competitive giving place to the less energetically intensive like organic soil food.

Finally this work ranks some suggestions to future ones focusing mainly the utilization of new alternative technologies of production like: organical food, rotation and diversification of cultures, green soil searching the energetic independence of the company, the improvement the soil balance in order to assure the production on a long deadline and in this way avoid the ambiental contamination

and the human being. And above all this, the aim to have healthy products, free from toxic residuals and in this way assure a real self-sustainable agriculture.

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	1
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. O problema	2
1.2. Objetivos	9
1.2.1. Objetivo Geral	9
1.2.2. Objetivos Específicos	9
CAPÍTULO II	11
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. Eficiência Econômica.....	11
2.2. Eficiência Energética	15
2.3. Métodos de Programação de Empresas Agrícolas.....	27
CAPÍTULO III	31
METODOLOGIA.....	31
3.1. Modelo Conceitual	31
3.2. Modelo Analítico	39
3.2.1. Introdução	39
3.2.2 . A situação atual -operacionalização das variáveis	40
3.2.2.1. Medidas de Eficiência Econômica	40
3.2.2.2. Medidas de Eficiência Energética.....	42
3.2.3. A Programação	43
3.2.3.1. Função Objetivo.....	43
3.2.3.2. Atividades	44
3.2.3.3. Restrições	47
3.3. Modelo Matemático	50
3.3.1. Função Objetivo	50
3.3.2. Restrições	52
3.3.2.1. Terra.....	52
3.3.2.2. Mão-de-obra	53
3.3.2.3. Força Animal.....	53
3.3.2.4. Trator.....	53
3.3.2.5. Balanço Energético (válido para a primeira função objetivo)	53
3.3.2.6. Receita Líquida (válido para a segunda função objetivo).....	53
CAPÍTULO IV	54
ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	54
4.1. Estudo da Situação Atual	55
4.1.1. Medidas de eficiência econômica	58
4.1.2. Alocação dos fatores de produção.....	60
4.1.3. Medidas de Eficiência Energética	63
4.1.4. Conclusões sobre a situação atual	65
4.2. A Programação.....	67
4.2.1 -Máximas Eficiências Econômica e Energética	67
4.2.1.1. Consumo de Recursos	70
4.2.2. Impacto do preço da energia nas eficiências econômica e energética da empresa	78
4.2.2.1. Estrutura de produção	79
4.2.2.2. Alocação dos recursos.....	83
4.2.3. Parametrização da Receita Líquida	84
4.2.3.1. Comportamento da eficiência energética	84
4.2.3.2. Impacto sobre as atividades de produção	85
4.2.3.3 -Impacto sobre a demanda de recursos	89
4.2.4. Eficiências Energéticas das Atividades Programadas.....	91
4.2.5. Análise da Estrutura Produtiva Sem Restrição de Terra	93
4.2.6. Conclusões sobre a programação e comparações com a situação atual da empresa.	95
CAPÍTULO V	102
CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES	102
5.1. Conclusões	102

5.2. Limitações.....	105
5.3. Sugestões.....	106
ANEXO A 110	
INVENTÁRIO DA PROPRIEDADE OBJETO DE ESTUDO E CARACTERÍSTICAS DO SOLO. SANTA CATARINA, JULHO DE 1981.	110
ANEXO B 115	
ANÁLISE ECONÔMICA DA EMPRESA NO ÚLTIMO ANO AGRÍCOLA (JUL/1980-81)	115
ANEXO C 124	
DADOS REFERENTES A PROGRAMAÇÃO DA EMPRESA	124
ANEXO D 132	
DADOS REFERENTES AO RESULTADO DA PROGRAMAÇÃO DA EMPRESA	132
ANEXO E 140	
MATRIZ DOS COEFICIENTES UTILIZADOS NA PROGRAMAÇÃO DA EMPRESA E RELAÇÃO DAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO PROGRAMADAS	140
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	144

CAPÍTULO I

1. INTRODUÇÃO

O problema energético brasileiro afetou a produção agrícola sob duas formas: em primeiro lugar, alterou os custos diretos e o custo de oportunidade do sistema convencional de produção agrícola mecanizada, com uso intensivo de fertilizantes químicos e agrotóxicos e, em segundo lugar, com a produção biomassa para energia, possibilitou a substituição de culturas alimentares por culturas para fins energéticos.

A medida que a expectativa de escassez de energia aumentar e as jazidas de petróleo se esgotarem, o preço da energia tenderá a subir. Isso favorece a demanda para implantação de tecnologias alternativas, com menor uso de externa, tornando a empresa agrícola não só auto-suficiente em energia, mas permitindo que se produza energia para a venda. Essas tecnologias, todavia, devem levar em consideração: os aspectos ecológicos da produção agrícola, o equilíbrio produção de alimentos-produção de energia, a economicidade do empreendimento e a eficiência energética dos processos de produção. Deste modo, não somente a análise econômica, mas também a energética deve ser considerada pelo empresário de hoje na tomada de decisões na empresa agrícola. Ambas as análises devem se acoplar uma à outra, ampliando o leque de opções para a escolha, principalmente com relação àquelas atividades energeticamente mais intensivas em energia fóssil.

A simulação da adoção e análise comparativa econômico-energética de algumas dessas atividades e tecnologias na empresa rural é o escopo desta pesquisa.

1.1. O problema

O sistema convencional de produção agrícola está baseado no uso intensivo de fertilizantes químicos, agrotóxicos e mecanização. Todos demandam grande consumo energético pois, além da energia diretamente consumida com o seu uso e aplicação, estes fatores usam mais energia na sua fabricação (energia indireta).

Não obstante esta energia ser de fontes não renováveis o Brasil importa cerca de 80% do petróleo consumido, 70% dos fertilizantes químicos empregados na agricultura mais de 50% dos agrotóxicos (ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, 1980).

Conforme o Sindicato da Indústria de Adubos e Corretivos do estado de São Paulo, o consumo de fertilizantes no Brasil evoluiu extraordinariamente na última década, passando de 29 kg/há de nutrientes em 1970, para 49 kg/ha em 1975 e cerca de 80 kg/ha em 1980. Em São Paulo, entretanto, o consumo médio no ano de 1979 foi de 170 kg/ha (Retrospectiva Agropecuária 1979).

Em números globais, considerando todas as formas de adubos químicos importados, a situação brasileira de 1974 a 1979 era a seguinte.

Tabela 1 – Importação brasileira de fertilizantes químicos em toneladas e o custo em dólares – 1974 a 1979.

ANO	QUANTIDADE EM (t)	VALOR (US\$ 1.000 C.I.F.)
1974	3.200.527	479.421
1975	2.588.267	352.801
1976	3.062.050	251.259
1977	4.037.461	363.800
1978	3.818.817	373.471
1979	4.232.876	526.766

Fonte: Anuário estatístico do Brasil, 1980.

No que tange a defensivos agrícolas, o Brasil situa-se hoje como o terceiro maior consumidor superado apenas pelos EUA e França. O mesmo

apresentou um crescimento no consumo a uma taxa média de 9% ao ano na última década. Em 1979, o seu comércio no país totalizou 18 bilhões de cruzeiros, conforme o Anuário Estatístico de 1980.

A situação brasileira de consumo e importação de agrotóxicos era a seguinte na última década, conforme as categorias de uso na agricultura.

Tabela 2 – Consumo aparente de defensivos agrícolas no Brasil e porcentagem importada, 1970; 1972; 1974; 1976; 1979; 1980.

DEFENSIVO (1.000 t)	1970	1972	1974	1976	1979	1980
Inseticida	28,3	33,8	45,2	28,5	43,5	32,2
% importada	53%	59%	68%	73%	56%	60%
Fungicida	7,7	24,7	40,5	16,6	23,2	36,5
% importada	79%	83%	81%	44%	32%	24%
Herbicida	3,4	4,9	14,9	24,3	19,5	28,3
% importada	100%	100%	95%	94%	54%	45%
TOTAL	39,4	63,4	100,6	69,4	86,2	97,0
% importada	62%	71%	77%	73%	49%	42%

Fonte: RETROSPECTIVA DA AGROPECUÁRIA, 1979, 1980, Rio de Janeiro, FGV, 1980; 1981.

Esse uso intensivo e às vezes indiscriminado de fertilizantes químicos e agrotóxicos na nossa agricultura juntamente com a intensiva e crescente utilização de grandes máquinas é preocupante devido a grande dependência por energia não renovável importada e pelos efeitos ecológicos adversos que causa.

Os problemas já se fazem sentir e tendem a se agravar com a perspectiva de escassez de petróleo, principalmente, os quais tem favorecido o aumento de preços com graves conseqüências sobre a balança de pagamentos (mais de 50% do valor das exportações brasileiras é gasto com a importação de petróleo, fertilizantes químicos e agrotóxicos), e sobre os custos de produção agrícola, tendendo ao encarecimento do preço final do alimento.

Conforme Retrospectiva Agropecuária 1980, os preços pagos pelos principais fertilizantes aumentaram, no ano de 1980. Em relação ao ano anterior, de mais de 100%, até cerca de 200%. Enquanto isso, os preços dos

produtos agrícolas. muitas vezes não têm acompanhado esses custos. No período de 1973 a 1981, o preço real do saco de trigo teve uma evolução em torno de 40%. Do lado dos insumos, o combustível (diesel) teve o seu preço aumentado em cerca de 4.862%, também neste mesmo período. Com relação à ecologia, os problemas têm aumentado cada vez mais. Essas tecnologias chamadas modernas não tem conduzido a um aumento de produtividade satisfatório, pois o aumento conseguido não tem compensado os estragos que essa agricultura tem provocado a nível social. Dentre os problemas mais graves podemos citar: o aumento da erosão e depauperização dos solos, contaminação das águas e dos alimentos, diminuição da qualidade biológica dos alimentos, redução do controle natural das pragas e doenças (que por sua vez induz a .aumentos cada vez maiores das quantidades aplicadas de agrotóxicos) além do problema, que no Brasil já é alarmante, da liberação de mão-de-obra rural, substituída pelos maquinários, e que acentua o problema social urbano.

Segundo uma pesquisa feita na E.S.A.L.Q. sobre pragas "até 1958, existiam 193 pragas conhecidas no país. De 1958 a 1963 este número aumentou para 243, e em 1976 o levantamento apontava a existência de 593 espécies daninhas nas lavouras... Ao invés de controlar as pragas o emprego de agrotóxicos parece contribuir para elevá-las" (RETROSPECTIVA AGROPECUÁRIA 1979, p. 28) Os modernos métodos de produção, baseados grande agricultura empresarial, são oriundos principalmente dos EUA e Europa, onde se deu a grande revolução agrícola pós-segunda guerra mundial, cuja evolução tecnológica foi toda movida pelo alto consumo de petróleo a preços baixíssimos de então.

Esse tipo de agricultura tem gerado muitos problemas nos próprio países de origem e hoje os próprios promotores desse sistema discutem a real eficiênciada empresa agrícola frente à antiga agricultura feita pela propriedade familiar. O que antes era considerado eficiência (como por exemplo, o fato de que hoje cada produtor agrícola norte-americano gere alimentos para mais 48 pessoas da cidade), hoje não pode mais ser considerado, em primeiro lugar, porque grande parte do contingente de mão de obra que deixa o campo vai trabalhar em empresas ligadas direta ou indiretamente à produção agrícola, seja fábricas de equipamentos,

insumos modernos, transporte, processamento, vendas, armazenagem, promoção, pesquisa, etc. e em segundo lugar porque, com o aumento crescente dos preços do petróleo, tal sistema se tornará insustentável a médio e longo prazos. A produtividade máxima de muitas espécies praticamente foi atingida. Mantê-la nesse nível já é difícil, a permanecer a tecnologia atual, e aumentá-la será utopia, pois envolveria quantidades crescentes de energia, encarecendo mais a produção.

Com a transferência direta desses modernos métodos de produção para o Brasil, os problemas constatados lá, multiplicaram-se aqui pois as nossas condições são bastante diferentes, principalmente com relação ao clima e solo.

Além do mais a estrutura dos fatores de produção aqui não são similares, o capital é um fator escasso, enquanto que a mão-de-obra e a terra são abundantes.

A partir da implantação dessa tecnologia, a atividade agrícola no nosso país tem sido feita generalizando-se tal sistema por todas as regiões do país, sem levar em conta as diferenças importantes entre cada região. Desconsidera-se a vocação agrícola das diversas regiões e se promove uma agricultura anti-ecológica, onde o que mais interessa é o lucro, e este e cada vez mais concentrado nas mãos de poucos. Essa é uma agricultura das diversas regiões agricultura de promoção e reprodução do grande capital, de expansão das grandes indústrias de fertilizantes, agrotóxicos, e grandes equipamentos, não uma agricultura voltada para a produção, tanto qualitativa quanto quantitativamente, objeto mais nobre da mesma.

É um sistema de baixa eficiência energética, pois gasta cada vez mais energia para produzir sempre a mesma energia contida nos alimentos. Enquanto poucos lucram com este sistema de agricultura (grandes empresas), a maioria perde, pois os prejuízos são socializados (baixa eficiência energética, danos ecológicos, esgotamento das fontes de petróleo).

Até há alguns anos atrás (1973), não se pensava em eficiência

energética devido aos baixos preços do petróleo. O aumento da produtividade das culturas nos países desenvolvidos, deveu-se ao largo consumo de petróleo barato, o que hoje se torna inviável. A medida em que o preço do petróleo aumenta, torna-se cada vez mais difícil manter este sistema convencional de produção, com uso intensivo de fertilizantes químicos, agrotóxicos e grandes maquinários.

É um problema que, além do seu grande peso social, deve afetar, e cada vez mais, a própria empresa agrícola, na medida das tomadas de decisão pelo empresário para futuros investimentos.

Com uma visão mais ampla do problema, o qual se agrava dia a dia, já é imperativo a busca de formas alternativas de produção agrícola que tornem os processos mais equilibrados energeticamente. Não basta economizar energia mas torna-se necessário uma promoção de fontes alternativas de energia. A realidade dos sistemas agrícolas convencionais tem demonstrado que a eficiência energética na produção agrícola está intimamente ligada ao problema ecológico. Melhorando a eficiência energética estamos contribuindo para uma maior estabilidade do ecossistema produtivo, fator imprescindível para a continuidade do processo produtivo ao longo do tempo.

Por isso, ao invés das grandes monoculturas propostas pela agricultura moderna, coloca-se uma agricultura agroecológica onde se dá oportunidade à tração animal, trabalho humano adubos orgânicos e métodos alternativos de obtenção de energia para o meio rural. Essas tecnologias alternativas, em substituição à tecnologia moderna, deverão contribuir para um aumento considerável na eficiente energética.

RUSCHI (1978), acha que é preciso buscar uma agricultura mais ecológica. Diz ele que é objetivo da agroecologia assegurar a preservação do meio ambiente, de qualidade que atinja tanto às necessidades de "assegurar o rendimento contínuo das plantas agrícolas, dos animais e materiais úteis, como a estética e as áreas de lazer, estabelecendo um ciclo equilibrado de colheita e renovação permanente".

Os métodos chamados modernos de produção agrícola, tendo em vista os seus efeitos negativos paralelos, tornam-se inviáveis a longo prazo. Urge, portanto, estudos mais completos dos processos de produção que envolvam não somente a questão econômica, isto é, o lucro, mas que abranjam também a questão energética, seja na produção de alimentos, fibras, combustíveis ou outros fins.

O Brasil, devido a condições próprias, tanto com relação à área agricultável, como variedades de climas, quantidades de mão-de-obra, e o tamanho do rebanho de diversas espécies, apresenta um potencial incrível de realização de processos alternativos de produção agrícola. Nas milhares de pequenas propriedades, por exemplo, se fosse adotada a tração animal e adubação orgânica, complementada em parte por alguns fertilizantes minerais, uma quantidade enorme de energia e de divisas para o país estaria sendo economizada. Ao mesmo tempo, a produtividade aumentaria a médio e longo prazos, devido ao melhoramento da fertilidade natural do solo com o uso dos adubos orgânicos.

O problema é que o valor dos adubos orgânicos tem sido avaliados considerando-se apenas os seus teores minerais de macronutrientes, nitrogênio, fósforo e potássio, sem se valorizar a matéria orgânica, com seus micronutrientes, o seu poder quelatante, a sua C.T.C. (capacidade de troca de cátions, o seu poder de tamponamento, enfim, todos os seus feitos nas propriedades físicas, químicas e na micro-vida do solo.

Segundo AEASP - SP (1979), a utilização da tração animal como fonte energética não deve ser vista unilateralmente e sim deve servir de uma complementação ou uma associação à tração mecânica, pois, no nosso país, constatada esta variedade de situações, tanto é importante o pequeno agricultor, como as grandes empresas rurais, cada qual dentro da sua vocação e seu potencial.

O agricultor em geral (com exceção do mini-produtor que produz mais para a sua subsistência do que para o mercado), produz pensando no lucro. Ele planeja e realiza o seu negócio agrícola em função de sua eficiência econômica,

quase sempre no curto ou médio prazos. De um modo geral, o agricultor procura produzir o máximo com o menor custo possível para, além de suprir as suas próprias necessidades, vender os excedentes com bons lucros e comprar os bens necessários produzidos fora da propriedade. Os problemas e implicações relativos à eficiência energética dos processos de produção, talvez por ser um assunto ainda recente, não chegam a preocupá-lo. Para a sociedade, entretanto, além da produção em si, o que a afeta são os custos sociais dessa produção, neste caso a eficiência energética dos processos de produção. Um problema que considerando apenas a empresa rural, pode parecer insignificante, porém quando tratado no agregado, ou seja, no âmbito social, o mesmo pode assumir proporções alarmantes, principalmente se considerado no longo prazo.

Por isso, e tendo em vista os poucos estudos a respeito, parece ser de bom alvitre a condução de pesquisas que venham aumentar e melhorar tais conhecimentos.

É uma nova faceta que se propõe incluir nos estudos dos da empresa rural, ao lado da abordagem puramente econômica, a análise da eficiência energética, considerando-se que a energia ora em uso na agricultura, na sua maior parte tende a ser um fator cada vez mais escasso.

É a empresa rural vista de outra perspectiva, onde as análises econômicas e eficiência energética se complementam.

Haverá alguma relação entre eficiência econômica e eficiência energética na produção agrícola? Haverá compatibilidade entre elas?

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo Geral

Este estudo tem por objetivo geral verificar as relações entre eficiência energética e eficiência econômica em uma empresa agrícola. Procurara analisar as tecnologias convencionais, de uso corrente na propriedade, comparando-as às tecnologias alternativas, possíveis de utilização na propriedade, enfocando sempre os aspectos econômico e energético.

A empresa será analisada como um sistema em que as atividades mantêm relações importantes entre si, cada uma das quais influenciando nas demais.

1.2.2. Objetivos Específicos

Para a consecução do objetivo maior proposto, este trabalho propõe a realização dos seguintes objetivos específicos:

a) Determinar a eficiência econômica e energética da propriedade na situação atual (último ano agrícola , julho/80 a julho/81).

b) Determinar a eficiência econômica energética máxima para a empresa agrícola após a programação de várias atividades e com diferentes processos de produção, incluindo-se processos alternativos.

c) Analisar comparativamente a estrutura de produção e de demanda de recursos para se atingir a máxima eficiência econômica e máxima eficiência energética da empresa.

d) Verificar a influência dos aumentos do preço da energia sobre as eficiências energética e econômica da empresa, estrutura de produção e demanda de recursos.

e) Análise comparativa da eficiência energética das atividades programadas.

CAPÍTULO II

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Este capítulo aborda alguns aspectos sobre eficiência econômica, eficiência energética e métodos de programação de empresas, revisando alguns conceitos e colocando o pensamento de alguns autores.

2.1. Eficiência Econômica

Uma empresa para ser viável deve ser, em primeiro lugar, eficiente economicamente. Um empreendimento rural, como qualquer outro, se não for lucrativo deixa de ser viável como empresa e o seu proprietário ou mudará de negócio ou fará correções para torná-la eficiente.

BARROS (1968), ao defender a administração rural como ciência encarregada do planejamento da empresa agrícola, cita como os seus objetivos principais o de estudar os problemas relacionados com a forma econômica mais eficiente de estruturá-la, dirigi-la e administrá-la. Entretanto, o objetivo puramente econômico da maximização do lucro, pode muitas vezes conflitar com as aspirações mais nobres do agricultor e sua família, quais sejam: aspirações sociais, culturais ou humanas.

Com relação a este aspecto, BUBLLOT (1965), citado por BARROS (1968) acha que o objetivo supremo da administração rural é o bem-estar do produtor e sua família, ao invés da simples maximização do lucro. Mesmo assim, a empresa agrícola precisa ser lucrativa, pois quanto maior é o seu lucro, maior será a possibilidade de o produtor realizar o seu bem-estar e o de sua família.

Dentre as várias maneiras de medir essa lucratividade ou eficiência é o mesmo BARROS (1968) que, entre outros índices, apresenta o coeficiente $\frac{RB}{CP}$, cujo numerador representa a renda bruta e o denominador os custos da produção. Quanto maior for este índice, maior será a eficiência econômica da empresa, sendo que a mesma será ineficiente se o índice que for menor do que 1.

A análise da renda ou dos índices de resultado econômico pode ser feita tanto considerando apenas a empresa como um todo ou considerando as atividades individuais da empresa rural. Todavia, conforme mostram HOFFMANN et alii (1942), para melhor se conhecer a estrutura produtiva da empresa e melhorar a sua eficiência, torna-se necessário também uma análise por atividade, tanto financeira como a eficiência do uso de recursos.

Duas medidas de eficiência econômica, considerando a empresa como um todo, conforme esses autores, são apresentadas: a renda bruta e a renda líquida.

Renda Bruta (RB) - é o valor de todos os produtos obtidos como resultado dos processos de produção realizados na empresa durante um ano agrícola.

Renda Líquida (RL) - é definida como sendo a renda bruta menos as despesas, a qual se destina à remuneração do empresário e do capital neste caso compreendendo-se, também, como sendo o proprietário e a sua família (remuneração da mão-de-obra familiar).

Ainda, segundo os conceitos de HOFFMANN et alii (1978) o lucro do produtor é dado por **RB - CT**, isto é, renda bruta menos os custos totais, sendo este último expresso pelas despesas totais mais ou juros sobre o capital.

Sob a ótica da eficiência, ainda devem ser considerados os tipos

de atividades que podem existir na empresa rural e as suas implicações tanto no resultado final como quanto ao uso de recursos. Os mesmos autores acima definem 4 tipos de atividades: concorrentes, complementares, suplementares e de produção conjunta, cada uma das quais apresentando vantagens e desvantagens e desvantagens. O aspecto mais importante a ser considerado é o da especialização versus diversificação. As vantagens da especialização e diversificação segundo eles são:

Especialização

- a) Maior eficiência dos fatores envolvidos.
- b) Permite uma melhor aplicação do capital.
- c) Facilita a administração.
- d) Pelo princípio da vantagem comparativa, há maiores lucros quando a empresa se especializa na atividade econômica de melhor retorno.

Diversificação

- a) Uso mais completo dos recursos. Favorece o uso contínuo da mão-de-obra, evitando o desemprego estacional (problema econômico-social).
- b) Reduz os riscos devido a preços desfavoráveis de algum produto e devido a condições climáticas desfavoráveis.
- c) Permite a rotação de culturas, (prática que melhora as condições do solo).
- d) Há um maior controle preventivo de pragas e doenças.

Os que apostam mais na especialização, optando por uma ou poucas linhas de produção, os teóricos clássicos da empresa, geralmente não vêem diferença alguma entre uma empresa industrial e uma empresa agrícola. Encaram a empresa sempre da mesma forma, funcionando como uma fábrica qualquer.

Estes, geralmente implantam grandes monoculturas, simplificando demasiadamente o meio ambiente, não percebendo as conseqüências que a longo prazo poderão afetar a própria eficiência futura da sua empresa.

Há, entretanto, os que levam em conta certas diferenças importantes entre estes dois tipos de empresas, considerando que a empresa rural representa não apenas uma fábrica mas um processo complexo onde se trabalha com elementos biológicos. Tudo se relaciona dentro desse contexto e as variáveis se acham entrelaçadas, influenciando umas sobre as outras, não se podendo portanto estudá-las isoladamente. Estes, preferem não afetar muito a estabilidade do meio ambiente e por isso optam pela diversificação de atividades na propriedade rural. Geralmente são os que acreditam na empresa agrícola mais como uma propriedade familiar, onde o empresário é o agricultor que com sua família vive diariamente em contato com a terra, estudando os problemas e achando as soluções não como o empresário geralmente absenteísta cuja única relação com a terra é pensando exclusivamente no lucro.

BARROS (1968), define também certos tipos de atividades como atividades complexas. É o caso da justaposição ou combinação de duas ou mais atividades como rotação de culturas, consorciação e atividades complementares.

Na prática porém é que as coisas se decidem pois muitos outros fatores estão envolvidos, como a escala da empresa, o tipo de atividade, o regime de exploração, mercado, etc. De modo geral, porém, parece correto que a propriedade não deva ser totalmente especializada, incorrendo nos danos já conhecidos de uma monocultura, nem ser demasiadamente diversificada, de modo a correr o risco de perder em eficiência.

2.2. Eficiência Energética

A partir da procura de fontes renováveis de energia através da biomassa, o problema do balanço energético passa a ser um aspecto importante na produção agrícola e mais um fator a ser considerado, ao lado do aspecto econômico, nas tomadas de decisões na empresa rural.

O setor público brasileiro tem sido o grande enfatizador da necessidade de se economizar energia e melhorar a eficiência energética dos processos de produção, tentando, dessa forma, aliviar a pressão sobre a balança comercial do petróleo importado. Considerando a economia como um todo, o problema de baixa eficiência energética torna-se muito grave pois grande parte dos produtos exportados são para pagar o petróleo caro que importamos para produzir esses mesmos produtos.

Considerando a propriedade individualmente, existe ainda muito ceticismo em torno do assunto, preferindo os agricultores, na sua grande maioria, continuar no mesmo sistema, enquanto continua dando lucro.

Neste contexto, as empresas maiores, geralmente adeptas das grandes monoculturas, onde tudo é moto-mecanizado, talvez sintam mais de perto o problema, a medida em que a energia se torne mais cara, elevando sempre mais os custos de produção.

As empresas menores, onde o empresário é próprio agricultor, geralmente possuem maior flexibilidade a eventuais riscos, pois são mais diversificadas. A intensidade de consumo energético é menor do que na propriedade maior, pois sempre há espaço para uma tração animal ou uma adubação orgânica em combinação com o trator e a adubação química, respectivamente.

Apesar disso, no longo prazo tanto as grandes empresas como as pequenas, tendem a ser afetadas em maior ou menor grau.

Por isso, a eficiência energética também, e não somente a questão econômica, deve nortear as tomadas de decisão de investimentos na empresa agrícola. Apesar de ser pequena a parcela de energia consumida pela agricultura em relação a todos os outros segmentos da sociedade moderna, ela é muito significativa quando considerada em números absolutos.

Na Inglaterra, segundo estimativas (WHITE, 1979), o consumo total de energia sob as diversas formas pelo setor agrícola, quando situado num contexto nacional, é de cerca de 4%, distribuídos da seguinte forma:

Tabela 3 - Consumo energético pelo setor agrícola da Inglaterra em %,1973.

ITEM	%
Petróleo	23,6
Fertilizantes	23,1
Maquinário	14,4
Processamento	14,2
Eletricidade	9,2
Construções	6,3
Transporte e Serviços	4,5
Produtos Químicos	2,4
Diversos	1,2
Combustíveis Sólidos	1,1
Total	100

Fonte: WHITE, IN BLAIR, I.M., et alii, 1976.

CASTANHO FILHO e CHABARIBERY (1981), pesquisaram o problema no estado de São Paulo e desenvolveram um modelo próprio para estimar o balanço energético, mostrando uma média representativa para, a última década. Conforme a sua classificação, o quadro geral de consumo energético pela agricultura paulista era o seguinte, conforme a origem da energia:

- a) Energia fóssil → 79,6% (basicamente petróleo).
- b) Energia biológica → 17,3% (tração animal, mão-de-obra, sementes e mudas)
- c) Energia indireta → 1,9% (depreciação energética das máquinas e equipamentos).
- d) Energia elétrica → 1,2%.

Do total de energia fóssil, 48\ aproximadamente é a parcela dos combustíveis, sendo que o restante inclui fertilizantes agrotóxicos, lubrificantes, pneus, etc. Em números absolutos, é altamente significativa a parte devida aos combustíveis, pois equivale aproximadamente a 10% do consumo nacional de petróleo. O fluxo energético mostrou que 77,33% da energia final produzida foi destinada à alimentação humana, 18,9% à combustíveis e 3,8% a fibras e resíduos.

Para JEWELL (1975), a porcentagem de energia consumida pela agricultura dos EUA é inferior a 5% do total consumido naquele país. Igualmente porém, em termos absolutos, é muito significativa a quantidade consumida, principalmente porque se refere, na sua maior parte, à energia fóssil.

Isso justifica a procura de fontes renováveis de energia e o esforço em melhorar a eficiência energética dos processos de produção.

Veja-se o consumo de energia fóssil pelas duas agriculturas consideradas as mais modernas do mundo, EUA (1940, 1960 e 1970) e França (1970).

Tabela 4 – Energia fóssil consumida pelo conjunto da produção agrícola dos EUA e França (10¹² kcal).

ITENS	EUA 1940	EUA 1960	EUA 1970	FRANÇA 1970
Consumo direto	70,7	234,1	295,8	66,3
Consumo pelos ativos agrícolas ¹	-	-	-	20,6
Equipamentos	23,4	65,5	101,3	20,2
Adbos	12,4	41,0	94,0	41,3
Defensivos e herbicidas ¹	-	-	-	3,6
Irrigação	18,0	33,3	35,0	-
Consumo total de energia	124,5	373,9	526,1	152,0
Energia produzida	150,0	220,0	250,0	60,0
N. cal. consumida p/ produzir uma cal.	0,8	1,7	2,1	2,5

Fonte: Albert, Claude – L’Agriculture Biologique. 3. ed. Paris, Le courrier du livre, 1977.

