

**COMBINAÇÃO DE ATIVIDADES, PELA PROGRAMAÇÃO LINEAR
EM EMPRESAS AGRÍCOLAS, NA MICRORREGIÃO
DE IMPERATRIZ, MARANHÃO**

ALVANIR LOPES DOS PRASERES

Orientador: Evaristo Marzabal Neves

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do Título de Mestre em Ciências Sociais Rurais.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro, 1976

Aos meus familiares

À Yara

À Sabrina

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

- Ao Prof. *Evaristo Marzabal Neves*, a quem agradeço de maneira especial pela orientação e amizade.
- Aos professores *Joaquim José de Camargo Engler* e *José Ferreira de Noronha*, pelas críticas e sugestões apresentadas.
- Ao Dr. *Raimundo João Barbosa Pinheiro*, ex-Secretário Executivo da ACAR-Maranhão, pela oportunidade que me concedeu de poder frequentar o Curso de Pós-Graduação.
- Ao Dr. *João Batista da Silva Braga*, Diretor-Presidente da EMATER-MA e demais membros da Diretoria.
- Ao Centro de Processamento de Dados da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatú.
- A Fundação FORD, por terem financiado parcialmente este trabalho.
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa de estudo.
- Aos meus colegas do Curso e indistintamente a todos os professores do Pós-Graduação pelos ensinamentos recebidos.
- Ao colega *Pedro Cândia de Araujo* pela colaboração prestada na fase inicial da pesquisa.
- Aos Srs. *Wanderley Brajão*, *Lázaro Martins* e *Pedro Scardua*, pelo cuidadoso trabalho de datilografia e impressão; à Sra. *Margareth P. Wagner*, pela versão inglesa do "Summary".
- A todos que, direta ou indiretamente colaboraram na execução deste trabalho.

I N D I C E

	Página
LISTA DE TABELAS	v
RESUMO	x
1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Considerações gerais	1
1.2. O Problema	3
1.3. Importância do Estudo	6
1.4. Objetivos	7
2. REVISÃO DE LITERATURA	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Descrição da Área	14
3.2. Informação Básica	18
3.2.1. Amostragem	18
3.3. Instrumental Analítico	21
3.3.1. Programação Linear	21
3.3.2. Componentes da Programação Linear	22
3.3.3. Características da Programação Linear	23
3.3.4. Outros Conceitos Básicos na Programação Linear ...	24
3.3.5. Pressuposições da Programação Linear	24
3.3.6. Modelo Matemático	25
3.3.7. Formulação do Modelo Básico	27
3.3.7.1. Restrições Referentes aos Recursos	29
3.3.7.2. Atividades	32
3.3.7.3. Quantificação dos Fatores Restritivos e Coeficientes Técnicos das Atividades	35
3.3.7.4. Função-Objetivo	35
3.4. Situações Estudadas	36

	Página
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
4.1. Situação Atual	38
4.2. Situação com Reorganização Interna	42
4.2.1. Atividades	43
4.2.2. Renda Líquida	45
4.2.3. Recursos	46
4.2.4. Análises Complementares das Soluções Ótimas	53
4.3. Situação com Reorganização Interna mais Mudança de Tecnologia	56
4.3.1. Atividades	56
4.3.2. Renda Líquida	58
4.3.3. Recursos	60
4.3.4. Análises Complementares das Soluções Ótimas	61
4.4. Discussão da Aplicabilidade das Soluções Ótimas ao Nível do Agregado	64
5. CONCLUSÕES	66
5.1. Situação com Reorganização Interna	66
5.2. Situação com Reorganização Interna mais Mudança de Tecnologia	68
5.3. Agregado	68
SUMMARY.....	70
LITERATURA CITADA.....	72
APÊNDICE.....	76