HOWARD ODUM (1971), citado por OELHAF (1978), defende o valor de todos os produtos na base de energia requerida para a sua produção. O seu método ficou conhecido como “Método da Energia Líquida”, e significa que, se para produzir um determinado produto gasta-se maior quantidade de energia do que aquela produzida pelo mesmo, deve-se operar com outro método mais eficiente energeticamente, pois quanto maior é o consumo por unidade de produto produzido mais caro deveria ser o produto.

Sob este enfoque, somente os preços de mercado para o produto não seriam decisivos para se efetuar a produção, pois os mesmos não avaliam a eficiência energética do processo de produção.

LEACH (1975), citado por OELHAF (1978), define a eficiência energética como o quociente $\frac{EP}{ec}$, onde **EP** é a energia produzida, ou seja, a energia contida no produto e **ec** é toda energia consumida no processo de produção.

Outros autores, entre eles FLUCK (1977), in Agricultural

Systems (1979), sugerem a produtividade da energia como uma forma de medir a eficiência energética na agricultura, isto é, quanta caloria é produzida por cada caloria consumida na produção?

HIRST (1973), HANNON et al. e HEIXCHEL (1976), citados pelo mesmo autor - OELHAF (1978) - bem como WHITE (1979), usam a razão do “input”¹ energético necessário para produzir uma quantidade definida de proteína, como medida de eficiência energética.

Nos sistemas agrícolas tradicionais é maior a eficiência energética, se comparada com a agricultura chamada moderna ou convencional. É o que nos mostra HIRST (1973), segundo o qual o cultivo de mandioca para subsistência nos EUA apresenta uma eficiência energética de 60:1, ao passo que em toda agricultura americana, a eficiência energética média foi de 1,14:1 em 1973.

Nos sistemas tradicionais de produção, comuns em países ou regiões subdesenvolvidas, os cultivos são bastante diversificados, portanto semelhantes neste aspecto aos sistemas naturais, com maior equilíbrio ecológico. Usa-se grandes porcentagens de adubo orgânico, bastante mão-de-obra, tração animal e maquinário de pequeno porte. Comparado com os sistemas convencionais, as plantas apresentam maior resistência às pragas e doenças. Gasta-se dessa forma pouca energia externa e os custos de produção são normalmente inferiores. A eficiência energética é maior.

Quanto mais modernizamos os nossos cultivos com as técnicas convencionais

ora em uso, menor se torna a ciência energética, pois usamos cada vez maiores quantidades de energia fóssil em insumos modernos, energeticamente intensivos. Ao mesmo tempo deslocamos outros insumos de pouca intensividade energética, como mão-de-obra.

Segundo PIMENTEL (in JEWELL, 1975), a E.E.¹ para o sistema de produção do milho no México, utilizando somente o trabalho

humano, é de 10,13:1. O mesmo autor mostra de milho que na Guatemala a produção de milho pelo mesmo processo tem uma eficiência energética de 4,56:1, para cada Kcal consumida na produção de milho, obtém-se 4,5 Kcal do produto milho.

OELHAF (1978), citando STEINHART and STEINHART (1974) diz que nos EUA a E.E. do processo completo do sistema alimentar² declinou de cerca de 1,0 em 1900, para cerca de 0,1 em 1976.

PIMENTEL. IN JEWELL,1975), estimou a E.E. na produção de milho nos EUA durante vários anos e mostrou que a mesma declinou através dos anos. Não obstante a produtividade do milho ter aumentado de 1945 a 1970, de uma média de 2.132 Kg/ha para 5.080 Kg/ha, o consumo energético aumentou mais intensivamente reduzindo a E.E. de 3,24 para 2,52 Kcal.

¹ E.E. - eficiência energética.

² NOTA DO AUTOR: Compreende desde a fabricação das máquinas e insumos agrícolas, passando pela produção, até a colocação do alimento no mercado consumidor.

A tabela a seguir detalha melhor estes aspectos. ao mesmo tempo comparando com o consumo energético desse mesmo produto na França.

Tabela 5 – Quantidade de energia fóssil consumida para produzir milho-grão nos EUA e França (kcal/hax10³)

ITENS	EUA 1945	EUA 1959	EUA 1970	FRANÇA 1970
Trabalho	30,9	18,8	12,1	26,9
Equipamento	444,6	864,5	1.037,4	502,5
Combustível	1.342,2	1.789,5	1968,6	1.260,0
Aubos	183,8	1.059,8	2.593,5	3.570,0
Sementes híbridas	84,0	90,2	155,6	155,6
Irrigação	46,9	76,6	80,0	84,0
Inseticidas e herbicidas	0,0	25,9	54,3	54,3
Secagem	24,7	247,0	302,6	1.900,0
Eletricidade	79,0	345,8	765,7	500,0
Transporte	49,4	148,2	172,0	172,0
Consumo total de energia	2.385,5	4.666,3	7.145,8	8.225,3
Energia produzida	8.466,5	13.444,7	20.167,0	24.000,0
Nº. Cal consumida p/ produzir 1 Cal	0,27	0,35	0,35	0,34

Fonte: Albert Claude, L'Agriculture Biologique, 3. ed. Paris, Le courrier du livre, 1977.

Nos sistemas agrícolas modernos, os custos de produção podem ser altamente majorados quando se tenta aumentar a produtividade intensificando os processos convencionais de produção, principalmente através de fertilizantes sintéticos.

RUSCHI (1978, p. 88), afirma que, "nos países sub-desenvolvidos, para o aumento de produtividade nas áreas cultivadas, exige-se um aumento de 700% de consumo de energia fóssil, seja no preparo do solo (fertilizá-lo, cultivá-lo, irrigá-lo) como para o emprego de agrotóxicos e colheita da produção".

Nos EUA, FRITS et alii (1975), Constataram que, para culturas altamente tecnificadas, como milho e trigo, mais de 60% da energia requerida diretamente no processo de produção é usada no maquinário. Por outro lado, 24% do total da energia gasta é usada na fabricação de fertilizantes (OELHAF, 1978).

Na França, os fertilizantes químicos constituem a maior parte da despesa energética na produção. Na produção de milho, por exemplo, os adubos representam 43% da despesa total de energia, ou seja, 2 vezes mais a energia consumida sob a forma de equipamento e combustível. Para o trigo, a parte dos adubos é ainda mais importante, variando conforme a fertilização, de 45% a 55% do consumo total de energia.

Calculados em barris de petróleo, a energia contida nos principais elementos fertilizantes, segundo FRITS et al. (1975, in OELHAF 1978) é:

N (Nitrogênio) → **12 barris** de petróleo/tonelada de nutriente.
P (Fósforo) → **5 barris** de petróleo/tonelada de nutriente.
K (Potássio) → **3 barris** de petróleo/tonelada de nutriente.

Dizem ainda os mesmos autores que, nos países desenvolvidos, menos de 1% da energia cultural¹ provem do trabalho animal e humano.

¹ Nota do autor - Energia gasta no cultivo de determinado produto desde o preparo do solo até a comercialização

No caso do Brasil, o assunto não está muito estudado, pois não existem muitos dados que mostram a eficiência energética dos nossos sistemas de produção agrícola.

RAO (1979), estimou o consumo energético para algumas culturas no Estado de São Paulo, confirmando o que outros autores já haviam verificado, ou seja, que a partir um certo momento, o incremento energético para produzir o produto é maior do que o acréscimo de energia contida no produto produzido.

Veja a tabela a seguir.

Tabela 6 Energia (kcal/ha) usada para a produção de milho em três níveis de mecanização na região de Tatui, Capão Bonito e Ribeirão Preto, Estado de São Paulo, 1977/78.

FONTE DE ENERGIA	MECANIZAÇÃO		
	NÍVEL 1	NÍVEL 2	NÍVEL 3
Mão-de-obra	$2,93 \times 10^4$	$1,83 \times 10^4$	$8,58 \times 10^3$
Transporte da mão-de-obra	$1,59 \times 10^5$	$9,91 \times 10^4$	$4,66 \times 10^4$
Energia animal	$1,82 \times 10^4$	-	-
Combustível para trator	$5,46 \times 10^5$	$1,12 \times 10^6$	$8,74 \times 10^5$
Calcáreo	-	-	$3,60 \times 10^5$
Nitrogênio	$9,11 \times 10^5$	$3,81 \times 10^6$	$3,91 \times 10^6$
Fósforo	$5,78 \times 10^5$	$5,42 \times 10^5$	$4,87 \times 10^5$
Potássio	$2,28 \times 10^5$	$2,14 \times 10^5$	$1,92 \times 10^5$
Inseticidas	$1,63 \times 10^4$	$1,58 \times 10^4$	$1,58 \times 10^4$
Maquinário	$5,11 \times 10^5$	$1,05 \times 10^6$	$8,19 \times 10^5$
Sementes	$4,24 \times 10^4$	$4,52 \times 10^4$	$4,64 \times 10^4$
IN-PUT energético total	3.039×10^6	6.915×10^6	6.759×10^6
Produção de milho (Kg)	2.220	2.460	2.820

Fonte: RAO, M.A. 1979.

A maior parte da energia consumida, entre 91,3% a 97,4%, foi devido aos fertilizantes, combustíveis e maquinário. Há que se notar também que o consumo energético mais do que duplicou do nível 1 para o nível 3 (de 3,04 milhões de Kcal

para 6,8 milhões de Kcal), enquanto que a produtividade aumentou de 600 kg somente.

No Estado de São Paulo, cuja agricultura situa-se entre as mais modernas do mundo, não sendo portanto representativa para o país, a E.E. foi estimada por CASTANHO FILHO e CHABARIBERY (1981), demonstrando uma produção de 1,2 Kcal para cada Kcal gasta (média de 1970 a 1979).

Para a Inglaterra como um todo, foi estimado por WHITE (1979) uma E.E. de apenas 0,4.

Diante do declínio da E.E. na agricultura moderna, muitos críticos já sugerem outros critérios a serem usados para recolocar os critérios tradicionais na alocação dos recursos na agricultura. Estes argumentos têm conduzido ao apregoamento da agricultura biológica como solução, em substituição à agricultura moderna.

A agricultura biológica é um sistema já em franco desenvolvimento na Europa, EUA, Canadá, Japão, Austrália e China. Possuindo outras denominações como, agricultura orgânica, ecológica, bio-dinâmica ou simplesmente agricultura alternativa, esses métodos não usam em geral produtos químicos, gastam o mínimo de energia fóssil, trabalham com policulturas e valorizam os resíduos orgânicos. Procuram utilizar ao máximo os recursos naturais disponíveis e renováveis, contribuindo dessa forma para uma elevação da eficiência energética.

Esses métodos estão se alastrando cada vez mais pelo mundo, estimulados pelo crescente aumento da demanda de produtos biologicamente saudáveis, ou seja, produtos sem resíduos de fertilizantes químicos ou agrotóxicos.

Nos EUA e Europa, já se pode encontrar os chamados "supermercados de produtos naturais".

Recentemente, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA), através de um extensivo estudo sobre as fazendas orgânicas,

constatou que as mesmas são em muitos aspectos superiores às fazendas convencionais. Verificou que os sistemas orgânicos de cultivo não apresentam problema de limite de escala pois, embora a maioria das fazendas orgânicas possuam área média entre 4 a 20 ha, existem muitas com áreas superiores a 40 ha e muitas outras que ultrapassam 600 ha. Além disso, o relatório mostrou que as fazendas orgânicas são mais econômicas e energeticamente menos intensivas do que as fazendas convencionais (USDA,1980).

LOCHERETZ et alii (1975) comparando o consumo de energia entre fazendas orgânicas e convencionais na zona do milho, EUA, mostraram que as primeiras usam 1/3 do total de energia requerida para as fazendas convencionais. Também verificaram uma diminuição dos custos de produção nas fazendas orgânicas, quando comparadas com os custos de produção nas fazendas convencionais.

BERARDI (1978), mostra através de seu estudo para New York e Pensylvania, que a produção de trigo por fazendas convencionais em pequena escala, consome 48% mais de energia e produz apenas 29% a mais de energia quando comparada com métodos orgânicos.

A agricultura francesa gasta 9% das necessidades energéticas totais do país. Dessa energia, os adubos representam 27% que equivale a 4 milhões de toneladas de petróleo, dos quais 3 milhões de toneladas só em adubos nitrogenados.

A agricultura biológica permite a supressão dos adubos nitrogenados sintéticos criando importantes economias de divisas para o país.

WHITE (1976), estimou a E.E. para diversos produtos agrícolas na Inglaterra, produzidos pelos processos convencionais, dos quais selecionamos alguns, na tabela a seguir.

Tabela 7 - Eficiência energética de diversos produtos agrícolas da Inglaterra, 1973.

PRODUTOS	E.E.	“In-Put” Energético para Proteína – Kcal/Kg¹
Trigo	3,11	10.748
Cevada	3,36	13.852
Batata	1,33	26.988
Aveia	3,52	9.315
Beterraba açucareira	3,28	-
Açúcar de beterraba	0,76	-
Cebola (bulbo ceco)	0,30	80.726
Tomate	0,05	324.816
Leite	0,70	28.183
Carne (bovina)	0,23	83.115
Aves (frango)	0,15	48.484
Ovos	0,26	47.767

Fonte: WHITE, in: BLAIR et alii, 1976.

Obs: No “out-put” energético é considerada somente a energia metabolizada. Não são consideradas as produções de couros, lã, esterco e resíduos. No caso do tomate o fator grande responsável pela baixa eficiência energética foi a energia gasta na manutenção da temperatura em casa de vegetação.

O autor demonstra que de um modo geral os produtos de origem animal consomem relativamente mais energia do que produzem, se comparados com os produtos de origem vegetal. Os sistemas vegetais são mais eficientes com relação ao uso do recurso terra, do que os sistemas animais. Por isso sugere uma mudança na política agrícola favorecendo mais a produção de cereais ao invés de animais. Defende ainda o maior uso dos resíduos agrícolas, esterco animal e métodos biológicos de fixação de nitrogênio para economizar energia de fertilizantes sintéticos, bem como o desenvolvimento de fontes alternativas de energia para o meio rural, como é o caso do biogás.

¹ Nota do autor – refere-se a quantidade de energia em Kcal gasta para produzir 1 Kg de proteína no produto.

2.3. Métodos de Programação de Empresas Agrícolas

HOFFMANN et alii (1942), dividem os métodos de planejamento de empresas agrícolas em dois grupos: o primeiro, abrange os métodos que permitem a comparação entre duas ou mais alternativas técnicas disponíveis. São o "Método dos Orçamentos" e o "Método da Comparação de Grupos". No segundo grupo estão os métodos que conduzem à otimização da solução técnica, isto é, permitem encontrar a melhor combinação econômica de fatores e linhas de exploração de quantos sejam tecnicamente possíveis. São, por exemplo, os Métodos de Programação Linear e Programação Planejada, este último, uma versão simplificada da programação linear. Os métodos desse segundo grupo são também chamados "Métodos de Programação Propriamente Ditos", conforme BARROS (1968).

O método dos orçamentos é de aplicação fácil e pode ser empregado em vários tipos de problemas, quais sejam: Na empresa individual, na aplicação e controle de políticas agrícolas, planejamento e controle de crédito e em programas de desenvolvimento regional.

CRISTANCHO (1965), citando outros autores, descreve esse método como apresentando duas características básicas, uma estabelecendo planos e previsões sobre a estrutura e o funcionamento da empresa agrícola. A outra característica é que este método por si só não fornece a solução ótima para o problema, pois simplesmente evidencia, entre duas ou mais alternativas, a que apresenta melhores condições de ser a melhor.

GRAWUNDER (1973), distingue dois tipos de orçamentos no planejamento de empresas rurais: o parcial e o total. O primeiro "caracteriza-se por envolver somente uma parte da empresa ou de um empreendimento"... "O orçamento total, por sua vez, engloba os gastos e receitas totais, quer de empreendimentos quer de empresas", (GRAWUNDER, 1973, p. 23, 28).

A vantagem deste método é a sua facilidade de aplicação, não exigindo conhecimentos avançados de cálculos. Pode ser empregado por qualquer

pessoa com poucos conhecimentos.

O método da "Comparação de Grupos", conforme HOFMANN et alii (1978), "...permite planejar um sistema de produção melhor do que o existente, não chegando, porém, a permitir que se encontre a combinação ótima para o conjuntos dos fatores disponíveis. Este método é aplicável a regiões relativamente limitadas e tem por finalidade generalizar as técnicas de cultivo e administração já usadas nas propriedades que nessa região obtém os melhores resultados econômicos.

...Trata-se de um método relativamente grosseiro, porém econômico e recomendável para regiões pouco conhecidas".

O método da "Programação Planejada" ("Programação Simplificada"), é semelhante ao da Programação Linear, porém um pouco mais simples e mais limitado. Não chega à solução ótima, mas consegue uma boa aproximação desta. Outra característica é que, "para problemas mais complexos este método é insuficiente, mas, para um número pequeno de empreendimentos é de grande utilidade e oferece a vantagem de ser facilmente compreendido pelo empresário". (CRISTANCHO, 1965, p. 4).

A diferença maior entre este método e o da Programação linear, quanto à sua aplicação, é que nesta, parte-se de um plano base onde a função objetivo é nula, seguindo-se para o plano ótimo através de sucessivas interações. No primeiro caso, parte-se de um plano base onde a Margem Bruta é a máxima consentida pela utilização do recurso mais escasso e se aproxima do resultado pretendido por inter substituições dos fatores restantes. Também uma outra diferença entre estes dois métodos é que a Programação Planejada considera um recurso limitante por vez, enquanto a Programação Linear os considera simultaneamente.

Dentre todos os métodos existentes, é sem dúvida o de Programação Linear o que oferece maior exatidão, segurança e rapidez, sem perder de vista a otimização. Essas características são na realidade indispensáveis, quando

se quer atingir o limite ótimo de utilização de recursos escassos para uma produção máxima da empresa.

Este método, entretanto, possui a desvantagem de exigir, para a sua aplicação, certa preparação matemática e acesso à computadores eletrônicos, o que o torna, pelo menos por enquanto, um método mais usado em pesquisa ou por grandes empresas.

Este método, desenvolvido e aperfeiçoado nos Estados Unidos logo após a II Guerra Mundial, consiste em achar um plano de produção que permita obter os mais altos benefícios possíveis, sem requerer uma quantidade de recursos maior do que a quantidade disponível na empresa.

Isto é conseguido matematicamente através da otimização (maximização ou minimização) de uma função linear função linear Z (função objetivo), sujeito a certas restrições impostas por inequações também lineares.

Os autores a seguir, todos citados por SUGAI(1967), abordam de uma forma ou de outra a Programação Linear.

KAMYA e SAWAMURA (1962), mostram as vantagens da Programação da Linear em economia rural, salientando o seu emprego no planejamento, especialmente onde há mais de um empreendimento.

ESTÁCIO (1961), mostra as vantagens e as limitações da Programação Linear, quando da sua aplicação em problemas da empresa rural e explica as hipóteses pressupostas de linearidade, aditividade e divisibilidade. Por fim, define-a como uma técnica "sob medida", para resolver os problemas relacionados com distribuição ótima de recursos escassos e obtenção de determinada produção ao mínimo custo.

COOPER et alii (1953), colocam a Programação Linear sob o

ângulo da matemática aplicada e a sua utilidade em economia.

Há que lembrar ainda que existem dois tipos de Programação Linear: a "Programação Linear Simples" e a Programação Linear Dinâmica". A diferença entre as duas é que, ao planejar uma empresa, a primeira fornece um plano final que pode ocorrer em qualquer tempo, sem fornecer o comportamento intermediário(através dos anos) da empresa. Equivale a um corte no tempo. No caso da Programação Dinâmica, a mesma fornece todo o caminho desenvolvido pela empresa, ano a ano, até chegar ao plano ótimo em um determinado período.

CAPÍTULO III

METODOLOGIA

Este capítulo foi dividido em 3 partes, a saber: modelo conceitual, modelo analítico e modelo matemático.

No modelo conceitual, coloca-se o problema de estudo de uma forma global e sintética. O modelo analítico, enfoca os aspectos metodológicos que conduzem à solução do problema, organizando todas as variáveis em jogo e definindo-as devidamente. Do modelo matemático fazem parte as equações relativas ao método de Programação Linear utilizado neste estudo.

3.1. Modelo Conceitual

Numa sociedade com um sistema de livre empresa, esta geralmente é operada, como unidade econômica, para atingir o objetivo de máximo lucro. O empresário agrícola racional, portanto, como qualquer outro, busca combinar de forma ótima todos os recursos postos à sua disposição melhorando assim a eficiência econômica e atingindo o máximo lucro. Muitos fatores influem, no entanto, nas tomadas de decisão do empresário para que ele atinja tal objetivo, os quais podem ser classificados como fatores exógenos e endógenos. Os exógenos são as variáveis sobre as quais o empresário não pode atuar para modificá-las. São do meio externo, da sociedade como um todo. Quanto aos fatores endógenos, estes sim, o empresário tem condições de manipular em seu favor, pois são inerentes à sua própria empresa. Expressando de forma matemática, podemos colocar a seguinte função:

$Y = f (FE; FI)$, onde, y representa a máxima produção que,

multiplicado pelo preço, representa a renda bruta, FE os fatores externos (exógenos) e FI, os fatores internos (endógenos).

Estes fatores externos e internos, atuam nas tomadas de decisão do produtor agrícola, de uma forma ou de outra, sobre o que produzir, em que quantidades, qual a melhor forma para produzir e quais os processos a serem utilizados.

Os principais fatores externos que influem na empresa, são:

- m** = preço do produto no mercado;
- n** = preços dos insumos no mercado;
- G** = fatores institucionais (desestímulos ou incentivos de política agrícola para quaisquer produtos, incluindo crédito, assistência técnica e pesquisa);
- c** = clima;
- t** = tecnologia disponível.

Quanto aos fatores internos podemos mencionar:

- s** = terra;
- Mo** = mão-de-obra;
- K** = capital;
- a** = capacidade administrativa do empresário.

Não se considera aqui os fatores relacionados a riscos.

Substituindo estas variáveis na função anterior, temos:

$$Y = f(m, n, G, c, t, s, m, o, K, a)$$

Cada fator destes, tem a sua parcela de influência sobre as

decisões do empresário, uns mais, outros menos, variando com o tempo, sobre o que, quanto, como e quando produzir para atingir o máximo lucro.

No entanto, o objetivo do máximo lucro da empresa, muitas vezes torna-se conflitante com os objetivos maiores da sociedade.

Uma das preocupações que mobiliza a sociedade hoje é a iminente escassez de energia fóssil. Por isso, a palavra de ordem das políticas governamentais para todos os segmentos da economia do país e, no caso particular, da agricultura, é poupar energia fóssil e procurar o uso de fontes alternativas.

Em outras palavras, isto significa, em primeiro lugar, uma melhoria da eficiência energética, racionalizando-se os processos de produção, eliminando-se os desperdícios. Por fim, um esforço no sentido de modificações ou substituições nos processos de produção, com maior uso de energia na forma renovável, objetivando também uma melhoria da eficiência energética. Tudo isso visa um processo continuado, no longo prazo, ou seja, produzir sempre.

Entretanto, como a atual tecnologia de produção disponível é altamente intensiva em energia, principalmente energia fóssil, parece existir uma relação inversa entre eficiência econômica e eficiência energética.

Ao se procurar o máximo lucro através da produtividade, geralmente consome-se mais energia na forma de insumos modernos, maquinários e combustíveis.

Veja-se o gráfico a seguir.

À medida que se aumenta a eficiência econômica a eficiência energética diminui e vice-versa. Se optarmos por uma produção com maior eficiência energética (ponto A), nas condições tecnológicas atuais, teremos menor eficiência econômica, pois a relação $E.E/E.C.$ se deslocará do ponto B para o ponto A.

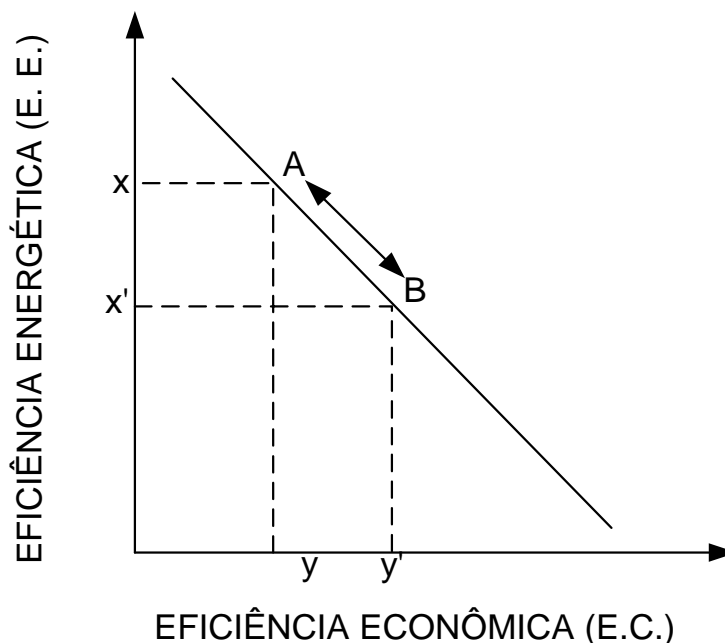


Gráfico 1: Relação esperada entre eficiência econômica e eficiência energética na produção agrícola com a tecnologia atual.

Neste ponto, gera-se um conflito entre os objetivos do empresário agrícola e os objetivos do governo pois, enquanto o empresário se preocupa em maximizar o lucro, o governo tenta economizar energia. A atual tecnologia de produção agrícola torna esses dois objetivos incompatíveis entre si.

Dentre os fatores que possibilitam modificar essa estrutura, compatibilizando os objetivos sociais e os do produtor agrícola, podemos citar:

- a) As políticas de restrições ao uso de energia fóssil (poupança compulsória), via aumento de preços, o que estimularia os produtores a utilização gradual de tração animal e adubos orgânicos para diminuir os seus custos de produção;
- b) Pesquisa de modificações ou substituições nos processos de produção, com o conseqüente repasse através da assistência técnica ao produtor rural. As atenções da pesquisa seriam centradas em novas fontes de energia para a agricultura, de preferência renovável, adaptando-se os processos atuais de produção às novas fontes energéticas ou criando novas tecnologias, compatíveis com a nova realidade energética;

c) Criação de estímulos creditícios aos produtos, principalmente os produtos menos intensivos quanto ao consumo de energia externa.

Este modelo aborda principalmente a questão dos preços de energia e sua influência na eficiência econômica e energética da empresa. Neste contexto, é analisado o comportamento das inúmeras atividades e processos de produção programados na empresa e que entram em competição nos vários planos em que se modificam o preço da energia e/ou as receitas líquidas esperadas.

Assim, o preço da energia entra no modelo como uma variável de peso que também influenciará o empresário nas tomadas de decisão na empresa agrícola.

A função matemática do produto, incluindo mais esta variável fica assim:

$$Y = f(m, n, G, c, t, P, s, m, o, K,)$$

Supondo que, num dado momento, todos os fatores acima sejam fixos, com exceção de P (preço da energia), o produto seria então uma função do preço da energia.

$$Y = f (P)$$

Quando o preço da energia varia, ocorre uma modificação em toda a estrutura produtiva, tendo em vista os coeficientes energéticos de cada produto ou fator de produção, variando com as combinações ótimas dos fatores de produção da empresa. À medida que o preço da energia aumenta, as atividades irão competir de forma a racionalizar o uso de energia, contribuindo para uma melhor eficiência energética. Haverá que ocorrer uma competição entre os fatores mais intensivos e menos intensivos em energia, para fazer parte da estrutura produtiva

ótima. Para cada novo preço de energia considerado, corresponderá uma curva das relações entre E.E. e E.C¹. que, no conjunto, formarão um mapa de relações, como é mostrado abaixo.

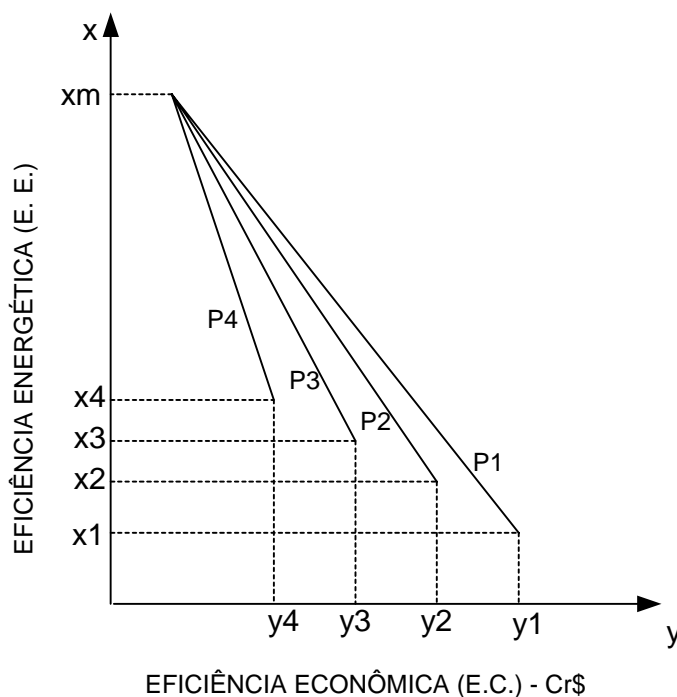


Gráfico 2 - Mapa de relações de EE./EC à vários preços de energia, em uma empresa agrícola.

Dados 4 níveis de preços de energia, representados pelas linhas P1, P2, P3 e P4 os Y (Y1, Y2, Y3 e Y4) representam a eficiência econômica máxima conseguida, estando associada à cada uma delas um determinado valor da eficiência energética representado por X1, X2, X3 e X4. Xm representa o valor máximo da E.E. a qualquer preço de energia para quaisquer E.C. que se pretenda.

O gráfico anterior, destaca dois aspectos da questão: Em primeiro lugar, para variações ao longo de qualquer uma das linhas, prevalece a relação inversa entre EC e EE, ou seja, aumentando-se a EC, a EE cai e vice-versa. O segundo ponto apresentado no gráfico evidencia a questão do preço da energia, isto é, à medida que o preço da energia aumenta, a E.C. máxima cai e a E.E. aumenta. O inverso também é verdadeiro. Dado um determinado preço de energia, a

¹ EC – Eficiência Econômica

máxima E.C. conseguida é sempre menor que a máxima E.C. conseguida a um preço inferior. Assim é que: $Y_1 > Y_2 > Y_3 > Y_4$.

Dessa forma, através de simulações prévias, o empresário em particular, poderá dispor de um mapa semelhante que será de utilidade quando for fazer o planejamento da sua empresa, principalmente quando existe o problema de decisão sobre futuros investimentos.

Este trabalhará com questões específicas procurando, por exemplo, racionalizar o uso de recursos, dando preferência aos menos intensivos energeticamente, como mão-de-obra, tração animal, fertilizantes orgânicos, procurando enfatizar, a curto e médio prazos, as atividades que melhor se adaptem a estas modificações nestes respectivos prazos. Com um horizonte de planejamento maior, o empresário procurará desenvolver atividades e processos alternativos que à curto e médio prazos não sejam possíveis.

Terá assim condições de escolher novas culturas, novos métodos ou outros recursos, ou substituí-los em parte, na quantidade exata, para obter os resultados econômicos ótimos.

Os órgãos governamentais, por sua vez, igualmente através de simulações, poderão saber antecipadamente os reflexos de uma política de aumentos de preços de energia, tanto na oferta agregada de quaisquer produtos agropecuários, quanto nos níveis de consumo agregado de todos os fatores envolvidos nos processos de produção. Quando for estimulado, por exemplo, o uso de energias renováveis na agricultura, sejam fertilizantes orgânicos, tração animal, ou energia solar direta (na secagem de grãos, p. ex.), um estudo semelhante fornecerá muitas informações relativas aos impactos na oferta de produtos ou demanda agregada de recursos, bem como os custos de oportunidade de implantação de certas tecnologias agrícolas.

Para uma visualização desses conceitos, de forma resumida, veja-se o modelo esquemático a seguir.

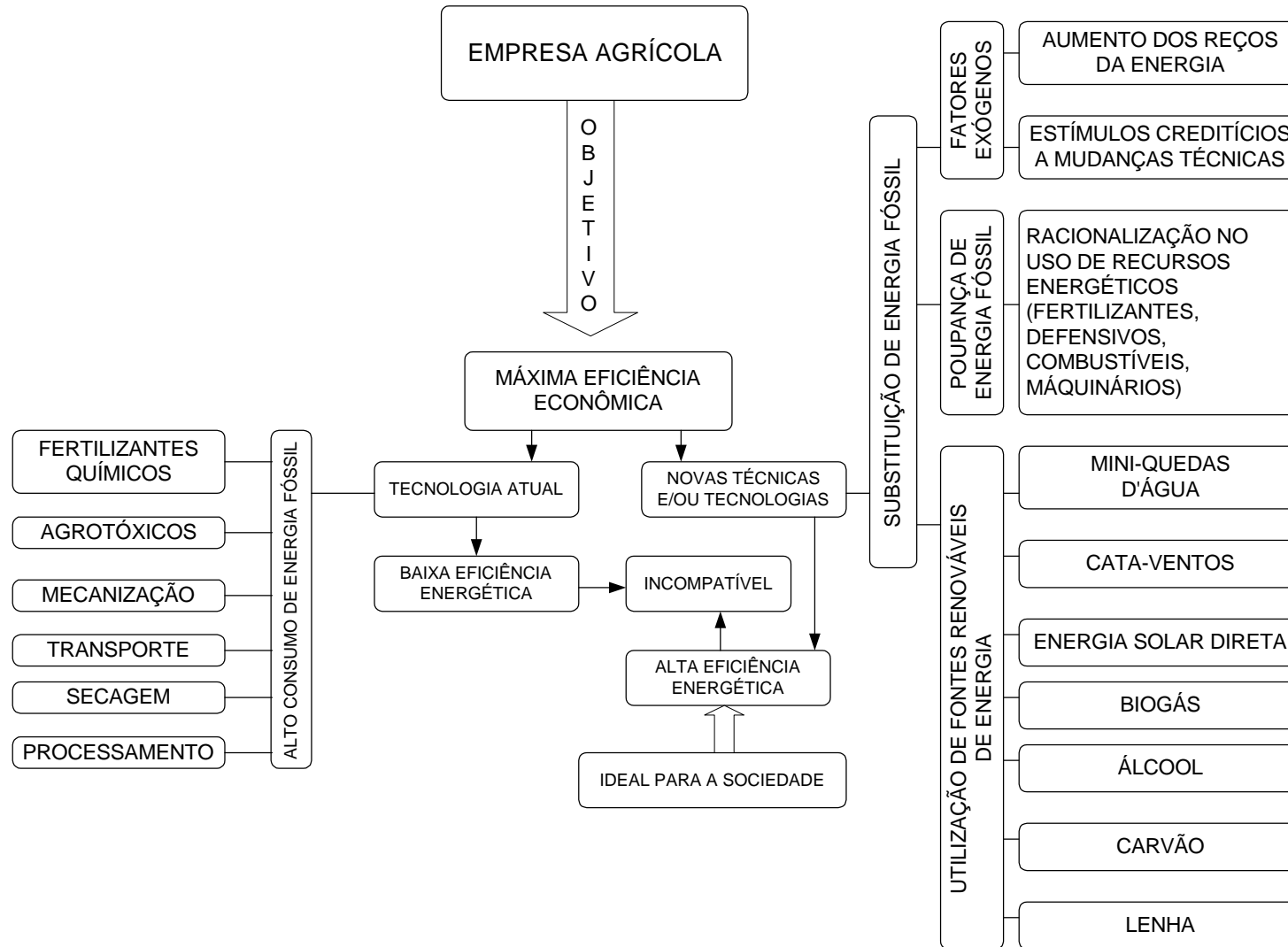


GRÁFICO 3 - MODELO CONCEITUAL

3.2. Modelo Analítico

3.2.1. Introdução

A unidade de estudo foi uma propriedade agrícola com 57.8 ha, localizada na comunidade de Rio do Meio, região do litoral do município de Camboriú, Estado de Santa Catarina, Os dados primários foram coletados no local pelo autor em julho de 1981.

Dividiu-se este estudo em duas etapas: Na primeira, foi feita uma análise da situação atual da empresa, equivalente ao resultado do último exercício agrícola (Julho/1980 - Julho/1981), determinando-se a Eficiência Energética e a Eficiência Econômica, referente àquele ano agrícola. Nesta etapa também se determinou a Eficiência Energética para cada atividade explorada.

A segunda parte do estudo tratou do planejamento da empresa, através da programação de atividades e recursos, considerando os princípios abordados no modelo conceitual. Para isso, utilizou-se a Programação Linear Simples.

Nesta etapa do estudo determinou-se: a Máxima Eficiência Energética e Máxima Eficiência Econômica para a empresa, Eficiência Energética das atividades programadas, influência de diferentes preços de energia na composição das atividades e no uso de recursos na empresa, além da influência de diferentes receitas líquidas esperadas, tanto na composição de atividades, quanto com relação ao uso de recursos.

Em ambas as etapas deste estudo utilizaram-se dados primários, coletados na empresa e dados de fontes secundárias.

No final dessas duas etapas, procedeu-se a uma avaliação comparativa entre a situação atual e a situação programada da empresa, envolvendo os aspectos básicos tanto na parte econômica quanto na energética.

3.2.2 . A situação atual -operacionalização das variáveis

Como primeiro passo para este estudo efetuou-se um levantamento completo da empresa, incluindo o inventário, operações financeiras, tudo o que foi feito na propriedade no último exercício agrícola visando a sua exploração, informações dos registros agrícolas e do proprietário.

A partir desses dados procedeu-se os cálculos necessários para se determinar a Eficiência Econômica (E.C.) e Energética (E.E.) da empresa.

3.2.2.1. Medidas de Eficiência Econômica

Como indicador de Eficiência Econômica, em ambas as etapas deste estudo, foi utilizado o índice da Receita Líquida (R.L.), cujos componentes foram assim definidos por HOFFMANN et alii (1942):

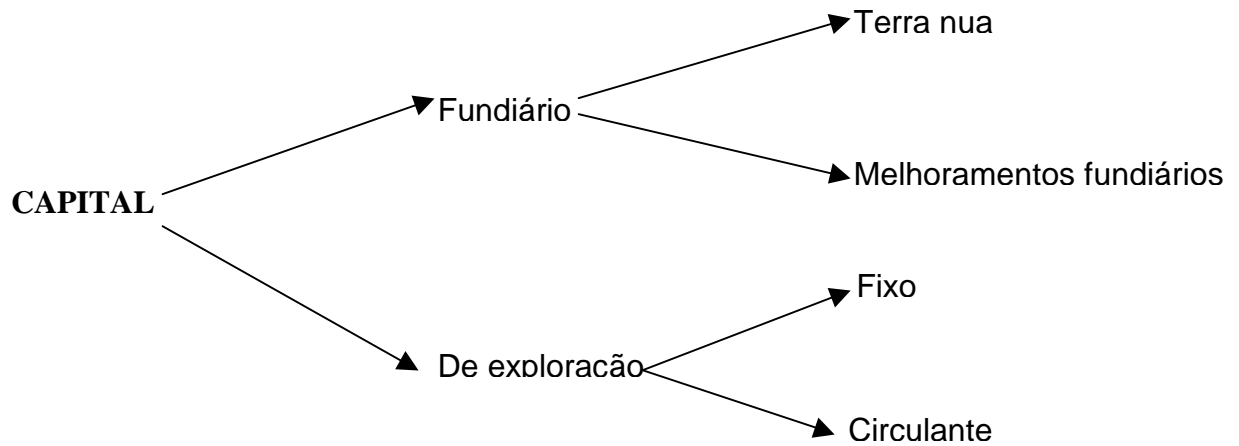
a) **Receita Bruta** (R.B.) - São considerados como receita bruta o valor de todos os produtos produzidos e vendidos em um exercício agrícola.

b) **Receita Líquida** (R.L.) - É definida como a Receita Bruta menos as despesas (D.), efetuadas no período de um exercício agrícola.

c) **Despesas** (D.) - São consideradas despesas os gastos efetuados durante o ano agrícola e incluem o valor dos recursos e serviços utilizados nos processos de produção, excluídos os juros sobre o Capital. Inclui: gastos com insumos, maquinário, equipamentos (custos operacionais), mão-de-obra (salários), força animal, combustíveis, despesas gerais (impostos, taxas), depreciações (construções e melhorias) e outros gastos.

d) **Depreciações** - Adotou-se aqui o método de cálculo Linear, conforme é usado pelo IEA (Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo). A taxa do valor residual considerado para cada bem foi de 10%.

Para o estudo econômico da situação atual da empresa, classificou-se o capital conforme o modelo proposto por HOFFMANN et alii (1942).



Os itens da classificação acima são assim definidos:

a) **Capital fundiário** - São classificados como capital fundiário, a terra com suas plantações perenes, matas, obras de irrigação, edifícios, etc.

b) **Capital de exploração** - Animais em geral, materiais de cultivo, dinheiro para compras de sementes, adubos, forragens, pagamento de salário, etc.

c) **Capital de exploração fixo** - São as máquinas e equipamentos e os animais de criação e de trabalho.

d) **Capital de exploração circulante** - São todos aqueles capitais gastos em dinheiro durante o ano agrícola, ou seja, dinheiro para pagamento de salários, insumos em geral, custos de operação de maquinário e equipamentos e outros gastos.

e) **Melhoramentos fundiários** - Estão incluídos neste item, a construções, cercas, culturas permanentes, canais de irrigação e de drenagem, açudes e estradas, nivelamento para rizicultura, etc.

f) **Terra nua** - É o valor da terra sem as melhorias do item acima.

Para um melhor conhecimento de todo o capital envolvido na empresa, veja-se os anexos no fim deste estudo, referentes ao inventário e dizem respeito à classificação da terra, instalações e melhorias, máquinas e equipamentos e animais de trabalho.

3.2.2.2. Medidas de Eficiência Energética

Toda a energia envolvida nos processos de produção foi medida em Mcal (Megacaloria = 1000 Kcal = 1.000.000 cal).

Quantificou-se apenas a energia que entra e a que sai da propriedade, ou seja, a energia que entra na forma de insumos, equipamentos e outros fatores (mão-de-obra, força animal) e a energia que sai na forma de produto produzido.

O índice utilizado para exprimir a eficiência energética, em ambas as etapas deste estudo, foi a razão $\frac{EP}{ec}$ ou seja, a energia produzida (EP), contida no produto, sobre a energia consumida (e.c.) no processo de produção.

Os coeficientes de Eficiência Energética (EE) foram classificados em "input" e "output", conforme sejam, respectivamente, a energia consumida e a produzida durante o exercício agrícola. Os "inputs" foram classificados em energia direta (fertilizantes, combustíveis e defensivos) e energia indireta (mão-de-obra, força animal, sementes e a depreciação energética do maquinário).

A maioria desses coeficientes foi baseado em JEWELL (1975), com exceção de calcário e força animal.

Quanto ao calcário, foi estimado pelo autor através da comparação entre os processos de produção, como sendo de aproximadamente 10%

do coeficiente energético do potássio (cerca de 220 Kcal/Kg de calcário).

Nota-se grande variabilidade nas estimativas dos diversos autores, como por exemplo o coeficiente estimado por RAO, M.A. (1979), 316 Kcal/Kg e o estimado por CASTANHO FILHO e CHABARIBERY (1981), 40 Kcal/Kg.

Quanto ao coeficiente energético da força animal, o mesmo também varia muito em função dos autores. Para este estudo, adotou-se o coeficiente de 1.012 Kcal/H.A. Chegou-se a este coeficiente, após estudo de coeficientes estimados por: Secção de Mecanização Agrícola do EXDEMA, Campinas-SP(1958), CONTI, M. (1942), CUBA, O. (1937), HC. DONALD, P. et alii (1979), DINSMORE, W. (1922), ROSTON, J.P. e.. TOLAINE, O. (1958) e MAYNARD, L.A. et alii (1966).

Para as sementes em geral, considerou-se o mesmo coeficiente energético dos produtos, para o caso de cereais e leguminosas.

Para as atividades cana-de-açúcar, melancia e forrageiras, desconsiderou-se o coeficiente energético das sementes, pela dificuldade em estimá-los.

As estimativas da energia contida nos produtos são referentes à energia digestível da porção comestível e com umidade normal após secagem. Veja-se, em anexo, a composição energética dos produtos produzidos no último ano agrícola e dos produtos referentes às atividades programadas, bem como os coeficientes adotados para todos os "in-puts" envolvidos, tanto na situação atual da empresa como após a programação.

3.2.3. A Programação

Para esta etapa, utilizou-se o método de programação linear simples, cujos três componentes ficaram definidos da seguinte forma:

3.2.3.1. Função Objetivo

Utilizou-se duas funções objetivo, neste estudo, alternadamente, conforme o tipo de inquirição proposta. Uma, propõe a maximização da Receita Líquida (eficiência econômica) e a outra, maximiza o balanço energético (energia produzida menos energia consumida).

A Eficiência Energética (energia produzida sobre energia consumida) foi calculada fora do modelo. Ambas as funções estão "amarradas" através dos coeficientes energéticos e econômicos das diversas atividades, de modo que, ao se maximizar uma função objetivo, a outra função apresenta o seu valor relativo correspondente.

3.2.3.2. Atividades

Em número de 182, as atividades dividem-se em:

- a) atividades de produção.
- b) atividades de venda de produtos.
- c) atividades de compra:
 - de insumos
 - de produtos
 - de fatores
 - mão-de-obra
 - força animal
 - maquinário
 - capital de giro

As atividades de produção podem ser classificadas da seguinte forma:

a.1. - Atividades de Produção, de acordo com o uso de recursos

Concorrentes - São aquelas atividades que requerem na mesma época os mesmos recursos, ou seja, competem por mão-de-obra, terra, capital, etc. Definida uma certa quantidade de recursos, o aumento na produção de uma atividade só pode ser conseguido diminuindo-se o nível da outra. Assim temos, por exemplo, arroz, soja, milho, amendoim, melancia e pecuária de leite.

Complementares - São aquelas atividades que fornecem insumo para a produção de outra. Aumentando-se o nível de produção de uma atividade complementar, a atividade beneficiada aumentará na mesma proporção. Exemplo: pecuária e biodigestor. A primeira fornece esterco (matéria-prima) para a segunda.

Suplementares - São aquelas atividades que não interferem nas atividades já escolhidas ou principais, sendo que aproveitam certos recursos ociosos. Uma cultura de inverno, por exemplo o feijão, aproveita a terra ociosa nessa época do ano.

Auxiliares - são aquelas atividades que entram na produção de uma atividade principal. Exemplo: capineiras, silagem, etc.

a.2. - Atividades de Produção, conforme o grau de relação entre elas

Simples - São as atividades autônomas ou independentes, ou seja, não apresentam quaisquer relações com outras atividades. São produzidas e vendidas independentemente. Exemplo: arroz, amendoim, melancia.

Complexas - São atividades que envolvem atividades auxiliares ou complementares como, por exemplo, a pecuária.

Veja-se a seguir, um modelo esquemático do fluxo energético através das interrelações entre as atividades, consideradas num sistema integrado. Em anexo, no final deste estudo, estão relacionadas todas as atividades programadas.

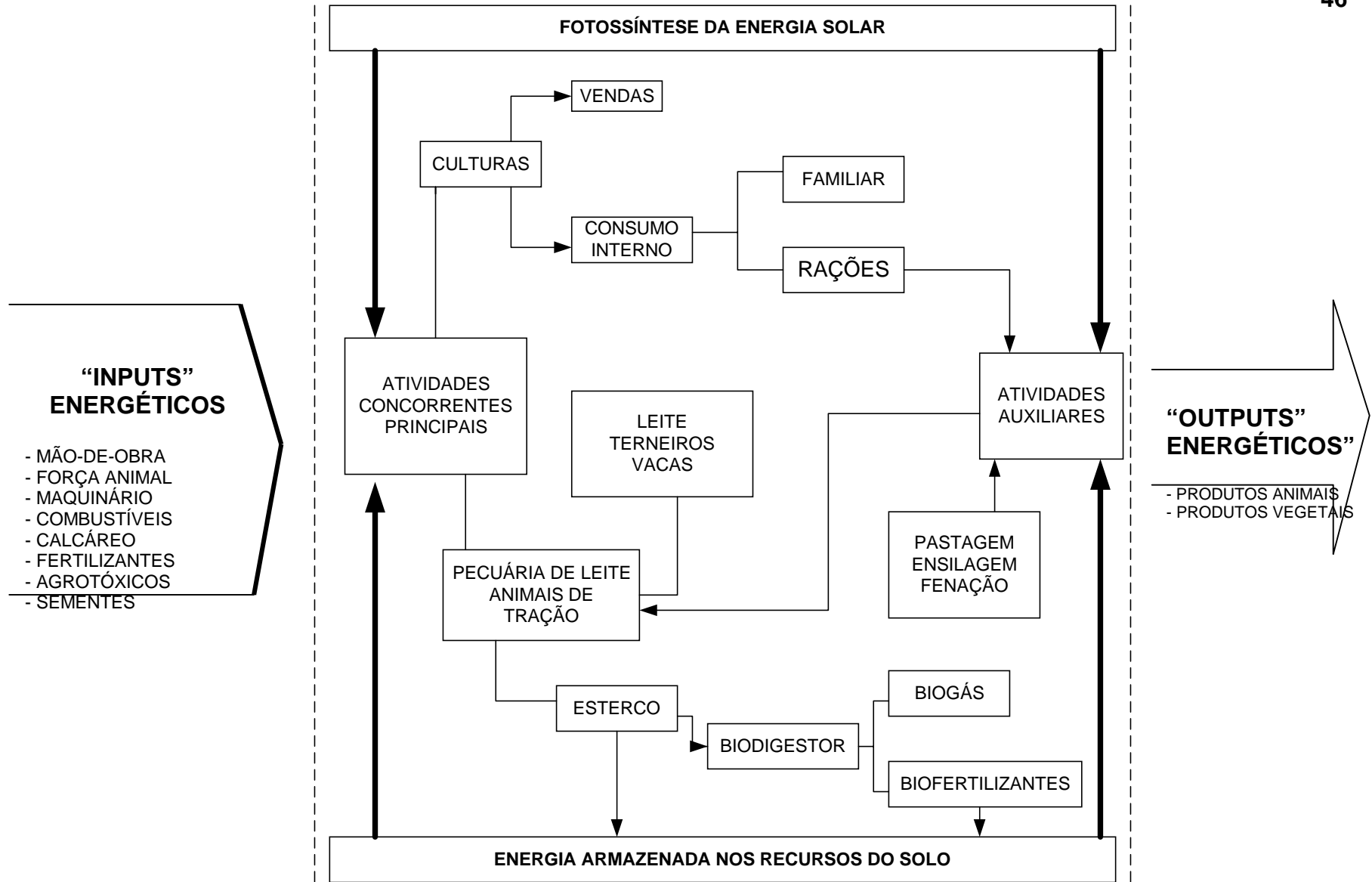


Gráfico 4 - Fluxo energético e relação entre as atividades programadas

Dentro deste modelo, as transferências internas não foram consideradas, apenas se considera o que entra e o que sai da propriedade, em termos de valores econômicos e energéticos.

Neste contexto, entraram em competição pelos recursos disponíveis diversas atividades de produção (culturas e pecuária) com diferentes processos de produção. Cada processo caracteriza-se por utilizar os recursos de forma diferenciada, ou seja, utilizando mais mão-de-obra ou mais trator, etc.

A pecuária entrou na programação com um nível fixo mínimo, com o objetivo de ativar a atividade biodigestor através do esterco, podendo desta forma produzir energia (biogás) e biofertilizante.

Os fertilizantes químicos competem com o esterco ou biofertilizante (se a atividade biodigestor for competitiva), podendo, num determinado momento, aparecer somente uma das fontes de nutrientes ou uma combinação delas para nutrir uma determinada cultura, pressupondo uma fertilidade do solo constante.

As atividades auxiliares não produzem diretamente, mas fazem parte da atividade pecuária de leite. A mistura de ração, que é feita na própria fazenda, pode utilizar os produtos produzidos no local ou eventualmente comprar milho e/ou soja se for compensadora em termos econômicos ou energéticos.

3.2.3.3. Restrições

O modelo está sujeito às restrições dos seguintes fatores:

- Terra.
- Mão-de-obra.
- Força animal.
- Trator.
- Capital de giro
- Insumos modernos

Fator Terra: para se conhecer o potencial de uso deste fator, procedeu-se a uma análise química em laboratório de 8 (oito) amostras de solo coletadas em toda a propriedade. Através desses resultados e de outras características, como fatores topográficos e agrônômicos em geral, classificou-se o solo para fins de exploração conforme o seu potencial de uso. Os resultados das análises do solo, bem como seu potencial de uso, encontram-se em anexo no final deste estudo.

A terra disponível para a programação foi de 42,8 ha, podendo ser utilizada tanto no inverno quanto no verão. Dessa área, 6 ha foram fixados para café (ano todo), 3,7 ha como área mínima para arroz irrigado (verão), 4 ha no mínimo para pastagem natural (ano todo), 3,3 há para pastagem de inverno e 1,0 ha, no mínimo (ano todo), para capineiras. O restante da área foi "disputado" por todas as atividades (com exceção do café), sendo que o arroz poderia ocupar até 10,7 ha, cana até 7 ha, e as demais, até 15 ha. O objetivo dessas restrições de área máxima é no sentido de se evitar possíveis monoculturas.

Fator Mão-de-obra: A mão-de-obra disponível na propriedade é toda assalariada e composta por três famílias que ali residem. A unidade padrão considerada foi a hora-homem (H.H.), estabelecendo-se uma jornada normal de 8 horas diárias durante 26 dias por mês e 12 meses de trabalho por ano. Temos a disponibilidade total desse fator conforme a tabela a seguir:

Tabela 8 - Força de trabalho em equivalente homem disponível, permanente na propriedade

MÃO-DE-OBRA	Nº	EQUIVALENTE HOMEM	H.H. TOTAIS - ANO
Homens	4	4,0	9.984
Mulheres	2	1,6	3.993
Crianças	2	1,0	2.496
Total	8	6,6	16.473

Fonte: Dados da pesquisa

Desse total disponível de Horas-homem, descontou-se 20%, relativo às horas dispendidas em atividades não diretamente produtivas para a

empresa (trabalhos domésticos, escola, etc.), restando 13.176 H.H. para serem programadas. Este total foi dividido em 6 períodos de utilização de 2 meses cada um, visando uma melhor racionalização no uso deste fator durante todo o ano.

Conforme o modelo, esta mão de obra será utilizada em primeiro lugar, até o seu limite de disponibilidade, pois o seu custo é inferior ao custo da mão-de-obra temporária. Se houver maior necessidade em quaisquer períodos, será utilizado mão-de-obra temporária.

Fator Força Animal: De modo semelhante a mão-de-obra, considerou-se como unidade de força animal a hora-animal (H.A.), adotando-se uma jornada de 8 horas por dia, durante 26 dias/mês e 12 meses/ano. O total de H.A. em um exercício agrícola, referente a 3 animais eqüinos, foram divididos também em 6 períodos de utilização de 2 meses, com 1.248 H.A. cada um.

Neste caso, também este potencial disponível será utilizado em primeiro lugar. Para uma necessidade de força-animal, em quaisquer períodos, será contratado horas animais temporárias a um custo superior às H.A. disponíveis.

Fator Trator e Equipamentos: A propriedade dispõe de dois microtratores com os respectivos equipamentos, para serem utilizados.

A unidade aqui considerada foi a hora-trator (H.T.). Os custos computados foram os custos operacionais e depreciações, tanto econômicas quanto energéticas. O número total de H.T. disponíveis no exercício agrícola foi dividido em 6 períodos de 2 meses com 832 H.T. por período. O modelo prevê a utilização preferencial dessas disponibilidades em cada período. Em quaisquer períodos poderá haver a contratação H.T. extras, em qualquer quantidade, se o que existe for insuficiente. Na H.T. contratada inclui-se o respectivo implemento para a operação para a qual foi contratado, mas não inclui o operador

Capital de Giro: Não foi imposta qualquer limitação física ao volume de capital de giro a ser aplicado na empresa durante um exercício agrícola. Este fator pode ser comprado, de acordo com as necessidades, ao custo de 6% de juro ao ano.

Insumos Modernos: Neste grupo de fatores estão incluídos: fertilizantes, agrotóxicos, calcáreo, sementes, produtos sanitários animais, ração, combustíveis, lubrificantes e graxas, e energia elétrica. Todos entram nas quantidades requeridas pelos níveis das diversas atividades em qualquer plano de produção.

As necessidades de nutrientes foram consideradas em Kg dos elementos N, P, K, oriundos de diversas fontes de produtos comerciais, e concorreram com os mesmos nutrientes oriundos do biofertilizante ou esterco.

Os agrotóxicos, sementes e produtos animais foram considerados em Cr\$/ha e Cr\$/U.A. (Unidade Animal), respectivamente.

No caso do calcáreo, considerou-se 5 anos o período de sua atuação no solo, dividindo-se por 5 a quantidade requerida para cada cultura. A ração para animais de leite é fabricada na propriedade, na base de milho (50%), Cana (30%) e Soja (20%). Essa matéria prima pode ser produzida na propriedade ou comprada fora (Milho e Soja), se for viável economicamente.

Para combustíveis, lubrificantes e graxas, o coeficiente utilizado foi 1,15 litros por H.T. (o microtrator consome 1 lt de diesel/hora). A energia elétrica gasta foi somente para a atividade leiteira na base de Cr\$ 6,50/KWA.

Veja-se em anexo no final deste estudo a matriz dos coeficientes técnicos utilizados nesta pesquisa.

3.3. Modelo Matemático

3.3.1. Função Objetivo

a) Primeira Função Objetivo

A primeira Função Objetivo maximiza a receita líquida ou seja, receita total menos os custos variáveis totais. Matematicamente pode ser expressa assim:

$$\text{MAX. R.L.} = \sum_{i=1}^{14} P_i Q_i - \sum_{x=1}^{10} P_x I_x - \sum_{n=1}^2 \sum_{t=1}^6 P_n M_{nt} - \sum_{j=1}^2 \sum_{t=1}^6 P_j t - \sum_{z=1}^2 \sum_{t=1}^6 P_z H_{zt} - \sum_{t=1}^6 P_c C_t - \sum_{y=1}^{72} D_Y N_Y$$

Sendo:

R.L. = Receita líquida

P_i = preço do produto i

Q_i = quantidade vendida do produto i

P_X = preço do insumo X

Q_X = quantidade do insumo X.

M_{nt} = quantidade de mão-de-obra do tipo n (permanente e temporária) utilizada no período t.

P_{Mn} = preço da mão-de-obra do tipo n.

C_t = quantidade consumida de combustível e lubrificante no período t

P_c = preço do combustível e lubrificante.

F_{jt} = quantidade de força animal do tipo j (própria e alugada).utilizada no período t.

P_{Fj} = preço da força animal do tipo j.

H_{zt} = quantidade de horas trator do tipo z (próprio e alugado) gastas no período t.

P_{H_z} = preço da hora trator do tipo z.

D_Y = depreciação total do maquinário utilizado por unidade da atividade Y.