LISTA DE TABELAS

Tabela Nº		Página
1	Comportamento do valor da produção da microrregião de Imperatriz, em percentuais. Período 1968/70.	5
2	Comportamento da produção agrícola da microrregião de Imperatriz - Maranhão. Período: 1968/70	5
3	Distribuição do número e área dos imóveis rurais por classes de tamanho, da microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1975.	7
4	Número de questionários aplicados na microrregião de Imperatriz, Maranhão, por estratos.	20
5	Modelo Básico	
6	Jornada disponível em equivalente-homem, por sexo, idade e tempo disponível para o trabalho	30
7	Atividades e meses agregados, segundo o tipo de operações mais frequentes durante o ano agrícola (Períodos críticos)	31
8	Atividades estudadas segundo o nível de tecnologia nas propriedades rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão	33
9	Renda líquida total e composição percentual, área total e rendimentos médios das culturas, segundo a Empresa Representativa de cada estrato. Situação Atual, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.	41
10	Níveis das Atividades e Valores da Função Objetivo, para Empresas Representativas dos Estratos I, II, III e IV e comparação com a Situação Atual, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.	44
11	Utilização dos restritivos em relação às disponibilidades existentes para a Empresa Representativa do estrato I, segundo a solução ótima. Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	48

Tabela Nº		Página
12	Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes, para Empresa Representativa do estrato II, segundo a solução ótima. Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	49
13	Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes para Empresa Representativa do estrato III, segundo a solução ótima. Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	50
14	Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes para Empresa Representativa ao Estrato IV, segundo a solução ótima. Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	51
15	Níveis de Compra de Mão-de-obra, para Empresas Representativas dos Estratos, I, III, III e IV, segundo a Solução Ótima, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	52
16	Preços-sombra das Atividades e Recursos na Situação com Reorganização Interna, das Empresas Representativas dos Diferentes Estratos, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	54
17	Níveis das Atividades e Valores da Função Objetivo, para Empresas Representativas dos Estratos I, II, III e IV e comparação com a Situação Atual, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	57
18	Produção Agregada das Empresas Rurais da Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	59
19	Preços-Sombra das Atividades e Recursos, na Situação com Mudança de Tecnologia, das Empresas Representativas dos Diferentes Estratos, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	62
20	Disponibilidade de recursos para os diferentes estratos de Empresas Rurais da Microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.	77
21	Coefficientes técnicos, por hectare, para arroz, consorciado com milho e mandioca ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75..	78

Tabela Nº		Página
22	Coeficientes técnicos, por hectare, para arroz consorciada com milho, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	78
23	Coeficientes técnicos, por hectare, para banana ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	78
24	Coeficientes técnicos, por hectare, para arroz, ao nível de tecnologia existente, na microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	79
25	Coeficientes técnicos para atividade Gado de Corte, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	80
26	Coeficientes técnicos para atividades Suínos, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	80
27	Atividade Compra de Benfeitoria (Arroz-Milho), coeficiente da tecnologia existente, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	81
28	Atividade Compra de Benfeitoria (Mandioca), coeficientes de tecnologia existente, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.	81
29	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Equipamentos ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	82
30	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Cercas e Currais, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	82
31	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Benfeitoria para Suínos, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	83
32	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Capital de Giro, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	83

Tabela Nº		Página
33	Coeficientes técnicos da atividade, Compra de Capital de Investimento 1, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	84
34	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Capital de Investimento 2, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	84
35	Atividade Compra de Mão-de-Obra. Coeficientes, segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato I, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75..	85
36	Atividade Compra de Mão-de-Obra. Coeficientes, segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato II, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.	85
37	Atividade Compra de Mão-de-Obra. Coeficientes, segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato III, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.	86
38	Atividade Compra de Mão-de-obra. Coeficientes, segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato IV, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.	86
39	Coeficientes técnicos da atividade de Transferência de Terra de Cultura, para Pastagem por estrato, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	87
40	Coeficientes técnicos da atividade Transferência de Pastagem para Terra de Cultura, por estrato, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.....	87
41	Coeficientes Técnicos das Atividades com Tecnologia Recomendada, participantes do Modelo de Planejamento para microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75....	88
42	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Benefeitoria (Arroz-Milho) ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais de microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	89
43	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Benefeitoria (Mandioca) ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	89