N_Y = nível da atividade Y (hectares).

b) Segunda função objetivo

Essa função maximiza o balanço energético, ou seja, a energia produzida menos a energia consumida. Matematicamente pode ser expressa assim:

$$\text{MAX. B.E.} = \sum_{i=1}^{14} E_i Q_i - \sum_{t=1}^6 E_{Mn} M_{nt} - \sum_{t=1}^6 E_{Fj} F_{jt} - \sum_{t=1}^6 E_{c} C_t - \sum_{x=1}^{10} E_x I_x Q_x - \sum_{y=1}^{72} E_D Y N_Y$$

Sendo:

BE = Balanço energético

E_i = coeficiente energético do produto i

Q_i = quantidade vendida do produto i

EM = coeficiente energético da Mão-de-obra

M_t = quantidade total de mão-de-obra utilizada no período t

EF = coeficiente energético da força animal

F_t = quantidade total de força animal utilizada no período t

E_c = coeficiente energético dos combustíveis e lubrificantes

C_t = quantidade de combustível e lubrificante gastos no período t

E_{IX} = coeficiente energético do insumo X

Q_X = quantidade gasta do insumo X

ED_Y = coeficiente energético total de depreciação por unidade da atividade Y

N_Y = nível da atividade Y

3.3.2. Restrições

3.3.2.1. Terra

- a) $\sum_{x=1}^{20} TY_v \leq DT_v$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{o uso de terra para a atividade Y no verão é menor ou igual a} \\ \text{disponibilidade de terra no verão.} \end{array} \right.$
- b) $\sum_{y=1}^8 TY_i \leq DT_i$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{o uso de terra para a atividade y no inverno é menor ou igual} \\ \text{a disponibilidade de terra no inverno.} \end{array} \right.$
- c) $TY_i \leq b$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{o uso de terra para uma determinada atividade Y é menor ou} \\ \text{igual que uma certa disponibilidade b.} \end{array} \right.$

3.3.2.2. Mão-de-obra

$$\sum_{y=1}^{72} MtYt \leq DMpt \left\{ \begin{array}{l} \text{A mão-de-obra permanente utilizada na atividade Y no período} \\ \text{t, é menor ou igual à disponibilidade de mão-de-obra} \\ \text{permanente no período t. (t = 1, 2, \dots, 6).} \end{array} \right.$$

3.3.2.3. Força Animal

$$\sum_{y=1}^{72} FpYt \leq DFp \left\{ \begin{array}{l} \text{A força animal permanente utilizada na atividade Y no período t} \\ \text{é menor ou igual à disponibilidade de força animal permanente} \\ \text{no período t.} \end{array} \right.$$

3.3.2.4. Trator

$$\sum_{y=1}^{72} HpYt \leq DHpt \left\{ \begin{array}{l} \text{A quantidade de horas trator próprio utilizado na atividade Y no} \\ \text{período t é menor ou igual a quantidade disponível de horas trator} \\ \text{próprio no período t.} \end{array} \right.$$

3.3.2.5. Balanço Energético (válido para a primeira função objetivo)

$$BE \geq E \left\{ \begin{array}{l} \text{O balanço energético (BE) é maior ou igual a um determinado} \\ \text{valor E.} \end{array} \right.$$

3.3.2.6. Receita Líquida (válido para a segunda função objetivo)

$$RL \geq L \left\{ \begin{array}{l} \text{A Receita Líquida (RL) é maior ou igual a um determinado valor L.} \end{array} \right.$$

CAPÍTULO IV

ANÁLISE DOS RESULTADOS

Este capítulo apresenta duas partes, sendo uma análise da situação atual da empresa e uma programação.

Para cumprir a primeira etapa, foi feita uma contabilização dos resultados econômicos e energéticos das atividades desenvolvidas pela empresa no último ano agrícola (Julho/80 a (Julho/81).

Além de traduzir esses resultados em termos dos índices representativos da eficiência econômica e energética da empresa, esta parte da análise procura detalhar, da melhor forma possível, os componentes de custos, bem como todos recursos envolvidos na empresa na situação atual. Além disso, são também analisados comparativamente a eficiência energética de cada atividade em particular.

Para a segunda parte deste estudo, foram utilizados os métodos de programação linear simples. A análise a través deste método não enfoca o desenvolvimento da empresa através do tempo, mas sim, apenas simula situações que podem ocorrer em quaisquer tempos, ou sejam, situações encontradas na empresa através de "cortes" no tempo ("cross-section").

Através desse método, quatro tipos principais de investigação foram feitos:

a) Determinação da receita líquida máxima da empresa e respectiva eficiência energética nesse plano de produção.

b) Determinação da máxima eficiência energética da empresa e a respectiva receita líquida nesse plano de produção.

c) Determinação da eficiência energética e da receita energia líquida máxima da empresa para diferentes preços de (energia consumida).

d) Determinação da eficiência energética da presa para diferentes níveis de receita líquida, considerados para cada preço da energia.

Para cada plano de produção foram analisadas as atividades competitivas e os recursos envolvidos.

Na parametrização do preço da energia (item **c**), foram utilizados 11 valores, relativos a aumentos graduais desde o preço básico estudado (Cr\$3,40/Kcal) até aumentos de 200% sobre o preço básico.

Na parametrização da receita líquida com maximização da eficiência energética (item d), foram utilizados 4 níveis de receita líquida, partindo-se do nível máximo conseguido para cada preço de energia e declinando até atingir o mais alto índice de eficiência energética.

Foram também analisados nesta segunda etapa da pesquisa, os coeficientes energéticos de cada atividade programada, mesmo as não competitivas, ou sejam, as que não foram contempladas em quaisquer planos de produção.

Por fim, testou-se um plano sem restrições de terra (restrições ecológicas), com o objetivo de detectar as possíveis monoculturas.

4.1. Estudo da Situação Atual

No último ano agrícola, apenas 32% da área total da propriedade foi explorada com atividades diretamente produtivas. Em ordem decrescente de área utilizada foram as seguintes as linhas de produção:

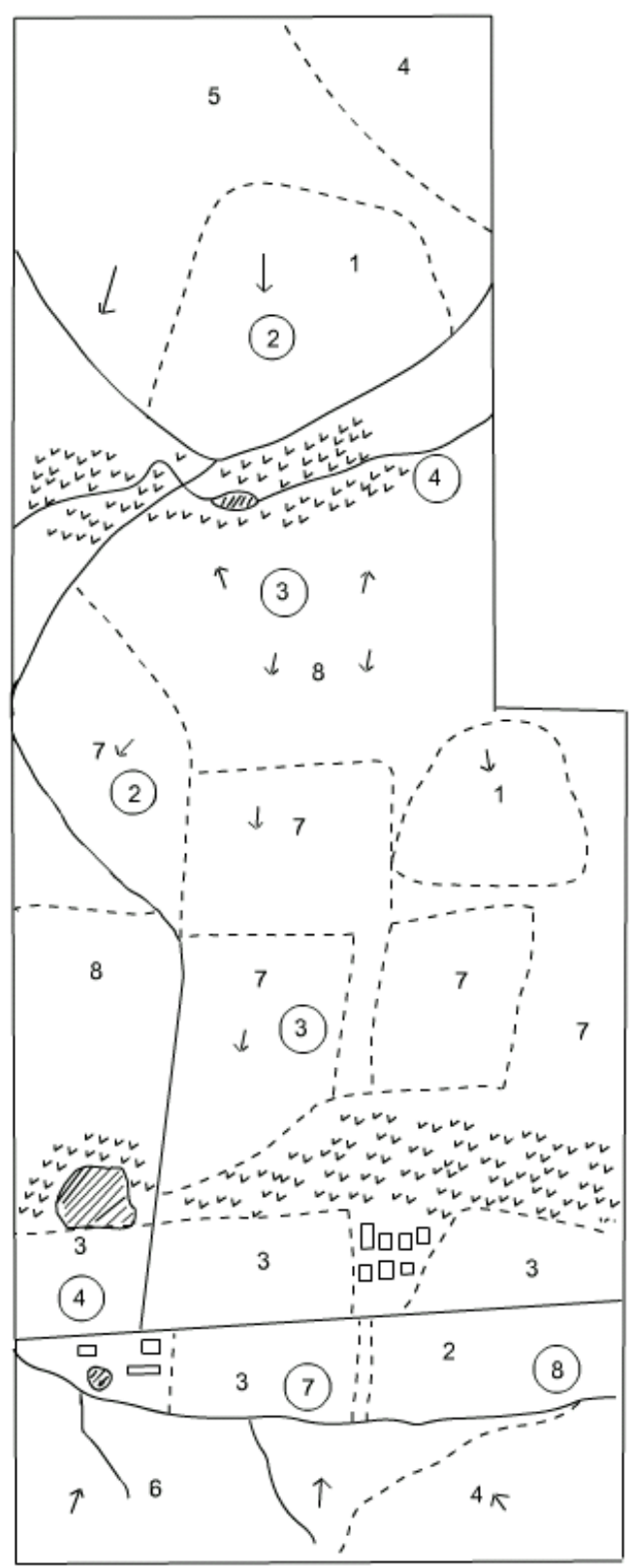
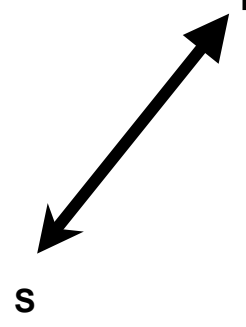
Tabela 9 - Da terra no último ano agrícola (julho/80/julho/81)

ATIVIDADE	ÁREA (ha)
Café	6,0
Arroz	3,7
Milho/Feijão	2,0
Olericultura	2,0
Feijão	1,6
Melancia	1,6
Batata	1,0
Milho	0,4
Amendoim	0,2
Total	18,5

Fonte: Dados da Pesquisa.

Veja-se na página a seguir, o mapa de localização dessas culturas.

Dessas atividades, apenas 4 (arroz, batatinha, feijão e melancia) mostraram resultados econômicos positivos. Das atividades restantes a olericultura e o café tiveram um comportamento altamente negativos em termos econômicos para a empresa, a primeira devido aos dispendiosos custos de produção principalmente com relação à mão-de-obra, e o café por não oferecer ainda uma produção comercial adequada.



LEGENDA

- 1. Cafezal
- 2. Olericultura
- 3. Arroz
- 4. Mata
- 5. Mata/capoeirão
- 6. Pasto natural
- 7. Culturas de batata, melancia, milho, feijão e amendoim.
- Capoeira
- ▨ Construções da sede
- ∩ Lagoas ou açudes
- ∩ Brejo, Várzea
- ∩ Córregos
- ∩ Declividades
- Estrada
- Amostras de solo

FIGURA 2 – MAPA DA SITUAÇÃO ATUAL DA PROPRIEDADE
 ESCALA – 1:4.000

FONTE: Dados da Pesquisa

4.1.1. Medidas de eficiência econômica

A receita total da empresa no fim do último ano agrícola atingiu o montante de Cr\$ 1.310.200,00. Por outro lado as despesas ultrapassaram ao valor da receita bruta totalizando cerca de Cr\$1.736.568,00. Isto acarretou para a empresa uma eficiência econômica negativa de Cr\$ 396.368,00.

O desempenho de cada atividade para a composição desta situação da empresa nesse período agrícola consta da tabela a seguir.

Tabela 10 – Receita líquida das atividades no ano agrícola estudado.

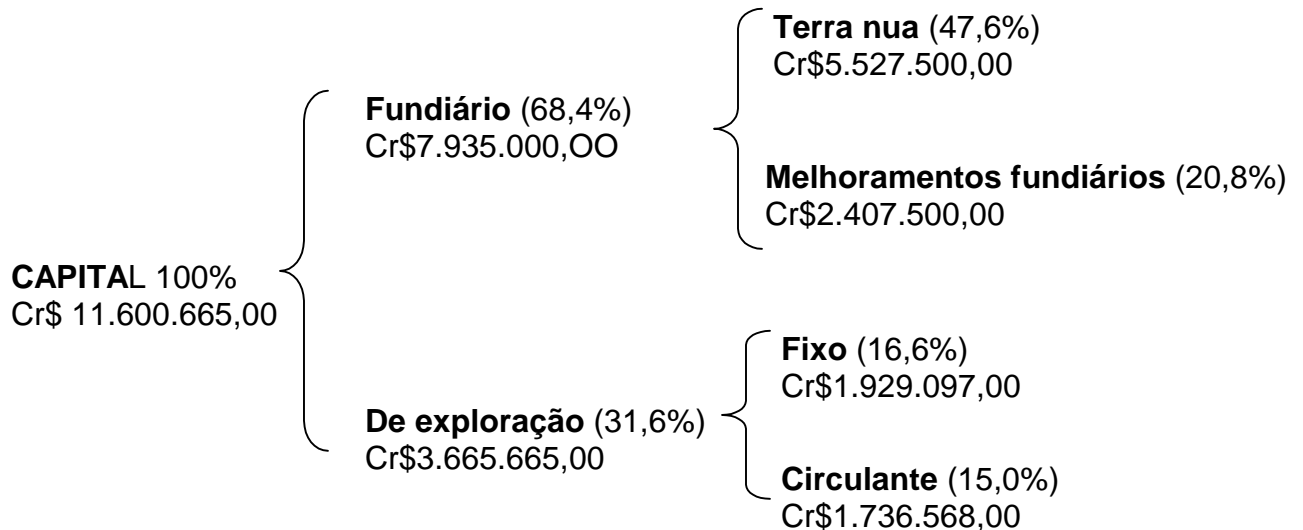
ATIVIDADE	ÁREA (ha)	RECEITA BRUTA (Cr\$)	CUSTOS (Cr\$)	RECEITA LÍQUIDA (Cr\$)	RECEITA LÍQUIDA/ha (Cr\$)
Melancia	1,6	240.000,00	170.558,00	69.442,00	43.401,00
Feijão	1,6	148.000,00	82.436,00	65.564,00	40.977,00
Arroz	3,7	247.000,00	210.960,00	36.040,00	9.741,00
Batata	1,0	252.000,00	229.767,00	22.233,00	22.233,00
Milho	0,4	13.531,00	16.645,00	- 3.114,00	- 7.785,00
Milho/Feijão	2,0	139.669,00	150.196,00	- 10.527,00	- 5.263,00
Amendoim	0,2	20.000,00	40.501,00	- 20.501,00	- 102.505,00
Café	6,0	30.000,00	204.841,00	- 174.841,00	- 29.140,00
Olericultura	2,0	250.000,00	630.664,00	- 380.664,00	- 190.332,00
Total	18,5	1.340.200,00	1.736.568,00	- 396.368,00	-

FONTE: Dados da Pesquisa

Observação: para uma análise mais completa dos custos de produção por atividade, consulte os quadros em anexo no final deste estudo.

4.1.2. Alocação dos fatores de produção

a) **O capital** no último ano agrícola, efetuou-se uma avaliação de todo o capital atual da empresa, constatou-se um montante de Cr\$ 11.600.665,00, classificado da seguinte forma:



b) **Terra** – Este fator apresentou um nível de sub-utilização relativamente acentuado. A parte explorada representou apenas 32% da área total. Descontando-se 5 ha inaproveitáveis (áreas de sede, lagos, estradas, pedras, etc.), e mais 10 ha destinados à reserva técnica (mata, capoeirão), a área explorada poderia ser aumentada em mais de 100% em relação ao último exercício agrícola, ou seja, poderia se dispor de até 46,8 ha para as atividades produtivas. Isso provocaria uma racionalização no uso de outros fatores, ora em níveis de sub-utilização.

Outro aspecto importante a ser considerado é o alto índice de diversificação das atividades exploradas, cada uma com áreas muito reduzidas, o qual pode afetar a produtividade de outros fatores como mão-de-obra, uso de tratores e força animal. Numa operação de aração, por exemplo, gasta-se mais tempo (tempo de trator, tempo de mão-de-obra), por metro quadrado arado do que numa área grande.

c) **A Mão-de-obra** - Este fator constituiu-se no fator de maior peso na composição dos custos da empresa no último ano agrícola, sendo responsável por 45% dos custos totais. Uma explicação para este fato é que sendo a mão-de-obra fixa e paga mensalmente, nem toda ela é aplicada produtivas. Pelo menos 25% dessa mão-de-obra isso faz com que o custo da hora-homem efetivamente empregada eleve-se em cerca de 50%, ou seja, de 47,60 para Cr\$72,00. Como o empresário não tem intenções de desfazer-se dessa mão-de-obra ociosa devido à dificuldade de novas contratações, nas etapas de maior necessidade, a solução seria então uma melhor programação desse fator para um aproveitamento racional em todos os períodos do ano, através de modificações na composição das atividades.

As atividades maiores responsáveis pelo uso de mão-de-obra foram olericultura (40%), café (19,3%) e batata (12,3%). O consumo desse fator pelas outras atividades foi relativamente pouco expressivo.

Considerando-se a intensidade de uso do fator, ou seja, o consumo de horas-homem por hectare, a olericultura ocupa ainda a primeira posição com 33,9%, seguida pela atividade batata com 20,8% e amendoim 19,8%. As demais atividades apresentaram uma intensidade de uso desse fator relativamente uniforme, dividindo entre si a parcela restante.

As operações principais responsáveis pela alta utilização de mão-de-obra em cada atividade podem ser detectadas. No caso da olericultura, todas as operações, desde o preparo do solo, plantio, tratos culturais, colheita e classificação, são praticamente realizados manualmente. Some-se a isto também o fato de ser uma, atividade altamente diversificada, pois engloba muitas pequenas culturas, cada qual com tratos diferenciados. A batata apresenta duas operações onde se utiliza mais mão-de-obra, que são a colheita e a classificação. As demais atividades, não apresentam operações de peso relativo significativo no consumo de mão-de-obra.

d) **Os Insumos modernos** - Este item, foi o segundo em importância na composição dos custos da empresa no último exercício agrícola

(26,4%). Como envolve diferentes unidades, transformou-se tudo em cruzeiros. Em ordem decrescente as atividades que mais consumiram insumos modernos foram: olericultura (29,3%), batata (19,4%), arroz (12,5%) café (12,3%), milho/feijão (10,6%), melancia (8,7%), feijão (5%), milho (1,2%), amendoim (1,0%).

As atividades mais intensivas no uso de insumos modernos foram a olericultura (23,7%) e batata (31,4%). Nas demais, o consumo de insumos modernos esteve distribuído de forma equilibrada entre as atividades, não apresentando qualquer destaque.

e) **A Moto-mecanização** - O grau de uso de motomecanização foi medido através do número de horas-trator (microtrator) utilizadas. Embora a propriedade possuísse dois microtratores para uso nas atividades, este fator ficou ocioso na maior parte do tempo. O número total de horas-trator utilizadas foi de apenas 546¹. Se considerarmos uma jornada de 8 horas, durante 26 dias por mês e 12 meses no ano, verifica-se que o uso de trator pela empresa atingiu um índice de ociosidade de 89%, aproximadamente. Isto significa que apenas um trator seria mais que suficiente para atender a demanda de serviço na situação atual da empresa.

Analisando-se o uso de trator pelas atividades, verifica-se que a olericultura colocou-se em primeiro plano sendo responsável por 45,4% do total de horas gastas. Em seguida aparece a atividade arroz, utilizando 19,6%. As demais atividades dividiram entre si de forma mais ou menos uniforme, os 35% restantes de horas-trator.

Quanto à intensidade de uso, verifica-se uma distribuição diferente. O amendoim apresenta um consumo por hectare de 32,7 % de todo o potencial gasto pela empresa. Em seguida aparecem a olericultura (30,5%) e batata (11,5%). Das outras atividades, nenhuma se destaca quanto à intensidade de uso desse fator, apenas diluem entre si o restante de horas gastas.

f) **A Força animal** - Este fator foi muito pouco utilizado na empresa. Do potencial disponível, referente aos 3 animais eqüinos presentes na propriedade, apenas 2% foi utilizado. Um maior incremento no uso deste fator em substituição à tração mecânica proporcionaria uma diminuição dos custos da empresa, visto que este fator apresenta reduzidos custos operacionais. Além disso afetaria positivamente o balanço energético, pois não envolve energia fóssil.

As atividades que se utilizaram desse fator em grau relativamente maior foram o arroz com 77,5% e milho-feijão com 10,5%. Na primeira atividade, a operação responsável pela maior parte desse consumo foi o nivelamento do terreno para o plantio.

Quanto a milho-feijão, a força animal foi mais utilizada na operação de capina.

Outras três atividades - melancia, milho e amendoim dividiram entre si e inexpressiva parte restante da força animal utilizada no último ano agrícola.

g) **Outros** - Este item engloba vários tipos de desembolsos em dinheiro durante o ano e que foram rateados por todas as atividades. Esses gastos referem-se ao Funrural, graxas, lubrificantes, diesel, gasolina, Imposto Territorial Rural (ITR), peças e reparos, conserto de cercas e limpeza de pastos, fretes, e contribuem com 14% para a composição dos custos no último ano agrícola. Estes custos estão especificados em anexo no final deste estudo.

4.1.3. Medidas de Eficiência Energética

Com base nos quadros de consumo de fatores e insumos e na produção dos diversos produtos, efetuou-se os cálculos da eficiência energética para a empresa como um todo e para cada atividade em particular.

Para a estimativa da E.E. da empresa como um todo, não se calculou o consumo de certos produtos pelo empresário, ou pelos empregados,

produtos considerados de subsistência em forma de regalias. Também não se incluiu no cálculo gastos energéticos feitos pelos assalariados como por exemplo; gás de cozinha, lenha, querosene, etc. Considerando essas restrições, a eficiência energética da propriedade atingiu nesse último ano agrícola um índice de 1,2. Sem dúvida, um coeficiente que pode ser considerado muito baixo. As atividades café, principalmente, e olericultura foram as que mais contribuíram para fazer declinar a Eficiência energética da propriedade até esse nível, conforme pode ser visto na tabela 11 a seguir.

Tabela 11 - Eficiência energética das atividades do último ano agrícola em ordem decrescente.

ATIVIDADE	ÁREA – ha (1)	IN-PUT – Mcal (2)	OU-PUT – Mcal (3)	EE (3/2)
Milho/feijão	2,0	6.842,56	27.283,47	3,98
Milho	0,4	1.290,30	4.699,20	3,64
Arroz	3,7	24.005,90	48.146,00	2,00
Feijão	1,6	4.487,83	7.685,54	1,71
Melancia	1,6	8.612,84	10.528,00	1,33
Amendoim	0,2	2.844,85	3.258,00	1,15
Batata	1,0	9.738,10	9.450,00	0,97
Olericultura	2,0	31.322,00	9.472,00	0,30
Café	6,0	11.780,90	411,00	0,03

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para a baixíssima eficiência energética da atividade café, dois fatores contribuíram de forma decisiva: em primeiro lugar, o seu próprio coeficiente energético é bastante baixo e em segundo lugar, a sua baixa produtividade conseguida naquele ano, cerca de 60 kg/ha de café seco.

Quanto à olericultura cerca de 40% dos gastos energéticos foi devido ao alto consumo de combustíveis, tanto na irrigação, quanto no transporte dos produtos ao mercado consumidor.

Importante observar que a atividade milho consorciado com feijão teve uma eficiência energética superior às atividades milho e feijão com cultivo solteiro. Isto já é um bom indicador em favor da consorciação de culturas ao invés da monocultura.

4.1.4. Conclusões sobre a situação atual

Um rápido resumo da situação da empresa pelo que apresentou no último exercício agrícola, aponta várias causas responsáveis pelo seu crítico desempenho nesse período. A permanecer os níveis atuais de disponibilidade da mão-de-obra, da força animal e do maquinário, o ponto de estrangulamento para uma melhor performance do empreendimento será a terra.

O baixo nível de utilização desse fator, impede uma exploração potencial do estoque disponível de mão-de-obra, trator e força animal. Para um lucro compensador, que justifique o volume de capital investido no empreendimento, é imperativo a expansão imediata do fator terra, até o limite de sua disponibilidade ou até que se esgote o potencial de qual quer um dos outros fatores.

Outro aspecto é que o alto custo da mão-de-obra e dos insumos modernos, exige que sua aplicação se verifique em atividades de máximo retorno marginal.

Dessa forma, a olericultura, dados os processos de produção atuais, deve ser descartada como linha de produção, pois sozinha responde por 64% dos prejuízos totais das atividades deficitárias.

A cafeicultura, cuja participação no prejuízo da empresa foi de aproximadamente 30%, não deve ser desativada, pois apenas no próximo ano entrará em produção comercial.

O amendoim apresentou também um desempenho altamente negativo, ou seja, o segundo maior prejuízo por hectare e, a permanecer as técnicas atuais de exploração, deve ser descartado.

Quanto às demais atividades deficitárias, uma melhor racionalização no uso de mão-de-obra e insumos modernos, somados a uma boa condução das culturas quanto aos aspectos técnicos, será suficiente para melhorar os seus desempenhos e torná-las lucrativas.

A questão da excessiva diversificação das atividades é outra questão que precisa ser corrigida, pois afeta negativamente a produtividade dos fatores mão-de-obra e equipamentos, principalmente. Com o aumento da área explorada e exclusão das atividades menos competitivas, o empresário poderá atingir um certo equilíbrio benéfico entre diversificação versus especialização.

Há ainda a possibilidade de explorar outras atividades, como também a expansão das culturas atuais de melhor desempenho. Isso depende porém das preferências futuras do empresário.

A força animal representou um dos mais baixos custos dentre todos os fatores de produção da empresa e como tal, deverá merecer atenção especial, em termos de preferência para uso o máximo possível nas operações de tração e transporte dentro da propriedade.

O mesmo pode ser dito da utilização de restos orgânicos e adubação verde, como complemento da fertilização química do solo, além da melhoria das condições do complexo biofísico-químico do solo. Ambas as recomendações proporcionariam uma diminuição dos custos de produção, ao mesmo tempo em que afetariam positivamente o balanço energético.

4.2. A Programação

Nesta primeira parte da programação confrontam-se os dois planos ótimos de produção, um estabelecendo a máxima receita líquida para a empresa e o outro fornecendo a máxima eficiência energética. No primeiro plano a eficiência energética atinge o seu ponto mais baixo enquanto que no outro plano a receita líquida atinge o seu ponto de mínimo. Cada um dos planos caracteriza-se por diferentes composições de linhas de produção (atividades), bem como por níveis diferentes de consumo de fatores de produção, em relação ao outro plano.

4.2.1 -Máximas Eficiências Econômica e Energética

Os mais altos índices de eficiência conseguidos para a empresa após as programações são mostrados abaixo, onde no plano “A” se maximizou a receita líquida e no “B” se maximizou a eficiência energética

Tabela 12 – Índices de eficiência econômica e eficiência energética da empresa em dois planos de produção

	A MÁXIMA RECEITA LÍQUIDA	B MÁXIMA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA
Receita Líquida (cr\$)	5.054.192,00	1.612.421,00
Eficiência Energética	1,51	7,07
Receita Bruta (cr\$)	11.208.672,00	5.898.421,00
Despesas (cr\$)	6.154.480,00	4.286.001,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

A partir das atividades programadas e a permanecer os atuais níveis de oferta de recursos, não há qualquer outra possibilidade de, através de novas combinações, ultrapassar os atuais índices nos respectivos planos.

A tabela acima não deixa qualquer dúvida quanto às diferenças significativas entre um plano e outro, apresentando de forma destacada a incompatibilidade entre a eficiência econômica e a eficiência energética.

As técnicas convencionais de produção bloqueiam uma maior aproximação entre esses índices.

Uma análise das principais atividades de produção que participaram de cada plano e os seus respectivos níveis ajudam-nos a detectar as variáveis que mais contribuíram para a realização de cada objetivo ou seja objetivo de máxima receita líquida e o de máxima eficiência energética.

Tabela 13 - Atividades contempladas nos planos de máxima receita líquida (plano A), e máxima eficiência energética (plano B) da empresa.

ATIVIDADES	PLANO A (ha)	PLANO B (ha)
Arroz	3,7	3,7
Café	6,0	6,0
Feijão Tr. animal inverno	15,0	15,0
Pecuária (U.A.)	10,0	10,0
Biodigestor (Unid.)	0,53	0,53
Cana	0,1	7,0
Melancia	15,0	-
Batata	14,3	-
Milho cultivo mínimo	-	7,4
Amendoim	-	15,0
Pasto natural	2,5	2,5
Pasto de inverno	2,0	2,0
Capineiras	1,0	1,0
Ração (t)	9,0	9,0
Ensilagem (t)	8,3	8,3
Milho para silagem	0,2	0,2

Fonte: Dados da Pesquisa.

Como a atividade de café foi fixada, permanece em qualquer plano. Arroz e pecuária também entraram nos planos com seus limites mínimos não

contribuindo muito para a realização de nenhum dos objetivos. O nível máximo atingido pelo feijão de inverno com tração animal mostra ser bastante lucrativo e ao mesmo tempo contribui decisivamente para o aumento da eficiência energética da empresa. A atividade cana mostrou ótima performance quanto à eficiência energética, porém não é muito lucrativa sendo o seu nível no plano "A" estabelecido pela pecuária, como matéria prima para ração. Quanto às atividades melancia e batata, a primeira, embora com boa produtividade (40t/ha), possui baixo teor energético e a batata, embora com alto coeficiente de out-put energético, consumiu muita energia fóssil na produção, principalmente adubos e agrotóxicos. Por isso, ambas não entraram no plano ótimo energético, embora com boa performance econômica. Milho e amendoim, não competitivos economicamente, mostraram ótimo desempenho energético, principalmente o amendoim, pelo seu nível máximo atingido, devido mais ao seu alto coeficiente de out-put e o milho cultivo mínimo, mais pelo seu baixo consumo energético no processo de produção. Quanto à atividade biodigestor, cujo nível está ligado à pecuária leiteira, pela matéria prima que utiliza (esterco), produziu 2.759 m³ de biogás e 118,8 toneladas de biofertilizante no período de um ano agrícola, o que equivale a um biodigestor de 8 m³, aproximadamente. A atividade esterco, não conseguiu entrar em nenhum dos planos concluindo-se que, para a empresa como um todo, é mais vantajoso investir em um biodigestor, para se dispor de biogás e biofertilizante do que não investir e utilizar apenas o esterco diretamente.