Tabela Nº		Página
44	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Equipamento, ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	90
45	Coeficientes técnicos da Atividade Compra de Cercas e Currais, ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	90
46	Coeficientes técnicos da atividade Compra de Mão-de-Obra, ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75	91

R E S U M O

A agricultura é o principal setor da economia maranhense, sendo, nos dias de hoje, apesar de sua lenta evolução, ainda o grande responsável pela geração de renda e fonte de emprego para uma parcela bastante significativa da população do Estado.

A integração do Estado ao sistema rodoviário nacional, a partir da década de 1950, facilitou as correntes migratórias. O extraordinário acréscimo da força de trabalho, via migrante, conjugado a uma maior utilização de áreas virgens, permitiram uma importante expansão da renda interna do Estado.

As modificações que se processavam na economia estadual, estavam vinculadas, evidentemente, ao comportamento de cada uma das regiões do Estado. A microrregião de Imperatriz, objeto deste estudo, também sofreu modificações na sua estrutura produtiva, reflexo da abertura da rodovia Belém-Brasília.

As empresas rurais dessa microrregião, tem as suas rendas derivadas das explorações de gado de corte, arroz, milho, mandioca, feijão, algodão, banana e suínos. São atividades que quase sempre competem entre si pelos mesmos recursos.

Usando-se a Programação Linear, procurou-se com o presente estudo, identificar a combinação de explorações que maximizasse a renda da empresa rural, por classe de área, para dois níveis de tecnologia:

a existente e a recomendada.

Os dados, são oriundos das empresas rurais e referentes ao ano agrícola 1974/75, sendo coletados usando-se o método "Survey", através de amostragem ao acaso e intencional.

O modelo básico da Programação Linear, constituiu-se de 22 atividades e 17 restrições.

Entre as principais conclusões tem-se:

As análises a nível das empresas, mostraram que tanto a reorganização interna da empresa, mantida a tecnologia atual, quanto a reorganização com mudança de tecnologia, apresentaram aumentos na renda líquida em relação aos processos tradicionais de produção vigentes.

Na reorganização interna, as atividades que se mostraram mais rentáveis foram: arroz-milho-mandioca (estratos I, II e III), e arroz-milho (estrato IV).

Para reorganização interna com mudança de tecnologia, as atividades que figuraram na solução ótima foram: arroz-milho (estratos I, III e IV), arroz solteiro (estrato II) e gado de corte (estratos I e IV).

A nível agregado, os requerimentos de recursos monetários através do crédito, alcançariam a soma elevada de "trezentos e setenta e três milhões de cruzeiros", comprometendo a viabilidade de aplicação dos planos ótimos.

No que se refere à mão-de-obra, há certas indicações de que este recurso não se constituiria em restrição ao nível agregado, tendo em vista a abundância deste fator na região.

Os resultados das análises de Programação, mostraram a viabilidade de aplicação dos planos ótimos a nível das empresas representativas, embora no agregado, sugere certa limitação.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Considerações gerais

A agricultura é o principal setor da economia maranhense, sendo, nos dias de hoje, apesar de sua lenta evolução, ainda o grande responsável pela geração de renda e fonte de emprego para uma parcela bastante significativa da população do Estado.

Numa descrição sumária da economia estadual cabe ressaltar alguns aspectos que caracterizaram diversas etapas de sua evolução. O algodão teve lugar de destaque sendo até as primeiras décadas do século XX, o produto suporte e de apreciável dinamismo econômico no Maranhão. Além de constituir o maior volume das exportações maranhenses, possibilitou a instalação de um parque industrial têxtil quando se reduziram as perspectivas de exportação para o mercado internacional.