As demais atividades, como são auxiliares da atividade pecuária, entraram com níveis idênticos em ambos os planos, já que aquela não se modificou de um plano para outro.

Todas as atividades que não participaram de nenhum dos planos, não mostraram um desempenho competitivo, nem econômico nem energético, por um ou outro dos seguintes motivos: altos custos de produção, baixa produtividade, baixo preço do produto, consumo demasiado alto de energia na produção ou baixo out-put energético.

Com relação à produtividade, vale dizer que isto não afetou a entrada ou saída de quaisquer culturas de um plano ou outro, pois considerou-se

produtividades iguais para as culturas com mais de um processo de produção. A atividade milho cultivo mínimo foi a única exceção, pois considerou-se uma produtividade de 4.600 kg, 200 kg inferior ao milho produzido pelos outros processo considerados.

4.2.1.1. Consumo de Recursos

Na análise comparativa dos níveis de utilização dos recursos envolvidos em cada um dos planos de produção, é possível se verificar quais foram os que mais contribuíram para a máxima receita líquida, mas que demandam muita energia, impedindo um balanço energético satisfatório para a empresa.

a) Mão-de-obra -A mão-de-obra disponível na propriedade não foi suficiente para atender as demandas requeridas em ambos os planos, em nenhum dos períodos de utilização considerados. O plano de "A" máxima R.L. utilizou 53% a mais de mão-de-obra do que o plano de máxima eficiência energética, havendo que contratar quase duas vezes mais mão-de-obra temporária em relação ao estoque disponível. No plano de máxima eficiência energética houve que contratar em torno de 88% de mão-de-obra temporária em relação ao estoque disponível.

As demandas de mão-de-obra pelos 6 períodos de utilização considerados foi outro aspecto interessante. O plano "A" apresentou dois picos de maior necessidade, ou seja, nos períodos 1 (janeiro/fevereiro) e 4 (Julho/agosto), os quais responderam por 22% e 41% respectivamente do total utilizado. Nos períodos 2, 3, 5 e 6, o uso desse recurso ocorreu de forma mais uniforme.

Quanto ao segundo plano, de máxima eficiência energética, não houve praticamente problemas de estacionalidade no uso desse recurso, pois que o mesmo experimentou um comportamento relativamente uniforme no consumo ao longo de todo o exercício agrícola, conforme pode ser verificado na tabela 14.

Tabela 14 - Estacionalidade do uso de mão-de-obra nos planos de máxima receita líquida (plano "A") e máxima eficiência econômica (plano "B") da empresa.

PERÍODO	PLANO "A" (horas-homem)	PLANO "B" (horas-homem)
Janeiro-fevereiro	8.423	5.721
Março-abril	3.948	5.198
Maiο-junho	3.493	2.350
Julho-agosto	15.615	4.582
Setembro-outubro	3.328	3.848
Novembro-dezembro	3.208	3.126
TOTAL	38.015	24.825

Fonte: Dados da Pesquisa.

Com relação à alocação do recurso mão-de-obra pelas atividades, as de maior peso, em se tratando da porcentagem demandada do total utilizado em ambos os planos foram:

Tabela 15 – Demanda de mão-de-obra pelas atividades contempladas nos planos de máxima receita líquida (plano a) e máxima eficiência econômica (plano b) na propriedade

ATIVIDADES	PLANO A	PLANO B
Batata	28%	-
Pecuária	20%	31%
Café	14%	21%
Melancia	12%	-
Amendoim	-	12%
Feijão	7%	11%
Outras	19%	25%
Total	100%	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para a atividade pecuária foi computada toda a mão-de-obra utilizada pelas atividades auxiliares como, ensilagem, cana e milho para ração, etc.

b) Força animal - A disponibilidade de horas-animal por período foi de 1.248.

Este recurso atingiu altos índices de ociosidade nos dois planos estudados. No plano "A", apenas o período 1 apresentou uma demanda além da disponibilidade nesse período, cerca de 75%. No período 4 a demanda se igualou à oferta e nos demais, houve sub-utilização que variou entre 44% e 86% das disponibilidades.

O plano "B" apresentou um subconsumo global maior, tendo o período 1 (janeiro-fevereiro) respondido com a maior parcela, pois utilizou 98% da oferta interna de força animal no período. O período 3 (maio/junho), foi o que menos demandou esse recurso, tendo utilizado apenas 15% do estoque disponível no mesmo período. Os demais períodos caracterizaram-se por apresentar níveis de ociosidade desse recurso que variaram desde 15% até 85% da oferta nesses períodos.

Dentre as atividades responsáveis pela maior demanda de força animal em ambos os planos de produção destacam-se:

Tabela 16 - Demanda da força animal pelas atividades contempladas nos planos de máxima receita líquida (plano A) e máxima eficiência energética (plano B) da empresa.

ATIVIDADES	PLANO "A"	PLANO "B"
Feijão inverno tração animal	18%	22%
Pecuária	17%	20%
Melancia	13%	-
Amendoim	-	11%
Milho cultivo mínimo	-	10%
Outras	52%	37%
Total	100%	100%

Fonte: Dados da Pesquisa.

A pecuária leiteira responde pela força animal utilizada nas suas atividades auxiliares.

c) **Motomecanização** - Tanto no plano de máxima receita líquida como no de máxima eficiência energética, houve acentuada ociosidade desse recurso. No primeiro plano, apenas no período 4 (julho/agosto) houve necessidade de contratação de horas-trator alugado, pois as necessidades ultrapassaram em 36%, aproximadamente, a disponibilidade no período (832 horas). No período 6 (novembro/dezembro) não houve consumo algum. Em todos os demais períodos de utilização a ociosidade atingiu níveis de 66% até 97% do total de horas-trator disponíveis em cada período, sendo que em todo o exercício agrícola apenas 30% da disponibilidade total desse recurso foi utilizado.

Quanto ao plano de máxima eficiência energética, o consumo total foi ainda menor em cerca de 16% em relação ao plano anterior. Por isso, em nenhum período de utilização foi necessário a sua compra externa pois, com exceção do período 6, que não apresentou nenhuma demanda, todos os demais períodos apresentaram um subconsumo desse recurso que variou entre 32% e 87% do potencial disponível em cada período.

A alocação desse recurso no plano "A", apresentou 3 atividades com maior demanda relativa, sendo a batata, que consumiu 48% do total, a melancia 33% e o arroz 11%.

No plano "B", nenhuma das atividades contempladas apresentou uma demanda relativa destacada por horas-trator, todas mantendo um consumo relativamente uniforme.

Devido a alta ociosidade do recurso trator, uma alternativa seria a venda de um dos tratores com a aplicação do capital em melhorias na propriedade. Outra alternativa seria alugá-lo aos proprietários vizinhos, convertendo essa ociosidade em receita para a empresa.

Um aspecto importante que merece destaque neste estudo é o fato de se fazer uso da força animal em quaisquer atividades, pelo menos no transporte dos produtos e dos insumos dentro da propriedade, mesmo nas atividades classificadas como motomecanizadas. O objetivo foi aproveitar esse recurso barato e disponível na propriedade. A isto deve-se, em grande parte, o fato de ocorrer pouca diferença na demanda tanto de força animal quanto de trator nos dois planos de produção considerados (máxima receita líquida e máxima eficiência econômica).

d) **Fertilizantes** - Os nutrientes consumidos pelas culturas em ambos os planos, tiveram duas fontes de origem: adubos químicos e biofertilizante. O modelo selecionou para cada uma delas o elemento fertilizante N. P. K. em quantidade e da fonte mais vantajosa em termos econômicos ou energéticos, de modo a contribuir para a otimização da função objetivo respectiva em cada plano.

Assim é que certas culturas tiveram suas necessidades satisfeitas exclusivamente através de fertilizantes químicos, enquanto outras foram contempladas com biofertilizante, complementado por adubos químicos. No plano "A" as culturas que consumiram apenas fertilizantes químicos foram: arroz, pastagem natural, capineiras, cana, milho para silagem e pastagem de inverno. As que consumiram biofertilizante mais adubos químicos foram: feijão tração animal safra de inverno, melancia, batata e café.

As diferenças nas quantidades consumidas de fertilizantes químicos em cada um dos planos de produção foram altamente significativas. Em relação ao plano "A", no plano de máxima eficiência energética, esse recurso foi o que deu a melhor resposta em termos de economia de energia. Constatou-se que os 3 elementos nutrientes oriundos de fontes sintéticas, reduziram a sua participação nesse plano em cerca de 80% em relação ao plano "A". Esta decisiva contribuição ao plano ótimo de eficiência energética evidencia-se nos componentes da energia gasta em ambos os planos. O nível da energia direta consumida no plano "A", do qual fazem parte os fertilizantes químicos, foi de 168.190 Mcal, enquanto que no plano "B" o consumo foi de 50% menor. Quanto à energia indireta, o seu consumo nesse último plano foi 34% menor que no primeiro.

Quanto ao biofertilizante e biogás, o consumo total foi idêntico em ambos os planos, já que a sua produção depende do nível da atividade pecuária, que não sofreu modificação entre um plano e outro.

Através do aproveitamento do biofertilizante (118,8 t), a empresa deixa de comprar cerca de 1.306,8 kg de nitrogênio, 1.188 kg de fósforo e 1.188 kg de potássio, que equivaleriam, aproximadamente, a 14,4 toneladas dos produtos comerciais sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, economizando cerca de Cr\$ 378.000,00. Esta quantia seria mais que suficiente para amortizar todo o valor investido no biodigestor já no primeiro ano.

Além disso, existe Biogás (2.759 m³) que aos preços daquele ano, chega ao montante de Cr\$ 47.000,00. Mesmo com esta economia de divisas, a atividade pecuária de leite permaneceu no seu limite mínimo em ambos os planos. Isto mostra que a esses preços (de insumos, produtos e energia), outras atividades mostram ser mais competitivas do que a pecuária. Entre essas atividades estão: Milho cultivo mínimo, Milho tração animal, batata, amendoim, melancia e cana. Quanto ao café e o arroz, nada se pode afirmar, pois que tiveram os seus níveis também fixados.

Para uma análise comparativa mais completa dos fertilizantes, veja-se a tabela a seguir.

Tabela 17 – Consumo de elementos nutrientes químicos e biofertilizante por atividade nos planos de máxima receita líquida (plano A) e máxima eficiência energética (plano B)

ATIVIDADES	NITROGÊNIO – N (Kg)		FÓSFORO – P (Kg)		POTÁSSIO – k (Kg)		BIOFERTILIZANTE (t)	
	PLANO A	PLANO B	PLANO A	PLANO B	PLANO A	PLANO B	PLANO A	PLANO B
Arroz	370	370	1.110	1.110	124	124	-	-
Café	1740	1249	-	-	520	371	12,0	21,0
Cana	59	1.239	36	-	5	-	-	46,2
Past. natural	-	-	500	500	-	-	-	-
Past. inverno	630	-	600	87	80	-	-	11,4
Capineira	50	50	-	-	-	-	-	-
Milho silagem	9	9	25	25	4	4	-	-
Batata	6.839	-	26.345	-	4.020	-	44,5	-
Melancia	7.071	-	9.565	-	1.188	-	48,7	-
Amendoim	-	-	-	3.170	-	307	-	26,6
Milho C. min.	-	333	-	884	-	148	-	-
Feijão Inverno tr. animal	-	-	2.318	2.318	273	273	13,6	13,6
Total	16.768	3.250	40.559	8.094	6.214	1.227	118,8	118,8

Fonte: Dados da Pesquisa.

e) **Calcáreo, combustível, sementes e agrotóxicos** - Esses fatores apresentaram modificações quase todas pouco significativas entre um e outro plano de produção.

O calcáreo, que é consumido pela maioria das culturas em igual quantidade, sofreu um pequeno aumento de consumo no plano B em relação ao plano A, cerca de 9%. Esse aumento refere-se à pequena expansão da área cultivada nesse plano, em relação ao primeiro, sendo pouco representativo em termos energéticos, visto que o coeficiente energético do calcáreo é relativamente baixo.

As sementes e defensivos, como detém um coeficiente energético específico maior, experimentaram um decréscimo no consumo de cerca de 30% e 18%, respectivamente, no plano B em relação ao seu consumo no plano A.

O caso dos combustíveis também, por estar diretamente vinculado ao uso do recurso trator, a variação foi proporcional àquele recurso, apresentando um decréscimo de 16%, aproximadamente, no plano B em relação ao plano A.

f) **Terra e capital de giro** – O recurso terra sofreu um acréscimo no plano B em relação ao plano A apenas no inverno, devido principalmente à entrada da atividade milho cultivo mínimo somente naquele plano, visto que apresenta um alto desempenho energético. Este alto desempenho energético verifica-se pelo seu baixo consumo de energia no processo de produção, principalmente, pois envolve poucas operações baseadas na tração animal e mão-de-obra, além do baixo consumo de fertilizantes químicos e agrotóxicos.

Quanto ao capital de giro (capital circulante), este sofreu um decréscimo no plano B em relação ao plano A da ordem de 30%. Isto se verifica em virtude dos altos coeficientes energéticos e alto custo dos insumos modernos e agrotóxicos, principalmente, pois ao maximizar a eficiência energética, ao invés da receita líquida, diminui o consumo desses recursos, trazendo como conseqüência uma menor demanda de capital para a sua aquisição. Concluindo, isso significa dizer

que o aumento das taxas de juro agrícola favorece à eficiência energética ou, melhor dizendo, o subsídio agrícola favorece ao desperdício energético.

4.2.2. Impacto do preço da energia nas eficiências econômica e energética da empresa

Neste tipo de análise, utilizou-se a função objetivo de maximização da Receita Líquida, para aumentos do preço de energia, de 5%, 10%, 15%, 20%, 30%, 40%, 50%, 70%, 100% e 200%.

Para todos os aumentos do preço da energia pesquisados, verificou-se uma variação inversa na eficiência econômica, ao mesmo tempo em que a eficiência energética aumentou.

Os aumentos graduais no preço da energia até ao nível de 200%, provocaram reduções da Receita Líquida de até 23% e aumentaram a eficiência energética em cerca de 43%. Estas variações podem parecer pequenas devido à rigidez imposta pela estrutura de produção, porém merecem importância pois demonstram a tendência experimentada por esses coeficientes face aos aumentos do preço da energia.

Um aspecto a ser observado é que a receita líquida sofreu decréscimos graduais, respondendo negativamente a cada aumento do preço da energia. No caso da eficiência energética, essas variações ocorreram em pontos determinados, não respondendo a todos os impulsos de aumentos de preço. Para aumentos de preço de energia de 5%, a eficiência energética aumentou 8%. De 5% até 30% de aumentos do preço, não houve melhoria da eficiência energética. Novos aumentos só ocorreram quando o preço subiu para 40%, de 40% para 50%, de 100% para 150% e deste para 200%, sendo que para aumentos de 50% para 70% e de 70% para 100%, a eficiência energética não se modificou.

Essas modificações da eficiência energética em pontos determinados significa modificações na estrutura produtiva, com a saída de uma atividade e/ou entrada de outra, mais eficiente energeticamente.

O gráfico 5 ilustra as relações inversas entre eficiência econômica e eficiência energética em decorrência dos aumentos do preço da energia. Para averiguações mais de talhadas, das variações do preço da energia e os seus impactos nas eficiências econômica e energética da empresa, veja-se a tabela em anexo no final deste estudo.

4.2.2.1. Estrutura de produção

Ocorreram modificações, tanto na escolha das atividades pelo modelo, como nos seus níveis, a medida que se passou de um plano de produção para outros, com preços crescentes de energia. Algumas atividades foram gradualmente cedendo seu lugar para outras, mais eficientes energeticamente, como foi o caso da batata que passou de 14,3 ha, a preço "normal" de energia (preço base), para apenas 5,7 ha a preço de energia 200% superior ao preço base.

A atividade feijão tração animal, cultivado no inverno, não sofreu com os aumentos do preço da energia, entrando com um nível máximo tanto no plano 1 (preço base), quanto no plano 6 (preço 200% superior). Isto comprova o seu alto desempenho tanto econômico quanto energético.

A atividade pecuária representa aqui o fenômeno mais importante a ser considerado. Tendo apresentado o mesmo nível mínimo, tanto no plano de maximização da eficiência econômica quanto no da maximização da eficiência energética, a preço normal de energia, caracterizou-se aqui por um desempenho altamente sensível aos preços da energia. Já com aumento do preço de energia de 5%, essa atividade saltou do nível mínimo (10 unidades animais em produção), para 17,6 vacas em produção.

A partir de 50% de aumento no preço da energia, a pecuária atingiu o nível máximo estipulado ou seja, 20 vacas em produção. Essa constatação é muito importante na medida em que valoriza uma atividade complementar, o biodigestor, como fator de diminuição dos custos da empresa, ao substituir os fertilizantes químicos por biofertilizante.

A atividade pecuária não apresenta um bom coeficiente energético, pois muita energia consumida nos processos de produção das atividades auxiliares se perdem nas diversas transferências internas, até chegar ao out-put energético apurado no leite ou na carne. Por isso, não evoluiu do seu nível mínimo ao se maximizar a eficiência energética. A vantagem então se verifica quando essa atividade participa de um sistema integrado, como no caso do biodigestor, onde o aproveitamento da energia é maior, canalizando-se aquela energia que normalmente seria perdida, ou seja, o esterco.

Neste caso, o efeito é muito maior pelo fato desta energia, cujo custo é praticamente nulo, substituir uma energia com custo econômico muito alto e um também elevado coeficiente energético.

As atividades não competitivas em nenhum desses planos de produção foram: soja tração animal, feijão tração mecânica cultivado no inverno, milho tração animal, milho/feijão tração mecânica, milho/soja tração mecânica, milho/soja tração animal e amendoim.

Uma análise mais detalhada das atividades selecionadas, com seus respectivos níveis nos diversos planos de produção, pode ser feito à partir da tabela 18.

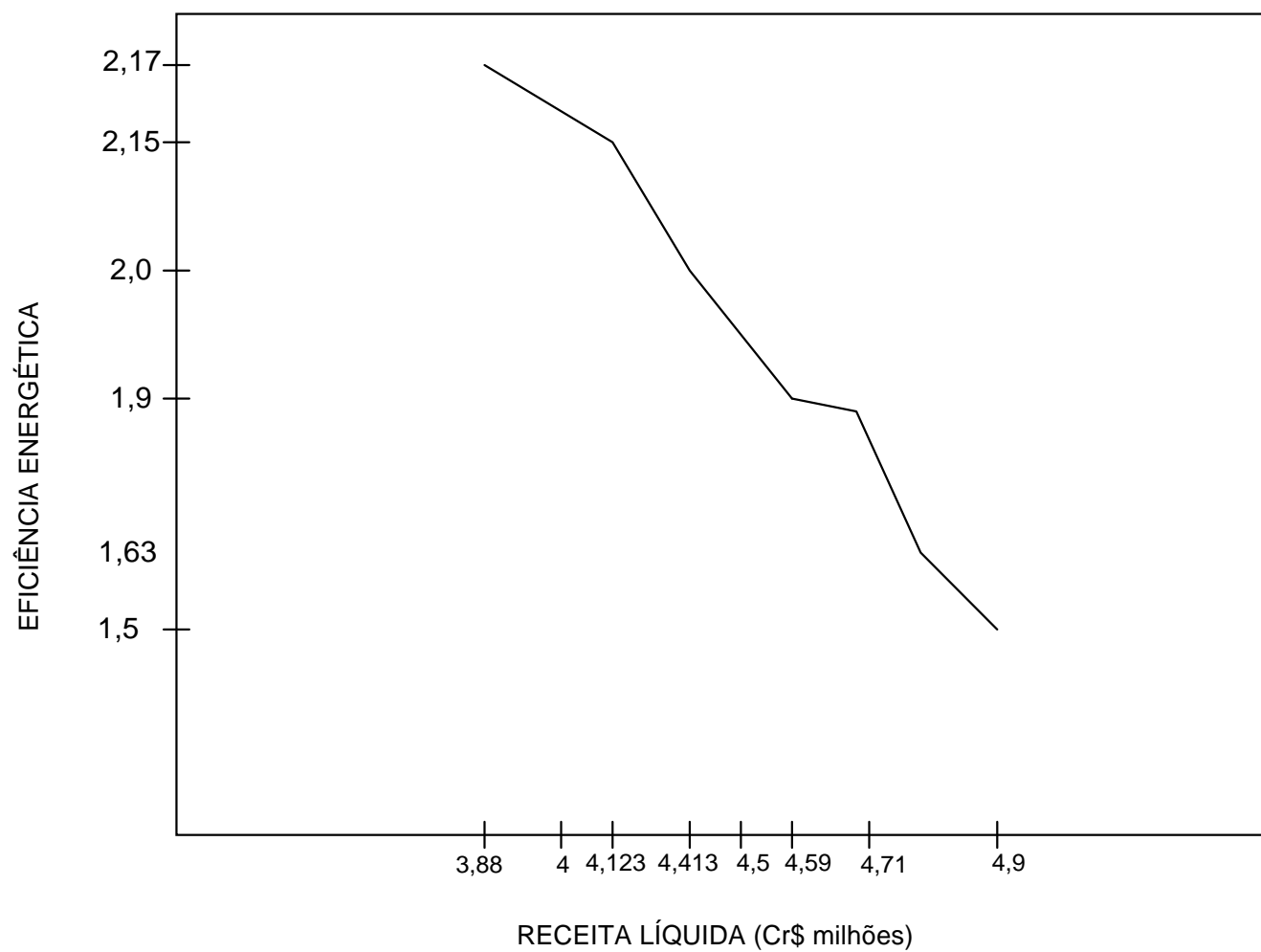


GRÁFICO 5 - RELAÇÕES ENTRE EFICIÊNCIA ENERGÉTICA E EFICIÊNCIA ECONÔMICA NA EMPRESA A DIFERENTES PREÇOS DE ENERGIA

Tabela 18 - Impacto de diferentes preços de energia na seleção de atividades e seus níveis.

ATIVIDADES	N Í V E I S (ha)					
	PLANO 1	PLANO 2	PLANO 3	PLANO 4	PLANO 5	PLANO 6
Arroz	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Café	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Melancia	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Feijão inv. An.	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Cana	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
Capineiras	1,0	1,7	2,0	2,0	2,0	2,0
Pasto Natural	2,5	4,4	5,0	5,0	5,0	5,0
Pasto Inverno	2,0	3,5	4,0	4,0	4,0	4,0
Batata	14,3	11,3	9,3	9,3	6,1	5,7
Pecuária (U.A.)	10,0	17,6	20,0	20,0	20,0	20,0
Milho silagem	0,2	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
Biodigestor (un.)	0,53	0,93	1,0	1,0	1,0	1,0
Milho Cultivo Mínimo	-	-	1,2	1,2	-	1,2
Milho/feijão tração animal	-	-	-	-	1,8	-
Soja tração mecânica	-	-	-	-	2,0	2,0
Feijão de Verão	-	-	-	-	0,5	1,6

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observação: Os planos 1, 2, 3, 4, 5 e 6 representam respectivamente, preço normal de energia, preço 20% maior, 50% maior, 100% maior, 150% e 200% maior.

4.2.2.2. Alocação dos recursos

A demanda de recursos e a sua alocação apresentaram, de um modo geral, sensíveis modificações nos diversos planos relativos a diferentes preços de energia.

Os recursos mão-de-obra e força animal participam em todas as atividades, o primeiro em maior quantidade relativa, não se caracterizando mudanças importantes no volume global utilizado pela empresa em cada plano. Algumas atividades utilizam esses recursos mais intensivamente do que outras, porém, nos resultados finais a nível de empresa, essas diferenças se diluem. Assim, nos diversos planos de produção, o uso desses recursos variou ora para mais, ora para menos, sem apresentar um comportamento definido, dependendo da atividade que entrou ou saiu de um determinado plano de produção.

Concluiu-se que, dadas as condições estudadas, nem a mão-de-obra, nem a força animal é significativamente afetado pelo aumento do preço da energia.

O calcáreo, igualmente, entra em todas as culturas, exceto arroz, tendo um comportamento análogo, ou seja, variações pouco significativas, ora aumentando ora diminuindo o seu consumo nos diferentes planos.

Verificaram-se quedas significativas no consumo de sementes, cerca de 43%, agrotóxicos 19% e horas-trator 17% (com conseqüente queda no consumo de combustíveis na mesma proporção), considerando o plano de produção com 200% de aumento do preço da energia em relação ao plano com preço base.

Entretanto os maiores impactos do aumento do preço da energia sobre a -demanda de recursos se verificaram nos fertilizantes químicos. Os três elementos fertilizantes experimentaram quedas altamente significativas nos seus níveis de consumo.

O nitrogênio teve o seu nível de consumo reduzido em 66%, o fósforo 52% e o potássio 71%. Por outro lado, o biofertilizante apresentou um aumento de 100% no consumo, nível máximo de produção desse insumo.

Verifica-se desta maneira que quando o objetivo é o máximo lucro o ponto crucial é o peso de certos insumos na composição dos custos da empresa, podendo ceder em parte ou por completo ante a concorrência de recursos mais baratos.

Neste caso a substituição de fertilizantes químicos por biofertilizante poderia ter sido maior, se a estrutura da propriedade comportasse uma maior extensão do nível da atividade pecuária leiteira.

Para maiores detalhes da estrutura de consumo de recursos, sob a influência de diferentes preços de energia, veja-se tabela em anexo no final deste estudo.

4.2.3. Parametrização da Receita Líquida

Para cada preço de energia estudado no item anterior, maximizou-se a eficiência energética, estabelecendo-se ao mesmo tempo valores decrescentes para a Receita Líquida, partindo-se do seu ponto máximo até atingir o seu valor mais baixo. Cada novo valor da receita líquida estabelecido refere-se a um plano de produção. Essas investigações enriquecem a teoria, já comprovada neste trabalho, da relação inversa entre eficiência econômica e eficiência energética.

4.2.3.1. Comportamento da eficiência energética

Para todos os preços de energia considerados o comportamento da eficiência energética frente às variações no nível da receita líquida foi análogo àquele já verificado no caso de preço normal. Permaneceu a relação inversa, ou seja, à medida em que a receita líquida aumenta, a eficiência energética diminui ou vice-versa. Os valores máximos atingidos pela eficiência energética foram os

mesmos para todos os preços de energia, 7,07. Nenhum outro plano de produção com nível mais baixo de receita líquida poderá ultrapassar esse índice.

Verificou-se também que, a preços crescentes de energia, o valor da receita líquida que proporcionou a máxima eficiência energética foi cada vez menor. Isto significa que, com o aumento do preço da energia, fica mais difícil se conseguir uma razoável eficiência energética sem afetar negativamente o desempenho econômico da empresa. Isto pode ser melhor analisado diretamente no gráfico 6.

4.2.3.2. Impacto sobre as atividades de produção

Também aqui, para cada nível de preço, o comportamento das atividades foi semelhante. Para satisfazer as variações na receita líquida, o quadro de atividades experimentou as adaptações necessárias a cada plano de produção. Algumas vezes, ocorreram mudanças nas linhas de produção (culturas), outras vezes modificaram-se os processos. Certas atividades foram totalmente substituídas, enquanto outras simplesmente elevaram ou diminuíram os seus níveis entre um plano e outro.

Das atividades que lograram não participar de nenhum plano ótimo econômico de produção, mesmo com aumento do preço de energia de até 200%, apenas duas entraram em algum plano quando se diminuiu a eficiência econômica exigida.

O amendoim começou a aparecer com pequena quota nos planos de produção em que a receita líquida foi menor em cerca de:

10% para preço base de energia;

20% para preço 50% e 100% superior ao preço base;

10% para preço de energia 150% e 200% superior ao preço base.

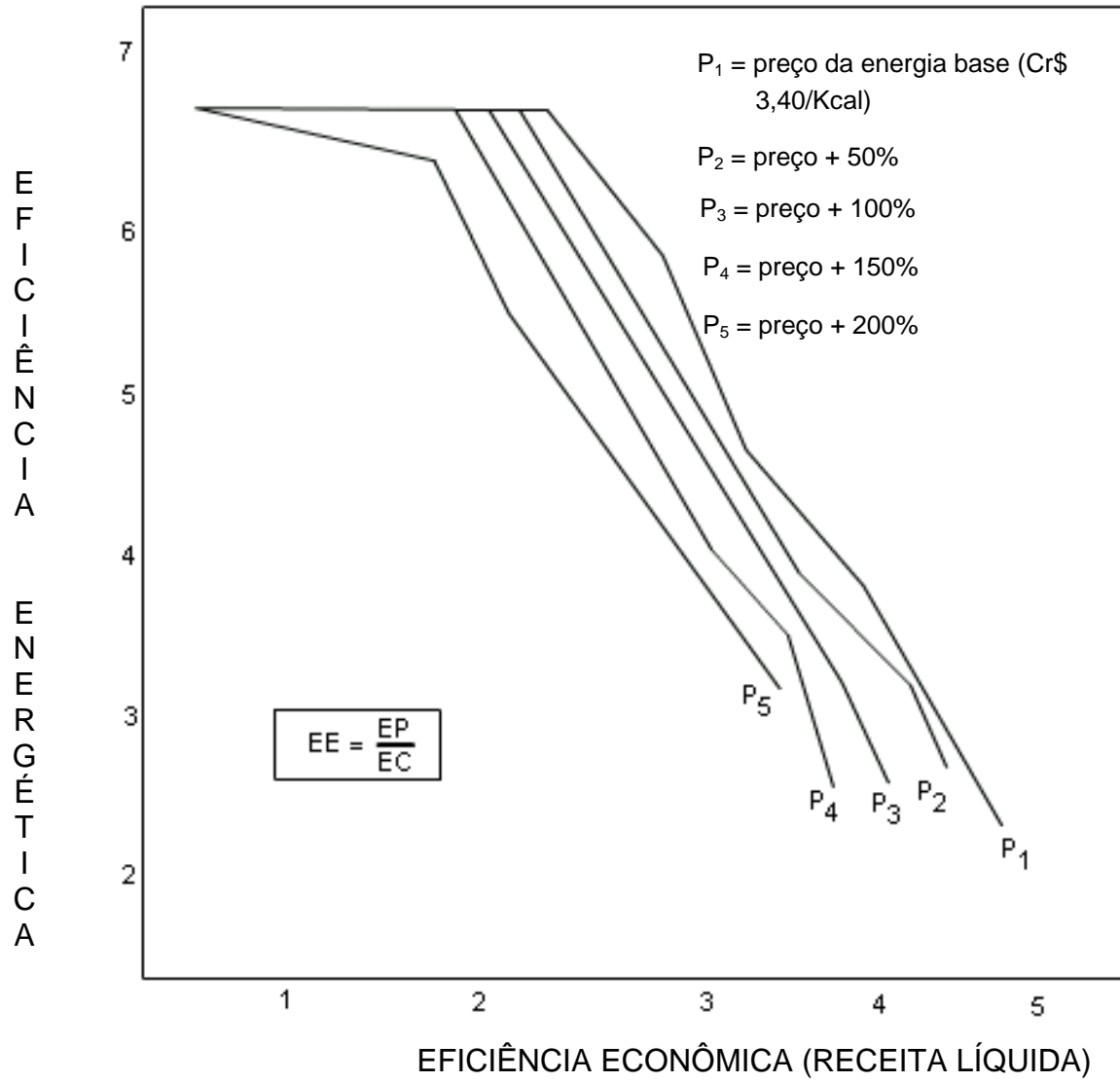


Gráfico 6 - - Mapa de relações entre eficiência energética e eficiência econômica a vários preços de

Em todos esses planos, o amendoim atingiu a quota máxima de 15 ha quando a eficiência energética caiu em 50%.