A década de 1940, assinala o declínio da cultura do algodão, e a partir de 1950, com a falência do parque industrial textil por obsoletismo e pela concorrência do Centro-Sul e outros Estados do Nordeste, surge o babaçu, matéria-prima do novo parque industrial.

A integração do Estado ao sistema rodoviário nacional, em decorrência da política de transporte adotada nos anos 50, facilitou os fluxos migratórios que se direcionavam para regiões de influência dos rios Itapecuru, Mearim e Pindare onde existiam grandes extensões de terras devolutas, capazes de proporcionar a essas populações condições de explorarem atividades agrícolas com rendimentos elevados nos primeiros anos de utilização.

O extraordinário acréscimo da força de trabalho, via migrante, conjugado a uma maior utilização de áreas virgens, permitiram uma importante expansão da renda interna do Estado, após mais de 2 décadas de estagnação. Tal crescimento, foi resultante exclusivo da expansão agrícola, pois, o setor secundário, representado pelas indústrias de óleo, foi incapaz de absorver a mão-de-obra liberada pelo parque textil (Plano de Governo, 1971/4 p.14).

Considerando-se o período 1947/67, em termos médios, o setor agrícola foi responsável por 45,40% da formação dessa renda enquanto que a indústria e serviços contribuíram com 9% e 45,60% respectivamente (Plano de Governo, 1971/4 p. 18).

"Na década de 1960, sete produtos (arroz, feijão, mandioca, milho, algodão, cana-de-açúcar e banana) foram responsáveis, em ter

mos médios, por 60,74% do valor da produção agrícola do Estado, tendo como principal peso as culturas alimentares" (ACAR-Maranhão, 1972 p.8).

A expansão agrícola efetivada principalmente através do crescimento da produção de gêneros alimentícios, foi obtida com a utilização de métodos agrícolas rotineiros, numa combinação dos fatores largamente disponíveis - terra e mão-de-obra.

1.2. O Problema

As modificações que se processavam na economia estadual estavam vinculadas, evidentemente, ao comportamento de cada uma das regiões do Estado.

A microrregião de Imperatriz, objeto deste estudo, também evoluiu lentamente até a década de 50. A partir daí, sua estrutura productiva foi sensivelmente modificada com o incremento do fator trabalho, em decorrência da fixação de correntes migratórias oriundas do Nordeste, Planalto Central e Sul, na zona tocantina maranhense, reflexo da abertura da rodovia Belém-Brasília.

A exemplo do que ocorre no Estado como um todo, a microrregião em apreço, tem a agricultura como a base da economia. A formação do produto do setor agrícola é feita às expensas da exploração de diversos empreendimentos a um baixo nível tecnológico, e, conseqüentemente muito restrito o uso de práticas modernas. (Tabelas 1 e 2)

Essas atividades agrícolas são predominantemente exploradas em apenas 28% da área total cadastrada pelo INCRA, e a elas se dedicam mais de 90% da população ocupada da microrregião (SEPLAN, 1973, p. 194).

A existência de grandes extensões de terras potencialmente favoráveis às atividades agropecuárias, aliadas à uma infraestrutura de transporte já montada na microrregião, e à oferta de vários serviços agrícolas como crédito rural, assistência técnica e fomento, através, respectivamente, das agências dos Bancos do Brasil e Amazônia, dos escritórios locais e Regionais da Emater e da Casa da Lavoura da Secretaria de Agricultura, constituem possibilidades de expansão do setor agrícola regional.

As empresas rurais existentes na microrregião, têm as suas rendas derivadas principalmente das explorações de arroz, milho, feijão, mandioca, algodão, banana, gado de corte e suínos. São atividades que quase sempre competem entre si pelos mesmos recursos. Entretanto, ainda não existe informações para a área no que diz respeito às proporções convenientes em que estas atividades devam ser exploradas pelas empresas, de modo a possibilitar ao agricultor elevar o seu nível de renda.

Sob este aspecto, o problema passa a ser o de organização de empresas visando adotar um adequado sistema de combinação de explorações.

Tabela 1 - Comportamento do valor da produção da microrregião de Imperatriz, em percentuais. Período 1968/70.

Produto	A N O		
	1968	1969	1970
Agrícolas	60	62	58
Origem Animal	26	25	29
Extrativismo vegetal	14	13	13

Fonte: Anuário Estatístico do Maranhão - 1968 - DEE/SUDEMA IPEI/MA - 1969/70 (dados não publicados)

Tabela 2 - Comportamento da produção agrícola da microrregião de Imperatriz - Maranhão. Período: 1968/70.

Cultura	A N O		
	1968	1969	1970
<u>Temporária</u>	(Produção em ton.)		
Arroz	42 144	45 967	37 495
Milho	10 936	10 918	11 076
Algodão	1 596	1 854	1 836
Feijão	1 125	1 947	1 145
Mandioca	51 315	70 060	56 625
Cana-de-açúcar	64 900	62 850	46 116
<u>Permanente</u>	(Produção em cachos)		
Banana	610 876	804 945	783 650

Fonte: Anuário Estatístico do Maranhão - 1968 - DEE/SUDEMA IPEI/MA - 1969/70 (dados não publicados).

1.3. Importância do Estudo

Um estudo de combinação de explorações pode determinar com razoável precisão, quais culturas e criações poderão oferecer rendas mais altas e menos instáveis. É útil também na tomada de decisão, ao nível da empresa.

PEREIRA (1962 p.149), escrevendo sobre melhores combinações de atividades diz que, ao se procurar definir a melhor organização econômica da exploração, a questão fundamental consiste em saber qual ou quais combinações de atividade conduzem ao melhor equilíbrio técnico e resultado econômico da empresa.

YANG (1959), abordando o tema combinação adequada de explorações agropecuárias, diz que, em razão aos riscos quanto às más colheitas e queda de preços dos produtos, é aconselhável incluir nos planos de explorações de uma propriedade, não uma, mas várias explorações de alta rentabilidade.

SOUZA (1965 p.15), referindo-se ao estudo de combinação de explorações, dentre outros aspectos, enfatiza a sua importância porque:

- fornece informações úteis aos administradores de empresas rurais na elaboração dos planos de administração.

- orienta os extensionistas no trabalho de assistência às famílias rurais, permitindo tomar decisões mais acertadas quanto a aplicação de crédito rural.

- possibilita a orientação na escolha e combinação de explorações, indicando o uso eficiente de recursos, com o fim de alcançar maiores lucros.

- permite determinar um sistema de explorações que reduza riscos e incertezas.

É neste sentido que a presente pesquisa será feita, visando oferecer aos empresários da microrregião e aos órgãos de assistência técnica e creditícia, informações acerca da utilização racional dos recursos disponíveis e escolha de empreendimentos.

1.4. Objetivos

O objetivo geral deste estudo, é identificar a combinação de explorações que maximiza a renda da empresa por classe de área.

Específicos:

- determinar a combinação ótima de explorações para tecnologia atual e recomendada.

- identificar as explorações dominantes e suas respectivas rentabilidades.

- estimar os coeficientes técnicos e econômicos para combinação que possibilite melhor uso dos recursos.

- fornecer subsídios para estabelecimento de políticas agrícolas principalmente crédito e assistência técnica.

2. REVISÃO DE LITERATURA

Neste capítulo, propõe-se fazer comentários acerca de alguns trabalhos desenvolvidos no Brasil, utilizando a Programação Linear, objetivando formar uma base que justifique o estudo e a aplicabilidade do método.

CHAVES (1970), desenvolveu um modelo de Programação Linear, de modo que as tomadas de decisões estivessem envolvidas com a alocação de recursos, com determinação do nível de estoques dos produtos primários e com os tamanhos ótimos dos lotes desses produtos processados num dado período de tempo.