A atividade milho/feijão tração mecânica entrou somente nos planos em que a receita líquida caiu em 10%, aos níveis de preços de energia superiores ao preço base em 50%, 100% e 200%. Mesmo assim a sua participação foi minúscula, dado que em nenhum desses planos chegou ao nível de 2 ha.

Quanto à atividade pecuária leiteira, o seu comportamento caracterizou-se da seguinte forma: para preço base de energia, sofreu um pequeno aumento no nível, quando a receita líquida caiu em 10%, sendo que nos demais planos, com menor receita líquida, essa atividade permaneceu no limite mínimo. Para aumentos do preço da energia de 50%, 100% e 150%, o comportamento dessa atividade foi semelhante, apenas melhorando a sua participação no plano (com eficiência econômica 10% menor), sendo maior no plano em que o preço da energia foi maior.

Quando o preço aumentou em 200%, a pecuária, que estava no nível máximo, não se modificou quando a receita líquida caiu em 10%. Para uma queda de 20%, porém, na receita líquida essa atividade sofreu um pequeno decréscimo, e passou para o nível mais baixo, quando a R.L. caiu além de 50%.

Uma análise mais detalhada do comportamento das atividades frente às modificações no preço da energia e na receita líquida pode ser conseguida consultando-se a tabela 19 a seguir.

Tabela 19 – Principais atividades de produção e seus níveis, contempladas em 12 planos relativos a 3 preços de energia versus 4 níveis de receita líquida.

ATIVIDADES	PREÇO BASE (Cr\$ 3,40/Kcal)				PREÇO 100% MAIOR				PREÇO 200% MAIOR			
	PLANO I	PLANO II	PLANO III	PLANO IV	PLANO I	PLANO II	PLANO III	PLANO IV	PLANO I	PLANO II	PLANO III	PLANO IV
Arroz	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7
Feijão tr. an. – inverno (ha)	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
Café (ha)	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0	6,0
Pecuária (U.A.)	14,1	10,0	10,0	10,0	17,8	10,0	10,0	10,0	20,0	13,9	10,0	10,0
Cana (ha)	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	7,0	4,7	7,0	7,0	7,0
Melancia (ha)	15,0	12,7	-	-	15,0	12,8	-	-	15,0	12,8	0,9	-
Milho/feijão tr. mec. (ha)	-	-	-	-	1,6	-	-	-	1,8	-	-	-
Milho cultivo min. (ha)	-	-	7,4	7,4	-	0,6	7,4	7,4	-	0,8	6,4	7,4
Amendoim (ha)	0,8	9,6	15,0	15,0	-	9,0	15,0	15,0	4,1	7,3	15,	15,0
Batata (ha)	5,0	-	-	-	2,8	-	-	-	-	-	-	-
Biodigestor (Un.)	0,75	0,53	0,53	0,53	0,94	0,53	0,53	0,53	1,0	073	0,54	053
Receita líq. (Cr\$ milhões)	4,549	4,043	2,527	1,612	3,972	3,530	2,206	1,157	3,493	3,105	1,940	0,755
E.E.	3,00	3,14	7,07	7,07	3,48	4,37	7,07	7,07	3,75	4,41	6,81	7,07

Fonte: Dados da Pesquisa.

OBSERVAÇÃO: Os planos I, II e III referem-se à decréscimos de 10%, 20% e 50%, respectivamente, na receita líquida, para todos os preços de energia. O plano IV refere-se à decréscimos na receita líquida de: 68% para preço base, 74% para preço 100% superior e 80% para preço 200% superior.

Veja-se em tabela anexo o comportamento das atividades frente às modificações da receita líquida e sob efeito de outros preços de energia.

4.2.3.3 -Impacto sobre a demanda de recursos

Ao se parametrizar a receita líquida para diferentes preços de energia, a estrutura de consumo de fatores foi diretamente afetada. (Veja-se a tabela 21).

A demanda por recursos muito intensivos energeticamente diminuiu diante dos decréscimos da receita líquida, pois a essas diminuições corresponderam aumentos na eficiência energética. Toda a estrutura da demanda de recursos tende a se adaptar às exigências dos planos de produção, implicando mudanças ou nos processos de produção, ou nos tipos de atividades ou nos seus respectivos níveis.

Nesse contexto, o comportamento de alguns recursos merece destaque, diante de suas decisivas respostas nesse campo de averiguações. O que mais desperta a nossa atenção, sem dúvida, é o caso dos fertilizantes químicos, altamente sensíveis às modificações no preço da energia e no nível da receita líquida.

Para preço normal de energia ocorreram as seguintes respostas, conforme a tabela 20.

Tabela 20 - Impacto de diferentes níveis de receita líquida e as correspondentes eficiências energéticas nos níveis de consumo de nitrogênio, fósforo e potássio, em porcentagem.

R.L.	- 10%	- 20%	- 50%
E.E.	3,00	4,14	7,07
Consumo de N	- 27%	- 36%	- 80%
Consumo de F	- 44%	- 62%	- 80%
Consumo de k	- 43%	- 69%	- 80%

Fonte: Dados da Pesquisa.

Nota: Todas as informações relativas a tabela anterior, são em relação ao plano de produção com preço base de energia e receita líquida máxima.

Para todos os níveis de preço, o comportamento da demanda de fertilizantes químicos foi semelhante, diminuindo drasticamente sua participação nos planos à medida em que a receita líquida diminuiu.

A força animal apresentou um comportamento semelhante em todos os níveis de preço, embora suas taxas de decréscimos fossem inferiores, cerca de 15% a 22%, para uma queda na receita líquida de até 50%.

Os recursos trator e defensivos, tiveram um comportamento indefinido diante do decréscimo da receita líquida. De um modo geral entretanto ocorreram decréscimos, porém a maioria pouco significativos, para quaisquer preços de energia, quando baixou a receita líquida. O caso dos fertilizantes que, além de constituírem apreciável parcela dos custos da empresa, possuem um coeficiente energético relativamente elevado, afetam diretamente tanto a eficiência econômica quanto a eficiência energética da empresa.

Tabela 21 - Consumo de recursos e eficiência energética para dois níveis de preço de energia versus 3 níveis de receita líquida.

RECURSOS	PREÇO BASE			PREÇO 100% SUPERIOR		
	RL -10%	RL -20%	RL -50%	RL -10%	RL -20%	RL -50%
Mão-de-obra (H.H.)	34.444	26.936	21.301	35.647	26.907	24.824
Força Animal (H.A.)	5.144	4.495	4.358	5.456	4.508	4.227
Trator (H.T.)	1.347	1.363	1.267	1.286	1.344	1.268
Combustível (lt)	1.549	1.569	1.457	1.479	1.546	1.457
Sementes(Cr\$1.000)	411,103	3112,402	430,865	335,027	336,124	430,865
Agrotóxicos Cr\$.000)	372,818	414,209	351,432	342,626	406,510	351,432
Ca1cáreo (t)	49,7	51,0	53,6	49,6	51,0	53,6
Nitrogênio-N(Kg)	12.134	10.681	3.250	8.875	10.691	3.250
Fósforo-P205 (Kg)	22.608	15.357	8.094	15.271	15.288	8.093
Potássio-K20 (Kg)	2.661	1.908	1.226	1.309	1.491	1.225
Biofertilizante (t)	168	118,8	118,8	211,9	118,8	118,8
Terra Verão (ha)	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8	42,8
Terra Inverno (há)	35,7	33,5	33,5	37,8	33,5	33,5
Receita 1íquida (Cr\$) milhões)	4,549	4,043	2,527	3,972	3,530	2,206
E.E.	3,00	4,14	7,07	3,48	4,37	7,07

Fonte: Dados da Pesquisa.

Para uma melhor análise do comportamento dos recursos diante da queda da eficiência econômica e para outros preços de energia, veja-se os anexos no final deste estudo.

4.2.4. Eficiências Energéticas das Atividades Programadas

Este item refere-se a eficiência energética das atividades, desvinculadas do resultado global da empresa, ou seja, a eficiência por unidade de produção (veja-se a tabela 22). Para as atividades de culturas esses índices referem-se a um hectare, enquanto que para a pecuária leiteira, diz respeito ao seu nível

mínimo estabelecido na programação para a empresa, 10 unidades animais em produção (16,5 U.A.).

Uma análise comparativa prévia das atividades, tanto no que concerne a eficiência econômica quanto a eficiência energética, de certa forma auxilia o empresário na pré-seleção das atividades concorrentes a um determinado plano de produção, seja com o objetivo de se atingir ou urna máxima eficiência econômica, máxima eficiência energética ou finalmente uma combinação racional desses dois objetivos. Neste estudo estimou-se apenas os coeficientes energéticos.

Os índices de eficiência das atividades auxiliares são somados e contabilizados para a respectiva atividade principal, neste caso a pecuária leiteira.

Certas atividades tiveram as suas eficiências energéticas e econômicas melhoradas quando participaram de algum plano de produção, favorecendo-se com o uso de biofertilizante em substituição de parte do adubo químico. No plano de maximização da eficiência econômica, aparecem as atividades café, batata e feijão de inverno tração animal. No plano de maximização da eficiência energética aparecem ainda, além daquelas, amendoim e cana que se beneficiaram do biofertilizante, aumentando as suas respectivas eficiências energéticas.

Tabela 22 - Eficiências energéticas das atividades programadas

ATIVIDADES	E.E.	ATIVIDADES	E.E.
Milho cultivo mínimo	19,12	Arroz	3,52
Cana	12,61	Feijão verão	2,98
Milho tração animal	10,28	Feijão inverno tração animal	2,56
Milho tração mecânica	9,86	Feijão inverno tração mecânica	1,54
Milho/feijão tração Animal	7,15	Batata	1,51
Milho/soja tração Animal	7,03	Pecuária leiteira	0,66
Milho/feijão tração mecânica	6,52	amendoim	0,009
Milho/soja tração mecânica	6,08	melancia	0,002
Soja tração animal	5,67	café	0,001
Soja tração mecânica	4,83		

Fonte: Dados da Pesquisa.

4.2.5. Análise da Estrutura Produtiva Sem Restrição de Terra

As restrições de terra a que se refere este item, não valem para as atividades café e arroz, cujos limites já foram devidamente justificados, mas sim, dizem respeito às restrições ditas ecológicas. Essas restrições foram impostas a todos os planos até aqui estudados com o objetivo de se evitar monoculturas prejudiciais ao sistema ecológico da empresa.

O objetivo desta análise foi justamente demonstrar o aparecimento de monoculturas quando a variável terra for deixada livre até o seu limite máximo, pois a empresa irá

Neste caso testamos apenas o comportamento da estrutura produtiva com relação ao plano econômico ótimo e a vários preços de energia, pois na maximização energética o efeito é semelhante.

Já no primeiro plano de produção, com preço base de energia, aparecem as atividades feijão de inverno e a melancia ocupando respectivamente 73% e 68% das áreas disponíveis nesses períodos. O restante das áreas é ocupado pelas atividades fixas.

Toda a terra disponível foi utilizada neste plano, tanto no inverno quanto no verão.

Quanto a receita líquida, esta sofreu um aumento em torno de 20% em relação ao plano ótimo com restrição de terra, enquanto que a eficiência energética também evoluiu em cerca de 15%.

Nos planos de produção cujo preço da energia foi aumentado, a única modificação em relação a esse último plano foi a participação da atividade milho cultivo mínimo com 0,6 há da área antes destinada a melancia. Isto ocorreu somente a partir de aumentos de 100% no preço da energia. A receita líquida, no entanto, experimentou quedas constantes a cada novo aumento no preço da energia, até atingir um nível 23% inferior ao nível conseguido no plano ótimo de produção ao preço base. A eficiência energética, por outro lado, aumentou em 5%, somente quando o preço da energia foi 100% superior ao preço base, não se alterando daí em diante para aumentos maiores do preço.

Melhor visualização dessas modificações pode ser conseguida analisando-se o quadro a seguir, relativo a preços normais de energia.

Tabela 23 - atividades de produção no plano de máxima receita líquida com preço base de energia e sem restrições de terra.

ATIVIDADES	NÍVEIS	ATIVIDADES	NÍVEIS
Arroz (ha)	3,7	Pasto Natural (ha)	2,5
Feijão tração animal-inverno (ha)	31,2	Pasto Inverno	2,0
Melancia (ha)	29,3	Milho Silagem (ha)	0,2
Cana (ha)	0,1	Capineiras (ha)	1,0
Café (ha)	6,0	Pecuária (U.A.)	10,0
Terra Verão (ha)	42,8	Terra Inverno (ha)	42,8

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observação: Este plano obteve a Receita Líquida de Cr\$ 6.055.843,00, com a eficiência energética de 1,73.

4.2.6. Conclusões sobre a programação e comparações com a situação atual da empresa.

Das 19 atividades principais que concorreram ao plano ótimo da receita líquida e da eficiência energética na programação, 6 já eram exploradas na situação atual da empresa. Todas estas sofreram algumas modificações nos seus processos de produção atuais, principalmente com relação a uma melhor racionalização no uso de mão-de-obra, agrotóxicos e fertilizantes. Dessa forma, com exceção da atividade amendoim, que já era antieconômica na situação atual, todas as outras (café, arroz, feijão de inverno, melancia e batata), mostraram-se competitivas, ao lado da pecuária, que permaneceu no seu limite mínimo, quando se maximizou a receita líquida.

Todas as demais atividades que entraram nesse plano são atividades auxiliares ou complementar (Biodigestor).

De uma situação de prejuízo em que não conseguiu cobrir nem os custos variáveis, a empresa mostrou, após a programação, um ótimo desempenho econômico, sem fazer quaisquer grandes investimentos, como pode ser confirmado pela ótima receita líquida conseguida de Cr\$ 5,054 milhões. Esta excelente performance da empresa foi conseguida graças a uma total reviravolta na estrutura

de produção atual, com uma racionalização no uso de todos os recursos, ou seja, através da sua combinação ótima e aplicação nas atividades de maior retorno marginal. Assim, as atividades feijão tração animal safra de inverno, melancia e batata, expandiram suas áreas em relação à situação atual, até o limite de terra permitido a esses cultivos. A cana, por exemplo, a esses preços, não se mostrou competitiva, pois que entrou com um nível mínimo, tornando-se uma atividade auxiliar ao produzir apenas matéria prima para ração.

A eficiência energética relativa a este plano de máxima receita líquida, apesar de representar um coeficiente ainda relativamente baixo, foi superior ao conseguido na situação atual da empresa, passando de 1,20 para 1,51.

No entanto, com a maximização da eficiência energética, utilizando-se a mesma matriz de coeficientes, o novo plano contempla outras atividades não competitivas economicamente, como é o caso do amendoim, cana e milho cultivo mínimo. A substituição da batata e da melancia pelas novas culturas neste plano contribuem muito para o aumento da eficiência energética da empresa, porém tornam a receita líquida mínima.

A melancia e a batata contribuíram bastante para elevar a tonelagem produzida, porém, se considerarmos em termos de nutrientes, amendoim e milho os possuem em maior quantidade, enquanto que na melancia, o maior componente é água.

O Capital

Com a programação, a estrutura básica do capital da empresa referente à situação atual, apenas se modificou no item capital de exploração, o qual aumentou de 78% aproximadamente, quando se maximizou a receita líquida.

Este aumento é devido quase somente ao aumento do capital circulante, visto que 57% do valor do investimento no biodigestor pode ser coberto com o dinheiro conseguido com a venda de um trator (Cr\$ 200.000,00) ocioso.

Assim, na nova estrutura do capital referente a esse plano de produção da empresa, o capital de exploração que constituía apenas 31,6% do total na situação atual, passou a representar 45% do capital total.

Para a maximização da eficiência energética porém, a demanda de capital circulante foi cerca de 30% inferior ao capital gasto no plano de máxima receita líquida.

Terra

Este recurso, que estava ocioso na empresa e impedia um melhor aproveitamento dos outros recursos, teve aumentado o seu potencial até o limite de disponibilidade, 42,8 ha. No inverno porém o seu uso foi menor, apenas feijão tração animal, pastagens e culturas que utilizam o solo todo o ano (cana, café) foram exploradas. O uso de terra no inverno foi semelhante nos dois planos, de maximização energética econômica.

O café e o feijão tração animal talvez pudessem ser mais competitivos, se não tivessem suas áreas máximas fixadas (aquele em 6 ha e este em 15 ha), provocando um aumento da área explorada no inverno e utilizando parte da área destinada a outro cultivo no verão. A batata, por exemplo, é menos competitiva do que a melancia, pois usou menor área.

Uma maior liberdade no uso do recurso terra pelas diversas atividades, tende a provocar um aumento na receita líquida, porém com o perigo de se cair em monoculturas, como foi comprovado no item 4.2.5.

Mão-de-Obra, Força Animal, Maquinário

De uma situação onde os recursos eram mal utilizados, a situação atual, a empresa dispõe de um plano que maximiza a sua receita líquida combinando melhor esses recursos.

A mão-de-obra permanente era mal utilizada, havendo muita ociosidade. Neste novo plano, há uma racionalização do uso desse recurso, inclusive contratando mão-de-obra temporária, principalmente nos períodos de janeiro-fevereiro e julho-agosto, para satisfazer a maior necessidade pelo aumento da área explorada. Uma vantagem do uso da mão-de-obra temporária é que ela atende exatamente os períodos de maior pico de uso desse fator, não tendo a empresa que pagar a uma mão-de-obra durante todo o ano para atender a essa maior demanda. A desvantagem que pode ocorrer é a não disponibilidade dessa mão-de-obra nesses períodos de estacionalidade.

O uso de mão-de-obra no plano de máxima eficiência energética foi 30% menor, devido principalmente à saída das atividades batata e melancia desse plano, pois estavam entre as maiores consumidoras desse recurso.

A força animal, pouco utilizada no último ano agrícola, teve bastante aumentado o seu emprego, tanto no plano de máxima receita líquida quanto no de máxima eficiência energética. Em ambos os planos houve ainda sub-utilização desse fator, considerando o seu uso global.

Entretanto, não é possível desfazer-se de parte dessa força animal, pois no período 1 (janeiro-fevereiro) ela foi insuficiente para cobrir a demanda, havendo que contratar esse recurso externamente. A manutenção desses animais na propriedade não é problemático pois o seu custo é bastante baixo.

O recurso trator teve também aumentado bastante o seu uso nos novos planos, em relação a situação atual, ocorrendo contudo alta ociosidade. Neste caso, um dos tratores poderia ser vendido e o dinheiro investido na propriedade, tendo o empresário que contratar horas-trator nos períodos de maior necessidade, ou ficar com essa ociosidade, com a segurança de dispor de trator quando precisar, sem correr qualquer risco.

Fertilizante, Agrotóxicos e Outros Insumos

No último ano agrícola esses recursos representaram o segundo maior custo para a empresa, perdendo apenas para a mão-de-obra.

Com a programação, verificou-se que esses recursos, principalmente os fertilizantes, foram os de maior "peso", tanto econômico quanto energético, nos custos da empresa. Os fertilizantes químicos por possuírem altos coeficientes energéticos relativos, são os mais caros. No plano de máxima eficiência energética o seu consumo caiu em cerca de 80% em relação ao plano de maximização da receita líquida.

Em ambos os planos, o consumo de biofertilizante foi o mesmo, pois a esses preços, a atividade pecuária de leite simplesmente não se mostrou competitiva, permanecendo com o mesmo nível nos dois planos. Com um pequeno aumento do preço da energia (20%), entretanto, já é grande a vantagem dessa atividade, funcionando em um sistema integrado com biodigestor, pois o seu nível aumenta em 76%, como foi demonstrado no item 4.2.2.

Com aumento de 50% no preço da energia, essa atividade já atinge seu nível máximo, demonstrando a sua alta sensibilidade ao aumento do preço.

Uma política de aumentos do preço da energia favorece, sem dúvida, ao uso de fontes alternativas de nutrientes para as plantas, o qual favorece à melhoria da eficiência energética.

O inverso, ou seja, baixos preços relativos de energia, ou o próprio subsídio agrícola, favorece ao desperdício energético, acarretando baixa eficiência energética na produção agrícola.

Aumentos do Preço da Energia

Aumentos do preço da energia significam aumentos do preço de todos os insumos e fatores de produção. Os insumos que possuem os maiores coeficientes energéticos são os mais afetados pelo aumento do preço da energia. Os fertilizantes químicos foram por isso os mais afetados, sendo aos poucos substituídos pelo biofertilizante, à medida que o preço da energia foi aumentando.

Os agrotóxicos, possuem também altos coeficientes energéticos, mas foram pouco afetados, por não disporem neste estudo de um substituto.

Os aumentos do preço da energia constituem-se então numa via indireta para se economizar energia fóssil e aumentar a eficiência energética na produção agrícola.

Parametrização da Receita Líquida

Este estudo comprova a perfeita incompatibilidade entre a eficiência energética e a eficiência econômica na produção agrícola, com os sistemas de produção convencionais. Partindo-se do ponto de receita líquida máxima da empresa, diminuindo-se a receita líquida esperada, provoca-se um aumento na eficiência energética. É certo que o consumo de insumos modernos, principalmente fertilizantes, provocam o aumento da produtividade das culturas.

Ocorre porém um limite além do qual a produtividade marginal da cultura devido ao fertilizante decresce acentuadamente até se anular ou mesmo até prejudicar a cultura. Como o adubo químico possui alto coeficiente de energia, o seu uso acentuado tende a diminuir a eficiência energética devido ao baixo rendimento energético marginal. Neste contexto, há muitos planos de produção para a empresa, onde o empresário pode escolher um mais equilibrado energeticamente.

A permanecer a tendência altista no preço da energia fóssil, o empresário será obrigado cada vez mais a lançar mão de processos alternativos com maior eficiência energética. Já é por demais comprovado que o adubo químico

complementado com adubo orgânico provoca um rendimento maior da cultura do que o uso somente do adubo químico.

CAPÍTULO V

CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E SUGESTÕES

5.1. Conclusões

Os resultados obtidos neste estudo permitem destacar as seguintes conclusões:

a) Dadas as condições tecnológicas convencionais de exploração agrícola, uma máxima eficiência econômica da empresa agrícola está associada a uma eficiência energética mínima.

b) A eficiência econômica da empresa agrícola é inversamente proporcional a sua eficiência energética.

Com o objetivo de se atingir uma boa produtividade, parte-se para o uso acentuado de fertilizantes químicos e agrotóxico, encarecendo a produção e fazendo declinar cada vez mais a eficiência energética na produção agrícola. Assim, com os processos convencionais utilizados, se se quiser aumentar a eficiência energética é preciso se contentar com um lucro menor.

c) Dados os aumentos nos preços da energia, para se obter uma receita líquida máxima (máxima eficiência econômica), ocorrerá uma melhoria da eficiência energética dos processos de produção da empresa, ou seja, haverá que ocorrer uma melhor combinação dos recursos energéticos disponíveis (fertilizantes, agrotóxico, combustíveis, força animal, maquinários, etc.) pois, de um modo geral, os recursos mais caros são os mais intensivos energeticamente.

Quanto maior for o preço da energia, maior é o custo para a empresa no uso dos insumos modernos, principalmente fertilizantes e pesticidas, que possuem um coeficiente energético relativo maior. Isto acarreta uma produtividade marginal da energia cada vez menor, provocando a substituição desses insumos por outros mais baratos para manter num nível aceitável tanto a eficiência econômica quanto a eficiência energética da empresa.

d) Em termos de economia de energia, fertilizante químico, entre todos os outros recursos alocados para a produção, constitui-se no fator mais importante. É o componente de maior peso energético no contexto atual da chamada agricultura moderna e por isso o mais sensível à modificações nos planos de produção visando aumentos do balanço energético. Sua demanda cai vertiginosamente ao se passar de um plano ótimo econômico para um ótimo energético, cedendo o seu espaço para os fertilizantes de menor custo, como é o caso do biofertilizante. É altamente sensível a aumentos no preço da energia devido ao seu alto coeficiente energético. Para qualquer pequeno aumento no preço da energia, esse recurso deixa de ser competitivo, sendo substituído por qualquer outro recurso alternativo mais barato.

e) Os recursos mão-de-obra e força animal, cuja energia é renovável, não sofreram variações significativas quando se maximizou a eficiência energética ou se maximizou a eficiência econômica, pois os seus respectivos coeficientes são relativamente baixos, além de ser pouco diferenciado o consumo desses recursos pelas culturas. No entanto, ocorre uma significativa substituição do recurso trator por esses fatores, para uma melhoria da eficiência energética. Em certas regiões agrícolas mais distantes, onde o recurso trator for escasso, dependendo da disponibilidade local de mão-de-obra e força animal, essa substituição poderá ser mais acentuada.

f) A atividade pecuária possui muito baixa eficiência energética pelo fato de pertencer (os animais) a um nível secundário da cadeia alimentar, diluindo-se nos níveis intermediários grandes quantidades de energia. Por isso, ao se pretender uma melhoria da eficiência energética (e mesmo econômica) da empresa,

esta atividade só é viável no plano se possuir atividades complementares que aproveitem a energia dos resíduos como é o caso do biodigestor.

Qualquer alteração positiva no preço da energia esta atividade é altamente afetada, aumentando o seu nível de exploração tendendo ao limite máximo. Funcionando em regime de sistemas integrados, esta atividade constitui-se numa grande opção para a empresa agrícola, no sentido de substituir o fertilizante químico cada vez mais caro.

O importante a se destacar aqui, não é propriamente o tipo de atividade, a pecuária, mas sim o sistema integrado de produção. Poderia ser qualquer outra atividade, pois o que importa mesmo é a reciclagem dos resíduos orgânicos, reaproveitando a energia desses níveis intermediários e fazendo-a retornar ao ciclo produtivo.

g) As culturas, de um modo geral, são mais eficientes energeticamente pois, estando no nível primário da cadeia alimentar, aproveitam melhor a energia solar. Num contexto social, à primeira vista, seria então mais desejável a produção preferencialmente das culturas. Considerando-se porém os efeitos benéficos para o solo dos resíduos orgânicos animais e também a produção de biogás, uma associação equilibrada culturas/pecuária pode trazer altos benefícios, principalmente aumentando o preço da energia.

h) A questão diversificação versus especialização em agricultura é fundamental. Enquanto na indústria a especialização traz benefícios, na agricultura isto não pode ser seguido ao pé da letra, sem se correr altos riscos, principalmente a longo prazo. A agricultura lida com variáveis biológicas, as quais possuem alta correlação entre si. A fertilidade do solo depende de muitas variáveis interagindo entre si, sendo portanto muito importante a manutenção deste equilíbrio. A especialização através de monoculturas tenta simplificar esse complexo meio ambiente, através do suprimento racionalizado de nutrientes para as plantas. O que isto tem conseguido é simplesmente um desequilíbrio total no ecossistema, obrigando-se ao uso cada vez maior de agrotóxicos, para uma produção cada vez menor e mais impregnada de resíduos químicos prejudiciais à saúde humana.

É preciso buscar um equilíbrio entre diversificação e especialização, de tal forma que não se perca em eficiência dos fatores por ser a produção muito diversificada, nem se caia nos erros da alta especialização.

i) O subsídio agrícola favorece ao desperdício energético. Este estudo mostrou que aumentos na eficiência energética acarretam menor demanda de capital de giro para a produção, pois geralmente os recursos mais baratos são os que mais contribuem para um aumento da eficiência energética. Ao contrário, se os juros são baixos, este sistema de produção convencional de alto consumo energético tende a se perpetuar, pois para o empresário não haveria motivos para mudar para processos alternativos. Na realidade porém, a sociedade é quem arca com a diferença dos custos, e cada vez mais, à medida em que as fontes de energia fóssil forem se esgotando.

j) As atividades, cujo coeficiente de eficiência energética é muito baixo, tenderão a desaparecer a medida em que se crie uma consciência geral, tanto dos governos quanto dos produtores, para o problema da eficiência energética. Em uma nova filosofia de produção, enfocada de outra perspectiva, não haveria espaço, por exemplo, para a criação de animais em regime de confinamento. Atividades deste tipo possuem baixíssimos coeficientes energéticos e deste ponto de vista seria irracional a sua produção. O mesmo pode ser dito para culturas produzidas em casas de vegetação.