Para aplicação do modelo, usou um problema de armazenamento e secagem de grãos, com dados coletados em Passo Fundo, Rio Grande do Sul, sendo conhecidas as quantidades de grãos que chegassem, diariamente, ao centro de secagem e distribuídas segundo o grau de umidade. O

problema consistia em alocar o tempo do secador entre as diversas classes de grãos, determinar o quantum de cada classe deve ser secada em cada período, bem como o nível de estoque de grãos ainda não secados.

O trabalho tem o mérito de demonstrar a grande flexibilidade da Programação Linear, tendo em vista poder ser aplicada em várias situações de ordem prática.

MARTINS (1971), usando o Método da Programação Linear, estudou a viabilidade econômica da produção de bovinos de corte em empresas rurais da Zona da Mata de Minas Gerais, relacionando-a com outras atividades como: fruticultura, pecuária leiteira, reflorestamento, arroz, milho e feijão. A atividade gado de corte foi planejada através de informações do Instituto de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa (U.F.V.), enfocando o sistema de criação no pasto; no pasto mais silagem na época das secas; no pasto mais silagem e mais concentrado na época das secas. A pesquisa concluiu que dos três sistemas, o que mais apresentou possibilidade de competir com as demais atividades produtivas, foi o sistema de criação no pasto mais silagem e mais concentrado na época das secas.

MAGALHÃES (1971), utilizou a técnica da Programação Linear para estudar o grau de competição e as possibilidades econômicas da atividade leiteira em relação ao arroz, milho, feijão, laranja, café e florestas, levando em consideração o tamanho da empresa e níveis de tecnologia em diferentes sub-regiões da Zona da Mata de Minas Gerais.

O autor constatou resultados diferentes para o empreendimento leiteiro ao adotar a tecnologia recomendada. A nível da firma individual a tecnologia recomendada não se apresentou favorável à expansão da atividade e ao incremento da renda da empresa. A nível regional mostrou-se favorável a expansão do empreendimento e ao aumento da renda exigindo, contudo, grandes acréscimos de capital para proporcionar, relativamente, pequenos acréscimos na renda.

NEVES (1972), estudando empresas com características leiteiras na Bacia de Lins (SP), fêz uso do método da Programação Linear com o objetivo de organizar econômica e eficientemente estas empresas. Dentre outras conclusões a que chegou o autor salientam-se:

Os planos ótimos mostraram resultados diferentes dos planos atuais, sendo que a maior rentabilidade verificada nesses planos ótimos é um indicador de que as atuais combinações de atividade não são as melhores.

As atividades de produção que se mostraram mais rentáveis foram (gado de leite, milho alimentação e pasto) e o café para as empresas pequenas, médias e grandes, e, milho em grão e café para as empresas muito grandes, enquanto que o amendoim foi a menos rentável para as referidas empresas.

Quanto aos recursos disponíveis, o fator terra foi o mais limitante à expansão da atividade leiteira, naquelas empresas em que este empreendimento mostrou-se mais rentável. Desta forma, a expansão

leiteira terá que ser feita de modo mais racional através de manejo de pastos, capineiras e forrageiras.

O capital não se constituiu fator limitante, tendo em vista a flexibilidade de financiamentos bancários para custeio e investimentos.

Com respeito à mão-de-obra, o estudo revelou que esta só foi fator limitante para as empresas pequenas e médias quando a disponibilidade para compra foi igualada à quantidade de força de trabalho existente.

Os trabalhos referidos até aqui, nesta revisão, dão oportunidade de se verificar bons resultados oriundos de estudos comparativos de atividades competitivas visando eleger empreendimento ou conjunto de empreendimentos, com eficiente alocação de recursos.