5.2. Limitações

Este estudo apresenta certas limitações que de certa forma dificultaram, algumas mais outras menos, uma análise mais profunda sobre o comportamento de certos fatores de produção face as averiguações propostas.

Dentre elas, as mais importantes foram:

a) a rigidez imposta ao nível máximo das culturas, com a finalidade de se evitar monoculturas, incorrendo assim em menores riscos para a

empresa, através da diversificação da produção. Isto trouxe como consequência uma menor mobilidade dessas atividades e dos respectivos recursos envolvidos, ao se passar de um plano de produção para outro, restringindo de certa forma os efeitos esperados.

b) Alguns processos de produção estudados, como por exemplo, a produção por tração animal ou tração mecânica, pouco se diferenciaram entre si, pois todos utilizaram pelo menos um pouco a tração animal. Isto causou uma diminuição dos efeitos da substituição da motomecanização por tração animal quando se maximizou a eficiência energética ou se aumentou o preço da energia.

c) A dificuldade de se conseguir os coeficientes energéticos, tanto de insumos quanto de produtos, devido à incipiente literatura a respeito, reduzindo a possibilidade de um estudo mais profundo, envolvendo o conhecimento dos níveis intermediários de energia e suas transferências.

d) O conceito de energia consumida na produção é relativo, na medida em que se reúne numa mesma classificação itens como, combustível, fertilizante e agrotóxico (energia direta) e maquinário, mão-de-obra e força animal (energia indireta). Uma energia na forma de mão-de-obra, por exemplo, difere bastante da energia dos fertilizantes químicos.

Neste sentido, não se trata de produzir os produtos de maior coeficiente de output, mas sim produzir os produtos que consomem menos energia fóssil nos seus processos de produção. A crise energética atual não é devido à escassez de energia, mas sim a escassez de energia na forma de energia fóssil.

5.3. Sugestões

Para estudos que se venha a efetivar sobre o problema, tomamos a liberdade de salientar alguns aspectos que achamos importante pelo que poderão contribuir para um enriquecimento do conhecimento.

a) Conhecer os possíveis impactos dos aumentos dos preços de energia sobre a seleção de atividades, demanda e oferta de recursos é importante, pois é imprescindível na formação de políticas agrícolas, na medida em que se pretende fomentar o desenvolvimento da produção de certos produtos. Considerando apenas a propriedade, neste caso, não é aconselhável fixar restrições de terra para as atividades, pois o objetivo é conhecer a fundo esses impactos antecipadamente para poder formular políticas adequadas.

b) Estudos de fluxos energéticos, tanto de propriedades como de regiões, enfocando a produção agrícola sob o aspecto da auto-suficiência energética seriam promissores. O planejamento da produção agrícola deveria se adequar aos potenciais disponíveis de energia no campo, sob todas as formas aproveitáveis, como biomassa, cata-ventos, rodas d'água, energia solar direta, etc., visando-se uma auto-sustentação energética local ou regional, procurando-se importar o mínimo possível e, se possível, exportar para outras propriedades ou regiões.

O sistema de pequenas associações cooperativistas que planejem o uso racional da energia em cada microrregião, parece ser uma alternativa eficaz, como já está comprovado na prática em alguns países, principalmente na China.

c) A adoção de técnicas agrícolas diferenciadas, de acordo com as características de cada região ou propriedade é preferível. Algumas vezes, o mal de certas técnicas agrícolas é o seu mau uso. Tanto socialmente como quando considerada a propriedade rural, seria vantajoso o aproveitamento das mais variadas técnicas de produção conforme a sua disponibilidade e facilidade de uso.

O uso de quaisquer resíduos orgânicos, reciclados ou não, como substituto ou complemento da fertilização química, só trará benefícios tanto econômicos como energéticos. Só para se ter uma idéia, com a meta do pró-álcool para 1985, de produzir 10,3 bilhões de litros de álcool, haverá a produção paralela de 139 bilhões de litros de vinhoto que, se for totalmente utilizado como adubo, economizaria aproximadamente 350 mil toneladas de nutrientes químicos, principalmente potássio e cálcio.

O uso da tração animal é uma outra alternativa, dada as mais diversas situações de possível emprego em qualquer tipo de trabalho. Os animais são muito eficientes energeticamente, pois enquanto um trator converte somente cerca de 13% da energia dos combustíveis em força de tração, os animais conseguem transformar aproximadamente 30% do alimento que consomem em força de tração, conforme MORRISON, citado por MARTINS (1967).

A pequena propriedade, por dispor de um maior tempo operacional por hectare cultivado, tem menores exigências em potência (nas grandes propriedades a situação é inversa) possuindo, por isso, facilidades técnicas no emprego da tração animal.

d) Todas essas alternativas propostas envolvem uma participação maior do homem nos processos de produção. Haverá um maior emprego de mão-de-obra no campo que, aliado a outros fatores, poderá aliviar o problema de êxodo rural.

Para isso é necessário que a pesquisa se dedique ao desenvolvimento de máquinas e implementos adequados, que minimizem os efeitos da árdua tarefa que é a produção agrícola. Que o uso de tecnologias alternativas seja tão fácil para o agricultor como é o uso dos tratores mais sofisticados.

e) Uma boa brecha que poderia ser muito bem explorada pela pesquisa é o desenvolvimento de cultivos consorciados, que se beneficiam mutuamente e ao solo, exigindo o mínimo de práticas de preparo do solo e tratamentos culturais. São as chamadas tecnologias de cultivo mínimo. Essas culturas normalmente não necessitam de grandes cuidados no combate das pragas e doenças, exigem pouca fertilização e produzem satisfatoriamente.

f) Outras técnicas que economizam fertilizantes, como por exemplo, a adubação verde, principalmente com leguminosas, poderiam ser melhor desenvolvidas e recomendadas definitivamente aos agricultores.

Essas técnicas, comprovadas cientificamente como altamente benéficas, foram abandonadas aos poucos com o advento dos fertilizantes químicos. É necessário um esforço comum de técnicos e agricultores, para recuperá-las e aperfeiçoá-las.

g) Controle integrado de pragas, desenvolvimento de pesticidas biológicos, controle cultural ou outros métodos naturais, são alternativas viáveis e que já vem merecendo a atenção da pesquisa e da extensão rural.

h) Estudos sobre eficiência energética poderiam ser efetuados tentando-se, por exemplo, minimizar o uso de energia fóssil na produção. Poderia, neste caso, se programar muitos processos para a produção de determinados produtos básicos. Quanto menos energia fóssil for gasta na produção de determinado produto, mais eficiente energeticamente seria este produto e seria o mais preferido para a exploração.

i) O produtor agrícola poderia desde já desenvolver as suas próprias fontes alternativas de energia, não esperando que os preços subam cada vez mais. Neste sentido, a pesquisa e a extensão rural teriam um vasto campo de atuação, contribuindo de forma decisiva para a realização dos objetivos de toda a sociedade.

j) Todas as conclusões e sugestões desta pesquisa sugerem, sem qualquer dúvida, o uso de uma tecnologia mais branda na produção agrícola. Isto significa uma agricultura equilibrada que preserve o meio ambiente ou, como diz Ruschi (1978), uma agricultura ecológica. Desta forma, a agricultura orgânica, já bastante explorada em outros países e enfocada neste trabalho no item 2.2, parece ser uma boa alternativa para os processos convencionais de produção. O governo poderia investir neste campo, através da pesquisa e da extensão rural, campo este dos mais promissores, o qual já é preocupação oficial do governo americano através do seu departamento de agricultura, (USDA1980).

ANEXO A

INVENTÁRIO DA PROPRIEDADE OBJETO DE ESTUDO E CARACTERÍSTICAS DO SOLO. SANTA CATARINA, JULHO DE 1981.

Tabela 1 - Valor das terras conforme o seu tipo

ESPECIFICAÇÃO	ÁREA (ha)	VALOR/ha (cr\$)	VALOR TOTAL (cr\$)
Culturas Temporárias Irrigáveis	5,2	187.500	975.000
Culturas Temporárias não Irrigáveis	4,8	150.000	690.000
Cultura Permanente	6,0	300.000	1.800.000
Pastagem Natural	4,0	150.000	600.000
Terras com Mata Natural	6,0	75.000	450.000
Terras Inaproveitadas Mecanizáveis	10,8	150.000	1.620.000
Terras com Algumas Restrições a Mecanização	16,0	112.500	1.215.000
Terras Inaproveitáveis ¹	5,0	37.500	187.500
TOTAL	57,8		7.117.500

Fonte: Dados da Pesquisa.

¹ Áreas de sede, estradas, lagoas, pedras, rios, etc.

Tabela 2 - Valor das instalações e melhorias

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	VIDA ÚTIL FUTURA (Anos)	VALOR (Cr\$)
Casa	Madeira, 40m ² , Ano 1978, Bom Estado	18	90.000
Casa	Madeira, 60m ² , Ano 1975, Bom Estado	17	135.000
Galpão	Madeira, 72 m ² , Ano 1979, Piso Cimento, Bom Estado	20	165.000
Galpão	Madeira, 72 m ² , Bom Estado	25	150.000
Galpão	Madeira, 114 m ² , Estado Regular	6	75.000
Galpão	Depósito de Agrotóxicos, 10 m ² , Madeira	10	7.500
Galpão	12 m ² , Casa das Bombas	18	15.000
Outros	Galinheiro, Chiqueiro, Estábulo	5	22.500
Terreiro	Para Secagem de Cereais, Cimento, 200 m ²	45	60.000
Açude		50	67.500
Cercas	Arame Farpado, 2.500m	20	30.000
Total		-	817.500

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 3 - Valor das máquinas, equipamentos e animais de tração.

ITEM	ESPECIFICAÇÃO	VIDA ÚTIL FUT. (anos)	VALOR(Cr\$)
1 Microtrator	Ano 1978, Bom Estado	6	200.000
1 Microtrator	Ano 1979, Bom Estado	8	237.000
1 Ceifadeira	Para Microtrator, Bom Estado	10	112.500
1 Trilhadeira	Estacionária, Bom Estado	10	110.000
1 Motor	15 HP, Diesel1980	10	150.000
1 Motor	Diesel	5	70.000
1 Desintegrador	Bom Estado	12	20.000
2 Rotativas	Para Microtrator, Bom Estado	8	70.000
2 Arados	Microtrator	8	24.750
1 Carreta	Para Microtrator	4	15.000
1 Sulcador	Para Microtrator	5	5.250
1 Carpideira	Tração Animal	5	2.250
1 Semeadeira	Tração Animal	5	15.000
Equip. de Irrig.	Canos, Bombas	10	300.000
2 Carretas	Tração Animal	6	15.000
1 Caminhonete	Pick-Up, Ano 1975, Estado Regular	5	203.000
4 Pulverizadores	Costais	3	27.000
1 Automóvel	Chevrolet -78, Caravan	3	187.500
1 Par Rodas	Para Microtrator	10	6.000
3 Plantadeiras	Saráquá	5	1.500
1 Grade	Dentes, Tração Animal	12	7.500
1 Niveladora	Tração Animal	4	7.500
3 Equinos	Animais de Tração	8	60.000
TOTAL	-	-	1.847.250

Fonte:Dados da Pesquisa.

Tabela 4 - Classificação da capacidade de uso e aptidão agrícola do solo.

ÁREA	HISTÓRICO
5,7 ha	Inaproveitável para agropecuária (áreas de sede, estradas, lagoas, pedras, etc.)
10,0 ha	Área com topografia bastante acentuada, coberta com mata natural e capoeira, a ser preservada como reserva técnica-ecológica.
6,0 ha	Área com declividade entre 30% e 70% não mecanizável, com cafezal de 3,5 anos, a ser preservada.
3,7 ha	Área já nivelada e com infraestrutura adequada para rizicultura, o qual já vem sendo explorada. Pretende-se continuar com esta atividade.
7,0 ha	Área de várzea, topografia plana, irrigável, boa disponibilidade de água, relativamente fértil, própria para culturas anuais, principalmente arroz irrigado.
4,0 ha	Área declivosa, em até 60% que está sendo ocupada com pasto natural e será aproveitada como tal.
5,0 ha	Áreas relativamente planas, argilosas, próprias para culturas anuais, pastagens e capineiras.
7,0 ha	Área com declividade de até 50% mecanizáveis, não muito férteis, suportam culturas anuais, porém são mais aptas à culturas como cana-de-açúcar, fruticultura consorciada, devendo-se considerar os aspectos de conservação do solo.
10,1 ha	Área de ondulações suaves, satisfatória em fertilidade, boa para culturas anuais em geral.
57,8 ha	Área total da propriedade.

Fonte: Dados da Pesquisa.

ANEXO B

ANÁLISE ECONÔMICA DA EMPRESA NO ÚLTIMO ANO AGRÍCOLA (JUL/1980-81)

- **A locação dos recursos**
- **Custos por atividade dos fatores de produção**
- **Depreciação de máquinas e equipamentos**
- **Outros custos indiretos**
- **Produto líquido e valor da produção**

Tabela 1 – Alocação dos recursos pelas atividades no último ano agrícola (1980/81).

ATIVIDADES	ÁREA (ha)	MÃO-DE-OBRA (H.H)	FORÇA ANIMAL (H.A)	MOTO-MECANIZAÇÃO (H.T)	INSUMOS MODERNOS (Cr\$)
Arroz	3,7	521,7	118,4	107,3	52.922
Batata	1,0	1.239,0	-	47,0	82.075
Milho/feijão	2,0	888,8	16,0	31,0	44.155
Milho	0,4	65,2	6,4	5,8	4.960
Feijão	1,6	329,5	-	20,9	21.589
Melancia	1,6	866,4	10,0	46,8	36.974
Olericultura	2,0	4.040,0	-	248,0	124.170
Café	6,0	1.941,0	-	13,0	52.161
Amendoim	0,2	177,4	2,0	26,0	4.599
TOTAL	18,5	10.069,0	152,8	546,4	423.605

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 2 – Discriminação dos custos de produção por atividade no ano agrícola de 1980/81 em cr\$.

ATIVIDADE	ÁREA (ha)	INSUMOS MODERNOS	MÃO-DE-OBRA	FORÇA ANIMAL (1)	MÁQ. E EQUIPAM.	DEPRECIÇÃO (2)	OUTROS GASTOS (3)	GASTO TOTAL	GASTO (ha)
Arroz	3,7	52.922	37.562	6.642	39.770	34.748	39.316	210.960	57.016
Batata	1,0	82.075	89.208	-	10.100	30.160	18.219	229.967	229.767
Milho/feijão	2,0	44.155	63.998	898	12.300	19.002	9.843	150.196	75.098
Milho	0,4	4.960	4.690	359	2.736	2.321	1.579	16.145	41.612
Feijão	1,6	21.589	23.724	-	13.610	16.043	7.470	82.436	51.523
Melancia	1,6	36.974	62.381	561	16.200	28.550	25.892	170.558	106.599
Olericultura	2,0	124.170	290.880	-	24.800	87.471	103.343	630.664	315.332
Café	6,0	52.161	139.752	-	1.300	5.410	6.218	204.841	34.140
Amendoim	0,2	4.599	12.773	112	4.500	8.647	9.870	40.501	202.505
TOTAL	18,5	423.605	724.968	8.572	125.316	232.357	221.750	1.736.568	-

Fonte: Dados da Pesquisa.

(1) Refere-se somente à custos de amortização.

(2) Parte desses valores são devido ao uso direto do maquinário nas atividades. A outra parte é um rateio de todas as outras amortização, proporcional à Renda Bruta de cada atividade.

Inclui: FUNRURAL (arroz), graxas e lubrificantes, diesel e gasolina (todas as atividades), ITR (todas as atividades), peças e reparos (todas as atividades), fretes (amendoim, melancia, olericultura), conserto de cercas e limpeza de pasto (arroz, milho/feijão, milho, melancia).

Tabela 3 – Uso de mão-de-obra por atividade e o seu custo para empresa no ano agrícola de 1980/81. (custo da hora/homem = cr\$72,00)

ATIVIDADE	ÁREA (ha)	H.H GASTAS	CUSTO/ha (Cr\$)	CUSTO TOTAL (Cr\$)
Arroz	3,7	(551,3) 521,7	10,728	37.562
Batata	1,0	(1.245) 1.239	89.208	89.208
Milho/feijão	2,0	(896,86) 888,86	31.999	63.998
Milho	0,4	(67,86) 65,14	11.760	4.690
Feijão	1,6	(342,3) 329,5	14.828	23.724
Melancia	1,6	(879,2) 866,4	39.011	62.381
Olericultura	2,0	4.040	145.440	290.880
Café	6,0	1.941	23.292	139.752
Amendoim	0,2	(179) 177,4	63.864	12.773

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observação: Nos n^{os} entre parênteses na 3^a coluna, estão incluídas as horas referentes ao operador de trator alugado e são importantes para o cálculo energético.

Tabela 4 – Uso de trator por atividade na empresa no ano agrícola de 1980/81.

ATIVIDADE	ÁREA (ha)	H. TRATOR	H. COLHEIT.	CUSTO/ha (Cr\$)	CUSTO TOTAL (Cr\$)
Arroz	3,7	77,70	29,6	10.748,65	39.770
Batata	1,0	41,00 (47,00)	-	10.100,00	10.100
Milho/feijão	2,0	23,00 (31,00)	-	6.150,00	12.300
Milho	0,4	3,36 (5,76)	-	6.840,00	2.736
Feijão	1,6	8,10 (20,9)	-	8.506,25	13.610
Melancia	1,6	34,00 (46,80)	-	10.125,00	16.200
Olericultura	2,0	248,00	-	12.400,00	24.800
Café	6,0	13,00	-	216,67	1.300
Amendoim	0,2	25,00	-	22.500,00	4.500
TOTAL	18,5				125.361

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observação: Nos n^{os} entre parênteses, na 3^a coluna, estão incluídas as H. Trator (trator grande) alugadas e só são importantes para o cálculo energético.

Tabela 5 – Uso de força animal por atividade na empresa no ano agrícola de 1980/81.

ATIVIDADE	ÁREA (ha)	H.A GASTAS	CUSTO/ha (Cr\$)	CUSTO TOTAL (cr\$)
Arroz	3,7	118,4	1.795,19	6.642,20
Milho/feijão	2,0	16,0	448,80	897,60
Milho	0,4	6,4	897,50	359,00
Melancia	1,6	10,0	350,62	561,00
Amendoim	0,2	2,0	561,00	112,20
TOTAL	7,9	152,8	-	8.572,00

Fonte: Dados da Pesquisa.

Tabela 6 – Quantidade e valor dos insumos modernos consumidos na propriedade por atividade no ano agrícola de 1980/81 em cr\$.

ATIVIDADE	FERTILIZANTE (sc)	HERBICIDA (kg)	INSETICIDA (lt)	FUNGICIDA (kg)	SEMENTE (kg)	CALCÁREO (t)	TOTAL (Cr\$)
Arroz (3,7 ha)	Qtd 29,50 Cr\$ 25.755,74	159,10 13.702,21	92,50 11.544,00	- -	120,00 1.920,00	- -	- 52.921,95
Batata (1,0 ha)	Qtd 43,00 Cr\$ 35.108,00	- -	10,00 4.600,00	33,00 7.367,00	625,00 35.000,00	- -	- 82,75
Milho/feijão (2,0 ha)	Qtd 20,00 Cr\$ 15.048,00	- -	3,00 750,00	4,50 1.857,00	180,00 21.000,00	3,50 5.500,00	- 44.155,00
Milho (4,0 ha)	Qtd 2,40 Cr\$ 1.809,60	- -	0,60 150,00	- -	12,00 3.000,00	- -	- 4.959,60
Feijão (1,6 ha)	Qtd 8,00 Cr\$ 5.716,00	- -	2,00 500,00	6,50 1.372,50	60,00 3.000,00	5,00 11.000,00	- 21.588,50
Melancia (1,6 ha)	Qtd 29,00 Cr\$ 23.564,00	- -	16,00 4.000,00	32,00 8.129,00	1,60 1.280,00	- -	- 36.973,60
Olericultura (2,0 ha)	Qtd 93,00 Cr\$ 73.080,00	14,00 10.240,00	7,60 4.800,00	28,00 7.050,00	- 7.000,00	10,00 22.000,00	- 124.170,00
Café (6,0 ha)	Qtd 60,00 Cr\$ 39.825,00	- -	5,00 4.875,00	30,00 7.461,00	- -	- -	- 52.161,00
Amendoim (0,2 ha)	Qtd 1,80 Cr\$ 1.452,00	- -	2,00 500,00	6,00 1.372,50	25,00 1.275,00	- -	- 4.599,00

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 7 – custos de depreciação das máquinas e equipamentos de uso direto nas atividades da propriedade no ano agrícola de 1980/81.

ATIVIDADE	EQUIPAMENTO	HORAS DE USO	DEPRECIÇÃO O HORA (Cr\$)	DEPRECIÇÃO O TOTAL (Cr\$)	TOTAL (Cr\$)
Arroz	Microtrator	77,7	80,24	6.234,60	10.655,70
	Arado	37,7	25,51	943,80	
	Cultivador	29,6	54,74	1.620,30	
	Pulverizador	50,0	7,50	375,00	
	Niveladora	59,2	22,80	1.349,70	
	Carreta	11,1	11,92	132,30	
Batata	Microtrator	41,0	80,24	3.289,80	5.550,00
	Pulverizador	128,0	7,50	960,00	
	Sulcador	16,0	22,50	360,00	
	Cultivador	15,0	54,74	821,10	
	Carreta	10,0	11,92	119,20	
Milho/feijão	Microtrator	23,0	80,24	1.845,50	5.385,00
	Cultivador	16,0	54,74	875,80	
	Trilhadeira	8,0	292,97	1.783,70	
	Pulverizador	64,0	7,50	480,00	
	Carreta	15,0	11,92	178,80	
	Capinadeira	16,0	13,83	221,30	
Milho	Microtrator	3,36	80,24	296,60	1.011,40
	Cultivador	6,40	54,74	350,00	
	Trilhadeira	1,20	222,97	267,60	
	Pulverizador	1,28	7,50	9,60	
	Capinadeira	6,40	13,83	88,50	
	Carreta	2,16	11,92	25,80	
Feijão	Microtrator	8,1	80,24	649,90	1.641,00
	Trilhadeira	3,1	222,97	691,20	
	Pulverizador	32,0	7,50	240,00	
	Carreta	5,0	11,92	60,00	
Melancia	Microtrator	34,0	80,24	2.728,10	5.112,00
	Cultivador	24,0	50,74	1.305,60	
	Pulverizador	128,0	7,50	960,00	
	Carreta	10,0	11,92	119,20	
Olericultura	Microtrator	248,0	80,24	19.899,50	62.986,00
	Cultivador	40,0	54,74	2.189,60	
	Arado	60,0	25,51	1.530,60	
	Sulcador	20,0	22,50	450,00	
	Pulverizador	240,0	7,50	1.800,00	
	Equip. Irrig.	288,0	123,58	35.591,00	
	Carreta	128,0	11,92	1.526,00	
Café	Microtrator	13,0	80,24	1.043,10	2.398,00
	Pulverizador	160,0	7,50	1.200,00	
	Carreta	13,0	11,92	155,00	
Amendoim	Microtrator	25,0	80,24	2.006,00	6.683,00
	Pulverizador	6,4	7,50	48,00	
	Cultivador	2,0	54,74	109,50	
	Trilhadeira	20,0	292,97	4.459,40	
	Carreta	5,0	11,92	60,00	
TOTAL					101.423,00

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 8 – Outros custos indiretos por atividade da propriedade no ano agrícola de 1980/81 em cr\$.

ATIVIDADE	ITR	PEÇAS E REPAROS	DIESEL, GASOLINA GRAXA LUBRIFIC	FRETES	CONS. DE CERCAS LIMP. DE PASTO	TOTAL
Arroz	700	11.495	18.884	-	3.487	39.316 ¹
Batata	189	6.065	9.965	2.000	-	18.219
Milho/feijão	378	3.403	5.590	-	472	9.843
Milho	76	498	816	-	189	1.579
Feijão	303	1.198	1.969	4.000	-	7.470
Melancia	303	5.030	8.265	12.000	294	25.892
Olericultura	378	36.690	60.275	6.000	-	103.143
Café	1135	1.923	3.160	-	-	6.218
Amendoim	38	3.698	6.076	-	58	9.870
TOTAL	3.500	70.000	115.000	24.000	4500	221.750

Fonte: Dados da Pesquisa

¹Está incluído Cr\$ 4.750,00 de FUNRURAL.

ANEXO C

DADOS REFERENTES A PROGRAMAÇÃO DA EMPRESA

- **Preços**
- **Coeficientes Energéticos**

Tabela 9 – Produto líquido e valor da produção no ano agrícola de 1980/81.

ATIVIDADE	ÁREA (ha)	PRODUTO LÍQUIDO (sc)	VALOR (Cr\$)
Arroz	3,7	380,00	247.000
Batata	1,0	210,00	252.000
Milho/feijão	2,0	114,67	139.669
Milho	0,4	19,33	13.531
Feijão	1,6	37,00	148.000
Melancia (t)	1,6	47,00	240.000
Olericultura	2,0	-	250.000
Café	6,0	10,00	30.000
Amendoim	0,2	20,00	20.000
TOTAL	18,5	-	1.340.200

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 1 – Preços de insumos, produtos e fatores usados na programação.

DISCRIMINAÇÃO	UNIDADE	PREÇO/UNID. (Cr\$)
Soja	t	17.000
Arroz	t	15.000
Feijão	t	64.000
Milho	t	10.000
Amendoim	Sc	1.000
Melancia	t	5.500
Cana	t	1.200
Batata	t	24.000
Café	sc	3.500
Leite	lt	24
Terneiro	unid	5.000
Vacas de descarte	unid	17.600
Vacas excedentes	unid	60.000
Biogás	m3	17
Milho (compra)	t	15.000
Soja (compra)	t	20.000
Energia elétrica	Kwa	6,60
Mão-de-obra interna	H.H.	60
Mão-de-obra externa	H.H.	70
Força animal interna	H.A.	3
Força animal externa	H.A.	100
Trator interno	H.T.	8
Trator externo	H.T.	492,60
Calcáreo	t	2.100
Nitrogênio (sulfato de amônio)	kg	26,95
Nitrogênio (uréia)	kg	39,50
Fósforo - superfosfato simples	kg	23,80
Potássio (cloreto de potássio)	kg	30,65
Fósforo (superfosfato triplo)	kg	43,20
Diesel	lt	32,50
Capital	Cr\$	0,06

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2 – Peso de máquinas e equipamentos, vida útil, horas de uso anual e depreciação energética.

ÍTEM	ESPECIFICAÇÃO	PESO (kg)	VIDA ÚTIL FUTURA (anos)	Mcal/ANO ¹	USO MÉDIO ANUAL (horas)
Trilhadeira	Estacionária	240,0	11	483,2	1.000
Microtrator	2 unidades	744,0	10	1.647,8	4.000
Arado (dois)	P/microtrator	100,0	9	232,2	900
Trator	Tam. Médio	2.180,0	10	4,828,2	1.500
Arado discos	P/trator médio	240,0	15	509,4	160
Grade discos	P/trator médio	206,0	15	304,2	320
Capinadeira	Tração animal	50,0	6	174,1	400
Motor estac.	P/irrigação	330,0	11	664,4	-
Colheitadeira	Automotriz	6.175,0	8	17.095,2	720
Roçadeira	P/trator médio	429,0	12	791,8	1.000
Carreta	P/microtrator	46,5	10	97,2	1.200
Sulcador	P/microtrator	8,0	10	16,7	800
Rotativa	2 unidades	160,0	12	295,4	2.400
Niveladora	Tração animal	30,0	8	78,3	600
Pulverizador	Costais (4)	30,0	5	125,4	4.200
Carroça (dois)	Tração animal	-	6	119,4	2.400

Fonte: Dados da Pesquisa

¹Dados baseados nos seguintes autores conforme referência bibliográfica nº 32

Tabela 3 – In-puts energéticos dos fatores de produção.

ÍTENS	UNIDADE	Kcal/UNID.
Nitrogênio	kg	17.600,00
Fósforo	kg	13.190,00
Potássio	kg	2.200,00
Inseticida	kg	24.200,00
Herbicida	kg	24.200,00
Fungicida	kg	24.200,00
Calcáreo	kg	220,00
Diesel	lt	9.570,00
Gasolina	lt	11.100,00
Maquinário	kg	20.894,00
Mão-de-obra	H.H.	544,25
Força animal	H.A.	1.012,00
Prod. sanit. Animais e similar	kg	24.200,00

Fonte: Dados calculados com base nos seguintes autores: CARRE, 1951; AGRICULTURA DE LAS AMÉRICAS, v.28, n. 11, 1979; CONTI, M.1942; HOLANDA, 1981; KIEL, 1969/70; LOCHERETZ et alii, 1977; MALAVOLTA, 1967; RAMOS, s.d., RAO, 1979.

Tabela 4 – Coeficientes energéticos dos produtos das atividades programadas.

PRODUTO	UNIDADE	Kcal/UNID.
Soja	kg	3.980,00
Arroz	kg	3.620,00
Feijão	kg	3.462,00
Milho	kg	4.058,00
Amendoim	sc/40 kg	220,35
Melancia	t	182,00
Cana	t	658,82
Batata	kg	712,50
Café	sc	40,60
Leite	lt	650,00
Carne bovina	kg	960,00
Biogás	m ³	5.000,00

Fonte: dados calculados com base nos seguintes autores: KIEL, 1969/70; SUGAI, 1967; WHITE in BLAIR, 1976.

Tabela 5 – Inputs energéticos dos gastos com derivados de petróleo e outros para o último ano agrícola¹.

ATIVIDADE	(1) GASTO (cr\$)	(2) EQUIVALENTE		Mcal TOTAL
		DIESEL (lt)	GASOLINA (lt)	
Arroz	18.884	283,3	259,2	4.648,5
Batata	9.965	149,4	136,7	2.452,3
Milho/Feijão	5.590	83,8	76,7	1.375,7
Milho	816	12,3	11,2	201,5
Feijão	1.969	29,5	27,0	284,2
Melancia	8.265	123,9	113,4	2.034,0
Olericultura	60.275	904,1	827,3	14.840,8
Café	3.160	47,4	43,4	778,3
Amendoim	6.076	91,1	83,4	1.495,7

Fonte: Dados da pesquisa.

¹ Peças em reparo, fretes, diesel, gasolina, graxas e lubrificantes.

(1) Gastos diversos com os itens acima, em números globais, rateados por todas as atividades de acordo com as suas R.B.

(2) Estes dados foram transformados em equivalentes diesel e gasolina a preços médios (dez/80) considerando-se um consumo de 70% em gasolina e 30% em diesel, conforme estimativa do empresário, para viabilizar o cálculo do seu custo energético.

Tabela 6 – Out-puts de energia estimada para os produtos obtidos no último ano agrícola.

PRODUTO	QUANTIDADE (kg)	Kcal/kg	Mcal TOTAL
Arroz (1)	19.000	3.620	48.146,00
Batata (2)	12.600	790	9.456,30
Milho/feijão (3)	6.882	-	27.283,47
Milho	1.158	4.058	4.699,16
Feijão	2.220	3.462	7.685,54
Melancia (4)	47.000	280	8.554,00
Olericultura (5)	32.000	296	9.472,00
Café (6)	400	2.030	411,07
Amendoim (7)	1.000	5.430	3.258,00

Fonte: Dados da Pesquisa

- (1) Rendimento de benefício, 70%
- (2) Descontados 5% do peso da casca
- (3) 5.802 kg de milho e 1.080 kg de feijão
- (4) Descontados 35% do peso para casca e sementes
- (5) Cálculos baseados nos coeficientes energéticos do repolho
- (6) Café colhido maduro e considerando uma umidade final de 6,3%
- (7) Descascado e seco com 10% de umidade, com a casca representando 30% do peso.

ANEXO D

DADOS REFERENTES AO RESULTADO DA PROGRAMAÇÃO DA EMPRESA

Tabela 1 – Consumo de fatores nos planos ótimo econômico (plano a) e ótimo energético (plano b) da empresa.

FATORES	NÍVEL – PLANO A	NÍVEL – PLANO B
Mão-de-obra (H.H.)	38.015,0	24.826,0
Força animal (H.A.)	5.069,0	4.228,0
Trator (H.T.)	1.518,0	1.267,0
Combustível (litros)	1.745,0	1.457,0
Calcáreo (t)	49,2	53,6
Biofertilizante (t)	118,8	118,8
Nitrogênio (kg)	16.769,0	3.250,0
Fósforo (kg)	40.559,0	8.095,0
Potássio (kg)	6.213,0	1.227,0
Semente (Cr\$)	621.280,0	430.865,0
Agrotóxicos (Cr\$)	428.808,0	351.432,0
Capital de giro (Cr\$)	5.735.459,0	4.001.318,0
Terra verão (ha)	42,8	42,8
Terra inverno (ha)	26,6	33,5

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 2 – Variações dos preços da energia e impactos nas eficiências econômica e energética da empresa.

VARIAÇÕES NO PREÇO DA ENERGIA	PREÇO DA ENERGIA (kg/Kcal)	EFICIÊNCIA ECONÔMICA – EC (Cr\$)	EFICIÊNCIA ENERGÉTICA - EE
Preço base	3,40	5.054.192	1,51
Aumento de 5%	3,57	5.016.120	1,63
Aumento de 10%	3,74	4.980.480	1,63
Aumento de 15%	3,91	4.944.840	1,63
Aumento de 20%	4,08	4.909.200	1,63
Aumento de 30%	4,42	4.837.919	1,63
Aumento de 40%	4,76	4.773.269	1,78
Aumento de 50%	5,10	4.710.524	1,90
Aumento de 70%	5,78	4.591.500	1,90
Aumento de 100%	6,80	4.412.964	1,90
Aumento de 150%	8,50	4.123.540	2,15
Aumento de 200%	10,20	3.880.976	2,17

Fonte: Dados da Pesquisa

Tabela 3 – Impacto de diferentes preços de energia na estrutura de consumo de fatores pela empresa.

FATORES	PREÇO BASE	PREÇO 20% SUPERIOR	PREÇO 50% SUPERIOR	PREÇO 100% SUPERIOR	PREÇO 150% SUPERIOR	PREÇO 200% SUPERIOR
Mão-de-obra (HH)	38.015,00	41.778,00	41.948,00	41.929,00	39.476,00	38.896,00
Força animal (HA)	5.064,00	5.773,00	5.978,00	4.427,00	5.976,00	5.864,00
Trator (HT)	1.518,00	1.447,00	1.379,00	1.378,00	1.267,00	1.256,00
Combustível (lt)	1.745,00	1.664,00	1.587,00	1.586,00	1.456,00	1.445,00
Sementes (Cr\$)	621.280,00	527.210,00	461.665,00	461.665,0	362.219,00	349.873,00
Agrotóxicos (Cr\$)	428.808,00	400.250,00	380.196,00	380.196,00	352.673,00	348.435,00
Calcáreo (t)	49,20	49,90	50,40	50,40	49,20	48,80
Nitrogênio (Kg)	16.769,00	10.681,00	7.792,00	7.792,00	6.228,00	5.603,00
Fósforo (Kg)	40.559,00	31.092,00	25.999,00	25.999,00	20.611,00	19.331,00
Potássio (Kg)	6.213,00	3.788,00	2.680,00	2.680,00	1.799,00	1.769,00
Biofertilizante (t)	118,80	209,80	237,60	237,60	237,60	237,60
Terra verão (ha)	42,80	42,80	42,80	42,80	42,80	42,80
Terra inverno (há)	26,60	30,90	32,20	32,20	32,20	32,20

Fonte: Dados da pesquisa.

Tabela 4 – Principais atividades de produção e seus níveis, contempladas em 8 planos relativos a 2 preços de energia versus 4 níveis de eficiência econômica da empresa.

ATIVIDADES	PREÇOS 50% SUPERIORES				PREÇOS 150% SUPERIORES			
	PLANO 1	PLANO 2	PLANO 3	PLANO 4	PLANO 1	PLANO 2	PLANO 3	PLANO 4
Arroz (ha)	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70	3,70
Feijão inv. tr. animal (ha)	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00	15,00
Café (ha)	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00
Pecuária (UA)	17,80	10,00	10,00	10,00	20,00	10,00	10,00	10,00
Cana (ha)	7,00	7,00	7,00	7,00	5,20	7,00	7,00	7,00
Melancia (ha)	15,00	12,50	-	-	15,00	13,10	0,20	-
Milho/feijão tr. mec. (ha)	1,60	-	-	-	1,80	-	-	-
Milho cultivo mínimo (há)	-	0,60	7,40	7,40	-	0,60	7,20	7,40
Amendoim (há)	-	9,20	15,0	15,00	3,60	8,60	15,00	15,00
Batata (há)	2,80	-	-	-	-	-	-	-
Biodigestor (UM)	0,94	0,53	0,53	0,53	1,00	0,53	0,53	0,53
EC (Cr\$ milhões)	4,239	3,768	2,355	1,359	3,711	3,299	2,062	1,008
EE	3,47	4,41	7,07	7,07	3,80	4,32	7,02	7,07

Fonte: Dados da pesquisa.

Observação: Os planos 1, 2 e 3 referem-se a decréscimos de 10%, 20% e 50% respectivamente na eficiência econômica para os dois preços, enquanto que o plano 4 refere-se a decréscimos na eficiência econômica de 71% para preços de energia superiores a 50% e 75% para preços 150% superiores.

Tabela 5 – Consumo de fatores e eficiência energética (EE) para 2 níveis de preço de energia versus 3 níveis de eficiência econômica (EC) da empresa.

FATORES	PREÇOS 50% SUPERIORES			PREÇOS 150% SUPERIORES		
	EC –10%	EC –20%	EC –50%	EC –10%	EC –20%	EC –50%
Mão-de-obra (HH)	35.719,00	26.872,00	24.824,00	35.071,00	26.955,00	24.854,00
Força animal (HÁ)	5.461,00	4.500,00	4.227,00	5.638,00	4.522,00	4.229,00
Trator (HT)	1.287,00	1.346,00	1.268,00	1.270,00	1.341,00	1.270,00
Combustível (lt)	1.480,00	1.549,00	1.458,00	1.461,00	1.542,00	1.461,00
Semente (Cr\$)	335.923,00	339.268,00	430.865,00	259.749,00	331.768,00	430.358,00
Agrotóxicos (Cr\$)	342.281,00	407.152,00	351.432,00	355.352,00	405.621,00	353.122,00
Calcáreo (t)	51,10	53,60	49,60	50,50	51,00	53,60
Nitrogênio (Kg)	8.875,00	10.550,00	3.250,00	5.235,00	10.888,00	3.349,00
Fósforo (Kg)	16.801,00	15.160,00	8.094,00	10.647,00	15.464,00	8.108,00
Potássio (Kg)	1.314,00	1.876,00	1.226,00	1.000,00	1.927,00	1.256,00
Biofertilizante (t)	212,30	118,80	118,80	237,60	118,80	118,80
Terra verão (ha)	42,80	42,80	42,80	42,80	42,80	42,80
Terra inverno (ha)	37,80	33,50	33,51	37,20	33,50	33,50
EC (Cr\$ milhões)	4,239	3,768	2,355	3,711	3,299	2,062
EE	3,47	4,41	7,07	3,80	4,32	7,02

Fonte: Dados da pesquisa.

Observação: Os decréscimos percentuais da EC referem-se à EC máxima conseguida para a empresa.

Tabela 6 - Consumo de fatores e eficiência energética (EE) para preços de energia 200% superiores ao preço base e 3 níveis de eficiência econômica (EC) da empresa.

FATORES	EC -10%	EC -20%	EC -50%
Mão-de-obra (HH)	35.043,00	29.955,00	25.098,00
Força animal (HA)	5.645,00	4.916,00	4.246,00
Trator (HT)	1.276,00	1.312,00	1.286,00
Combustíveis (lt)	1.468,00	1.509,00	1.479,00
Sementes (Cr\$)	258.928,00	318.900,00	928.086,00
Agrotóxicos (Cr\$)	360.043,00	384.837,00	360.497,00
Calcáreo (t)	50,60	51,10	53,40
Nitrogênio (Kg)	5.015,00	8.292,00	3.700,00
Fósforo P ₂ O ₅ (Kg)	10.632,00	12.989,00	8.176,00
Potássio K ₂ O (Kg)	1.010,00	1.087,00	1.356,00
Biofertilizante (t)	237,60	164,80	120,40
Terra Verão (ha)	42,80	42,80	42,80
Terra Inverno (ha)	36,70	35,60	33,60
EC (Cr\$ milhões)	3,493	3,105	1,940
EE	3,78	4,41	6,82

Fonte: Dados da Pesquisa.

Observação: Os decréscimos percentuais da eficiência econômica (EC) referem-se ao seu Valor Máximo conseguido para a empresa.

ANEXO E

**MATRIZ DOS COEFICIENTES UTILIZADOS NA PROGRAMAÇÃO DA EMPRESA
E RELAÇÃO DAS ATIVIDADES DE PRODUÇÃO PROGRAMADAS**

Matriz dos principais coeficientes técnicos utilizados na programação da empresa.

142

ATIVIDADE	MSTA	AME	MEL	CAN	BAT	CAF	MSI	PIN	CFE	PNPL	RPLT	ENS	PLEI	BIO
UNIDADE	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	ha	t	t	1,65UA	15m ³
PRODUTIVIDADE	3 TM 0,9 ts	2t	40t	60t	12,6t	3t	30t	5UA	10UA	4UA	0,59UA	0,82UA	2690 lt Leite	5202 lt biogás
M.O. Período 1 (HH)	40,5	26	40	11	54	125	39	14	108	8	2	160	90	88
M.O. Período 2 (HH)	60	62	70	15,5	60	125	31	10	108	32	4	-	90	48
M.O. Período 3 (HH)	61,5	-	-	70	40	125	-	6	30	-	2	-	90	48
M.O. Período 4 (HH)	38	30	39	30	40	269	28	-	108	40	-	-	90	48
M.O. Período 5 (HH)	12	36	70	70	450	112	12	-	9	-	-	20	90	48
M.O. Período 6(HH)	36	20	74	54,5	270	126	8	-	109	-	-	-	90	48
F.A. Período 1 (HA)	22	-	10	-	-	-	15	-	-	-	2	20	8	-
F.A. Período 2 (HA)	10	18	10	4,5	-	7	15	4	10	-	-	-	8	-
F.A. Período 3 (HA)	27	-	-	2	-	7	-	-	8	4	-	-	8	-
F.A. Período 4 (HA)	35	25	13	-	11	8	28	-	-	4	-	-	8	-
F.A. Período 5 (HA)	-	9	20	-	-	8	12	12	-	-	-	-	8	-
F.A. Período 6 (HA)	10	10	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-
Trator Período 1 (HT)	-	-	-	10	-	-	-	9	4	-	-	-	-	-
Trator Período 2 (HT)	-	10	-	6,5	-	-	-	9	4	-	-	-	-	-
Trator Período 3 (HT)	35	-	-	5	-	-	-	-	4	-	-	-	-	-
Trator Período 4 (HT)	-	-	33	5	41	-	-	-	-	20	-	-	-	-
Trator Período 5 (HT)	-	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Trator Período 6 (HT)	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Calcáreo (t)	0,8	1,2	1	1	1	-	1,2	0,5	1	1	-	-	-	-
Nitrogênio (Kg)	56,3	19,5	130	108	130	80	9	63	22,5	-	-	-	-	-
Fósforo P ₂ O ₅ (Kg)	82,5	60	160	66	400	20	56	66	-	92	-	-	-	-
Potássio K ₂ O (Kg)	30	30	80	24	200	72	12	24	-	-	-	-	-	-
Sementes (Cr\$)	1795	12750	500	4400	35000	-	3591	2250	4000	-	-	-	-	-
Agrotóxicos (Cr\$)	970	13000	10000	3570	9867	12255	-	-	-	-	-	-	-	-
Insumos p/ pecuária (Cr\$)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	5403	-
Energia elétrica (Kwa)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68,3	-
SUBPRODUTOS	Esterco (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,5	-
	Biofertilizante (t)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	224
	Vacas de descarte (UA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
	Vacas excedentes (UA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,2	-
	Terneiros (UA)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,5	-

Fonte: Dados da pesquisa.

Nota: M.O. = Mão-de-obra

F.A. = Força animal

II - Relação das atividades de produção programadas

- 1 – STA - Soja tração animal
- 2 – STM - Soja tração mecânica
- 3 – ARR - Arroz irrigado
- 4 – FTMI - Feijão tração mecânica safra de inverno
- 5 – FTAI - Feijão tração animal safra de inverno
- 6 – FV - Feijão de verão (safrinha)
- 7 – MTM - Milho tração mecânica
- 8 – MTA - Milho tração animal
- 9 – MCM - Milho cultivo mínimo
- 10 – MFTA - Milho/feijão tração mecânica
- 11 – MFTA - Milho/feijão tração animal
- 12 – MSTM - Milho/soja tração mecânica
- 13 – MSTA - Milho/soja tração animal
- 14 – AME - Amendoim
- 15 – MEL - Melancia
- 16 – CAN - Cana
- 17 – BAT - Batata
- 18 – CAF - Café
- 19 – MSI - Milho para silagem
- 20 – PIN - Pastagem de inverno
- 21 – CFE - Capineiras para feno
- 22 – PNPL - Pastagem natural para pecuária
- 23 – RPLT - Ração para pecuária leiteira
- 24 – ENS - Ensilagem
- 25 – PLEi - Pecuária leiteira
- 26 – BIO - Biodigestor

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1 - ASSOCIAÇÃO DOS ENGENHEIROS AGRÔNOMOS DO ESTADO DE SÃO PAULO (AEASP). Agricultura Ecológica e Alternativas Tecnológicas para a Agricultura. Piracicaba SP, 1979, 81 p. (Ciclo de Palestras e Debates). Mimeo.
- 2 - ARAÚJO, José Emilio G., ed. La Empresa Comunitaria. San José, Costa Rica, IICA, 1975.
- 3 - ARAÚJO, A.B. & ABREU, M.P. O Meio Ambiente - Alguns Aspectos Econômicos. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 6 (3): 787-806, Dez. 1976.
- 4 - AUBERT, Claude. L'Agriculture Biologique. 3.ed. Paris, Le Courrier du Livre, 1977. 367 p.
- 5 - BANCA NAZIONALE DEL LAVORO. IL Cafe - Produzione e Commercio. Roma, Terza Edizione, 1959.
- 6 - BARROS, Henrique de. A Empresa Agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 1968. 446 p.
- 7 - BERARDI, G.M. Organic and Conventional Wheat Production: Examination of Energy and Economics. Department of Natural Resources, Cornell University, Ithaca, N.Y., Revista Agro-Ecosystems, 4: 367 - 76, 1978.
- 8 - BORGIO, Antonio. Ecologia face à Utilização de Defensivos e Poluição. Trigo e Soja, 1979, p. 15 - 8.
- 9 - BUCKMAN, Harry, O. & BRADY NYLE, C. Natureza e Propriedade dos Solos. Rio de Janeiro, USAID, 1967.
- 10 - BURTON, Benjamin, T. Nutrição Humana. São Paulo, Mc Graw Hill do Brasil, 1979. 606 p.

- 11 - CARRE, A.L. Fundamentos Científicos Naturales de la Producción Agrícola. Barcelona, Salvat, 1951.
- 12 - CASTANHO FILHO, Eduardo, P. & CHABARIBERY, D. Perfil Energético da agricultura Paulista. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, Secretaria da Agricultura, 1981. Não publicado.
- 13 - CHINA: Recycling of Organic Wastes in Agriculture. FAO – Soils Bulletins, Rome, 1977. 107p.
- 14 - CONSERVANDO Energia en la Granja - Estiercol: Valiosa Fuente de Gas Metano. Agricultura de las Américas, 28 (11): 62 - 4, 72 - 3, 76, nov. 1979.
- 15 - CONTI, M. Tratado de Mecânica Agrícola. B. Aires, Biblioteca Agronómica y Veterinária, 1942.
- 16 - CUBA, P. Quanto custa o Trabalho Prestado em um Dia por um Animal de Tração? Boletim, n. 9, IAC, São Paulo, 1937.
- 17 – CULTIVO Mínimo.Uma Tecnologia Apropriada ao Pequeno Agricultor. O Estado, Santa Catarina, 9 jan.1981. Suplemento Agrícola n.50.
- 18 - CUSTOS DE PRODUÇÃO DOS PRINCIPAIS PRODUTOS AGRÍCOLAS. Florianópolis, SC. Secretaria da Agricultura. Comissão Estadual de Planejamento Agrícola (CEPA), julho 1981.
- 19 - DAY, R.H. Recursive Programming Models: A Brief Introduction. IN: JUDGE, G. & TAKAYAMA, T. Studies: in Economic Planning over space and Time, New York, North-Holland 1973. p. 328-44.
- 20 - DENCKER Carl H. Manual de Técnica Agrícola. Barcelona, Omega 1966.1252 p.

- 21 - DUMONT, René. A Utopia ou a Morte. São Paulo, Círculo do Livro, 1977. 171 p.
- 22 - DUVIGNEAUD, P. A Síntese Ecológica. Lisboa, Socicultur, 1977. v.1.
- 23 - ERNANI, Paulo Roberto. Utilização de Materiais Orgânicos e Adubos Minerais na Fertilização do Solo. Porto Alegre, Fac. de Agronomia, UFRGS, 1981.82 p. Tese (MS).
- 24 - É TEMPO de Biogás. Interior, Revista Bimestral do Ministério do Interior, n. 32, 1980. p. 4 -13.
- 25 - FERGUSON, C.E. Microeconomia. 2.ed. Rio de Janeiro, Forense Universitária, 1980. 610 p.
- 26 - FIORESTAL ACESITA, S.A. Biomassa: Opção Energética para os Países Tropicais. Revista de Economia Rural, SOBER, v. 18,1980. p. 111 - 4. Número Especial.
- 27 - FLUCK, R.C. Energy Productivity: A Measure of Energy Utilization in Agricultural Systems. Agricultural Systems, 4 (1): 29 - 37, 1979.
- 28 - FUNDAÇÃO CALOUSTE GULBENKIAN. Análise Eco-Energética dos Sistemas de Produção Agrícola da Zona Vitícola de Dois Portos. Lisboa, 1978. 44 p.
- 29 - FUNDAÇÃO DE ECONOMIA E ESTATÍSTICA (FEE). Produção de Biogás e Tratamento da Poluição em Frigoríficos no Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 1980.
- 30 - GUIMARÃES, Alberto Passos. A Crise Agrária. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979. 362p.

- 31 - HOFFMANN, et alii. Administração da Empresa Agrícola. 2.ed. São Paulo, Pioneira, 1978. 325 p.
- 32 - HOLANDA, José Simplício de. Utilização de Esterco e Adubo Mineral em Quatro Seqüências de Culturas em Solo de Encosta Basáltica do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Fac. Agron. UFRGS, 1981. 67 p. Tese (MS).
- 33 - HOWARD, Albert. Un Testamento Agrícola. Chile, Imprensa Universitária, 1946. 237 p.
- 34 - JEWEL, W.J. Energy Agriculture and Waste Management. New York, Ann Arbor Science Publishers, 1975. 540 p.
- 35 - KIEL, E.J. Consorciação de Leguminosas. Bol. Secretaria da Agricultura de MG, 7 (9/10) : 65 -72, 1959.
- 36 - _____. A Desconhecida Rotação de Culturas. In: COOPERATIVA Agrícola de Cotia (C.A.C.). Guia Rural, São Paulo, 1969/70. p. 188 - 92.
- 37 - KITAMURA, Paulo C. Economicidade de Investimentos em Conservação de Solos no Sistema Trigo/Soja. Porto Alegre, IEPE/UFRGS. 1981. 96 p. Tese (MS).
- 38 - LENZ, Reinaldo Funke. Bioenergja - Metano a Partir da Biomassa e o Biofertilizante no Manejo Ecológico do Solo. Revista Especial da Hidráulica Industrial S.A., Joaçaba, SC, s.d.
- 39 – LOCHERETZ, et alii. Economic Performance and Energy Intensiveness on Organic and Convencional Farms in the Corn Belt: A Preliminary Comparison. American Journal of Agricultural Economics, 59 (1) Feb. 1977.
- 40 - LUTZEMBERGER, José A. O Fim do Futuro? Manifesto Ecológico Brasileiro. Porto Alegre, Ed. Movimento, 1978. 100 p.

- 41 - MC DONALD, P. et alii. Nutrição animal. 2.ed. Zaragoza, Ed. Acribia, 1975.
- 42 – MALAVOLTA, E. Manual de Química Agrícola. 2. ed. São Paulo, Ceres, 1967. 322 p.
- 43 - MARTINS, Newton. Mecânica, Motores e Máquinas Agrícolas. 3. ed. Porto Alegre. 1967. 322 p.
- 44 - MAYNARD, Leonard A. & LOOSLI, John K. Nutrição Animal, Rio de Janeiro, Livraria Freitas Bastos, 1966.
- 45 - MEADOW et alii. Limites do Crescimento. 2. ed. São Paulo, Perspectiva, 1978. 220 p.
- 46 - MIALHE, Luiz Geraldo. Manual de Mecanização Agrícola. São Paulo, Ceres, 1974. 301 p.
- 47 - NEME, M.A. Leguminosas para Adubos Verdes e Forragens. Campinas, SP, Séc. Agric., 1961.
- 48 - O DEFENSIVO Agrícola. Agroanálisis, F.G.V., 4 (10): 7 – 70, out. 1980.
- 49 – ODUM, Eugene P. Ecologia. 3. ed. São Paulo, Pioneira, 1977. 201 p.
- 50 - OELHAF, Roberto C. Organic Agriculture Economic and Ecologic Comparisions Wth Convencional Methods. New York, All Anhed, Osmum an Co. Publishers, 1978. 271 p.
- 51 – PASCHOAL, Adilson D. Pragas, Praguicidas e a Crise Ambiental. Problemas e Soluções. Rio de Janeiro, FGV, 1979 .
- 52 - PHILLIPSON, John. Ecologia Energética. 2. ed. São Paulo, Nacional, 1977. 93 p.

53 - PRIMAVESI, A. & PRIMAVESI, A.M. Correção do pH Através de Métodos Ecológicos. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOLOGIA DO SOLO, 2º., Sta. Maria, 22 - 30 Jul/1968. Progresso em Biodinâmica e Produtividade do Solo. Santa Maria, 1968.

54 - PRIMAVESI, A. Combate Biológico da Erosão Acelerada. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOLOGIA DO SOLO, 2º., Sta. Maria, 22 - 30 Jul/1968. Progresso em Biodinâmica e Produtividade do Solo. Santa Maria, 1968.

55 - RETROSPECTIVA DA AGROPECUÁRIA, 1980. Rio de Janeiro, FGV/CAE/IBRE. 1981.

56 - RETROSPECTIVA DA AGROPECUÁRIA, 1979. Rio de Janeiro, FGV/CAE/IBRE, 1980.

57 - RAMOS, M. Sistema de Preparo Mínimo do Solo – Técnicas e Perspectivas para o Paraná. Ponta Grossa, EMBRAPA, s.d. (Comunicação Técnica, n.23).

58 - RAO, M.A., Energy use for the production of rice, beans, maize, and soya beans in São Paulo, Brasil. Tropical Agriculture, Trinidad, 56 (3): 277 – 83, July 1979.

59 - ROSTON, J. P. & TOLAINE, O. Os animais e o Esforço de Trabalho. Bol. da Divisão de Mecanização Agrícola, São Paulo, DEMA, Sec. da Agric., 1958.

60 - RUSCHI, Augusto. Agroecologia. Brasília, Horizonte, ed. 1978. 140 p.

61 - RUSSEL, E. W. A Importância da Estrutura Ativa do Solo na História da Humanidade. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOLOGIA DO SOLO, 2º., Santa Maria, 22- 30, Julho 1968. Progressos em Biodinâmica e Produtividade do Solo, Santa Maria. 1968.

- 62 - SAAD, Odilon. Seleção de Equipamento Agrícola. 2 ed. São Paulo, 1978. 126p.
- 63 - SAESP. Leguminosas – Ajudam a Fertilizar a Terra. São Paulo, s.d. (Folheto Campanha da Produtividade).
- 64 - SCHAAFFHAUSEN, R.V. Recuperação Econômica de Solos em Regiões Tropicais Através de Leguminosas e Microelementos. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE BIOLOGIA DO SOLO, 2º. Santa Maria, 22 – 30, Julho 1968. Progressos em Biodinâmica e Produtividade do Solo. Santa Maria. 1968.
- 65 - SCHUMACHER, E.F. O Negócio é Ser Pequeno. 3. ed., Rio de Janeiro Zahar, 1981. 261 p.
- 66 - SILVA, Donatus da. Bioqás Transformando Lixo em Tesouros. Porto Alegre, FECOTRIGO, 1980.
- 67 - SINHA, SSK. Las Leguminosas Alimentícias, su Distribución, su Capacidad de Adaptación Y Biología de los Rendimientos. Roma, FAO, 1978. (Estudio FAO: Producción y Protección Vegetal).
- 68 - SMIL, V. Energy Solution in China. Environment, 19 (7): 6 – 7, Oct. 1977.
- 69 - SOUZA, Renato. Crescimento Econômico e Meio Ambiente. Unisinos, São Leopoldo, Maio 1977. Curso de Especialização em Ecologia.
- 70 - STOUT, B. Energia para la Agricultura Mundial. Roma, FAO, 1980.
- 71 - STULP, Valter J.; ADAMS, Reinaldo I.; CONTO, Arnaldo J. de. Planejamento de uma Pequena Empresa Rural – Lageado RS. Porto Alegre, IEPE, UFRGS, 1974. (Estudos e Trabalhos Mimeografados, n. 25).
- 72 - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DO ESTADO DO CEARÁ (SUDEC). Produção de Gás Metano Através da Fermentação Anaeróbica do Esterco de Gado. Fortaleza, 1977. (Série: “Faça Você Mesmo” nº. 1)

- 73 - SUGAI, Yoshihiko. Planejamento Básico de uma Empresa Agropecuária pela Programação Linear. Viçosa, M.G., UFV, 1967. Tese (MS).
- 74 - SWEDISH UNIVERSITY OF AGRICULTURAL SCIENCES. Energy Analysis of Agriculture. ULF Renborg/UIIA, 1979. 10 p. Mimeo.
- 75 - UNIVERSIDADE DA FLORIDA. Tabelas de Composição de Alimentos da América Latina-Abreviada. Centro de Agricultura Tropical, Departamento de Zootecnia, 1974.
- 76 - UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE (USDA). Report and Recommendations on Organic Farming, July 1980. 94 p.
- 77 - VALE, Robert y BRANDA. La Casa Autónoma.; Diseño y planificación para la Autosuficiencia. Barcelona, Editorial Gustavo Gili, 1978.
- 78 - WHITE, D.J., Energy use in Agriculture. In: BLAIR, I. M. et alii. Aspects of Energy Conversion. New York Pergamon Press, 1976.
- 79 - WINTERBOER, R. BENEKE, R.R. Linear Programming Applications to Agriculture. Ames, The Iowa State University Press., 1973.
- 80 - WU LEUNG, Woot -Tsun. Tabla de Composición de Alimentos para Uso en América latina. 2. ed. México, AID, 1970.
- 81 - ZARDO, Fernando de Abreu. Projeto Quero-Quero – Biosistemas Integrados de Reciclagem Energética. Posto Alegre, ed. Sagra , 1981. 122 p.