BARBOSA (1972), procurando identificar combinações de explorações que permitam aumentar a rentabilidade das pequenas empresas agropecuárias de Viçosa, Minas Gerais, também usou a Programação Linear. As atividades produtivas consideradas foram: Arroz, milho, feijão, alho, banana, laranja, café, reflorestamento, bovinos, suínos e aves. A análise foi baseada em critério de utilização de dois níveis de tecnologia, a atual e uma recomendada. Dentre outras conclusões a que chegou o autor destacam-se:

- As pequenas empresas deverão diminuir o tamanho da área ocupada com pastagem, e, tendo em vista o atual nível de tecnologia ado-

tado, uma das alternativas seria o reflorestamento por ter apresentado melhor vantagem comparativa quando relacionado com bovinos.

- Usando a tecnologia recomendada, a atividade suínos evidenciou melhor competitividade dentre outros empreendimentos e, isto, permitiu a presença de atividades complementares como o milho, e, também uma melhor utilização dos recursos terra e mão-de-obra.

FERREIRA (1972), procurando determinar a viabilidade da fruticultura, na Zona da Mata de Minas Gerais, utilizou o Método da Programação Linear. Considerando ser o problema de fundamental importância para o desenvolvimento regional, relacionou esta atividade com outras competitivas na referida área.

Basicamente, o autor no seu modelo de estudo, procurou identificar a melhor alocação de recursos limitados ao nível das empresas rurais pesquisadas.

Constatou, então, que a fruticultura se apresentou como uma atividade capaz de promover a elevação da renda regional e de proporcionar maiores possibilidades de absorção de mão-de-obra. No que se refere ao tamanho das empresas, ficou evidenciado, que as propriedades agrícolas menores, apresentam ligeira vantagem comparativa sobre as maiores, e a tecnologia recomendada possibilitou um aumento de renda líquida, proporcionalmente, menor para as de menor tamanho do que para as maiores empresas. Evidencia, também, o seu trabalho, ter a fruticultura uma alta capacidade de absorver mão-de-obra em relação às demais atividades.

Além desses autores, há uma série de outros, entre eles SEVERINO (1972), NOGUEIRA (1974), que utilizaram o Método da Programação Linear, para determinar combinação de explorações em empresas rurais, visando a alocação eficiente e econômica dos recursos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

Neste capítulo serão apresentadas algumas informações sobre a área pesquisada bem como o instrumental analítico a ser utilizado.

3.1. Descrição da Área

A microrregião de Imperatriz, está situada a Oeste-Sudoeste do Estado do Maranhão, é composta pelos municípios de Imperatriz, Porto Franco, João Lisboa, Montes Altos e Amorante do Maranhão, estendendo-se entre os paralelos $4^{\circ}17'27''$ e $8^{\circ}32'22''$ de latitude sul e os meridianos $45^{\circ}57'49''$ e $48^{\circ}16'22''$ a oeste de Greenwich. A sua área é de 30.395 Km^2 , limita-se ao Norte com os municípios de Carutapera, Monção, Bom Jardim e Santa Lucia; ao Sul com Carolina; a Leste com Grajau e Sitio Novo e a Oeste com parte do Estado do Pará.

Segundo a classificação de Köppen, ocorre nesse área um clima tropical do tipo AW, que no verão é influenciado pela massa Equatorial Continental quente úmida e no inverno a influência é ocasionada pela massa Tropical Atlântica oriunda do Leste. Observa-se que toda microrregião tem índices pluviométricos elevados. As chuvas geralmente iniciam em outubro ou novembro e prolongam-se até o mês de junho. O período mais chuvoso vai de janeiro a abril, onde, os totais mensais atingem até 300 mm. As temperaturas médias oscilam em torno de 24° a 26°C.

A vegetação é caracterizada pela identificação de dois ambientes ecológicos: a savana e a floresta. A savana é constituída por árvores de porte médio e tortuosas, evidenciando acidez e baixa fertilidade do solo. A floresta cobre 50% da microrregião e ocupa as áreas mais baixas e planas, com elevações que raramente ultrapassam a 80 m (SEPLAN, 1973, p.37).

A microrregião apresenta solos com formação latossólica, ocorrendo esporadicamente pequenas manchas de solos mediterrâneos e Brunizem de elevados índices de fertilidade. Entretanto, os latossolos existentes na área apresentam fertilidade natural média. Os estudos realizados na microrregião, neste aspecto, não permitem informações mais detalhadas visto que ainda não se procedeu um levantamento geral da área (SEPLAN, 1973, p.44).

De acordo com a FIBGE (1973), a população total da microrregião é da ordem de 128.970 habitantes com uma densidade demográfica de 3,55 hab/Km². O censo de 1960 mostrou uma população de 70.108 pessoas e uma densidade demográfica de 2,32 hab/km². No período 1960/70, a população regional quase duplicou.

O processo de ocupação mais acelerado da microrregião iniciou-se a partir do final da década de 50, com a abertura da estrada Belém-Brasília que corta grande parte do oeste maranhense, provocando conseqüentemente alterações no comportamento da área ao favorecer conexão mais direta com Belém e Centro-Sul. A distribuição espacial da população indica forte concentração na área rural.

A microrregião conta com 6.763 imóveis rurais, sendo que 47,60% dos mesmos são representados por imóveis com área de até 50 hectares, que conforme Tabela 3, demonstram percentuais de área explorada relativamente maior que as outras classes.

As empresas com mais de 1.000 hectares, de acordo com a mesma tabela, representam 1,50% do número total de imóveis; se caracterizam por um expressivo percentual, de área inexplorada, da ordem de 90%, e, detem 47,30% da área total dos imóveis cadastrados.

Tabela 3 - Distribuição do número e área dos imóveis rurais por classes de tamanho, da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1975

Classes de tamanho (ha)	Número de Imóveis		Número total de imóveis (%)	Área Total (ha)		Área (%)	
	Rurais	Imóveis		Total	Total	Cultivada	Inexplorada
0 - 10	1 050		15,50	8 400	0,30	72,00	28,00
11 - 30	1 150		17,00	26 400	1,10	56,20	43,80
31 - 50	1 023		15,10	46 200	1,90	45,30	54,70
51 - 100	900		13,30	85 860	3,50	47,00	53,00
101 - 200	1 000		14,80	194 805	7,90	42,80	57,20
201 - 500	971		14,40	407 820	16,60	40,20	59,80
501 - 1000	569		8,40	523 480	21,30	35,00	65,00
+ 1000	100		1,50	1 161 518	47,30	10,00	90,00
T O T A L	6 763		100,00	2 454 483	100,00	27,50	72,50

Fonte: Dados básicos, INCRA - Projeto Fundiário de Imperatriz, Maranhão (Dados não publicados).

3.2. Informação Básica

A população estudada, constituiu-se de empresas rurais entre 51 a 1 000 ha. O limite mínimo foi fixado em 51 ha, eliminando-se assim as propriedades agrícolas de 50 ha ou menos tendo em vista serem unidades produtivas de subsistência. As propriedades com mais de 1 000 ha, também não foram consideradas por apresentarem 90% de suas terras inexploradas.

No presente estudo, foram utilizados dados primários e secundários. Os dados primários coletados durante os meses de outubro, novembro e dezembro de 1975, referentes ao ano agrícola 1974/75, foram obtidos através de "Survey" ao nível de empresas rurais.

Os dados secundários são provenientes de Instituições ligadas às atividades agropecuárias, e tais informações assumem grande importância no que diz respeito à tecnologia recomendada.

3.2.1. Amostragem

Tendo em vista o objetivo do trabalho, optou-se por técnicas de amostragem do tipo intencional e ao acaso. Foram selecionados os municípios de Imperatriz, Amarante do Maranhão e Porto Franco, como pontos de referência para obtenção dos dados, por estarem localizados em pontos estratégicos da microrregião e permitirem uma maior representatividade da área.

Na determinação dos coeficientes técnicos para tecnologia existente, utilizou-se a técnica de amostragem ao acaso. Sendo considerada como tecnologia existente, a atual tecnologia utilizada pelos agricultores em diferentes estratos da microrregião, ou seja, o conjunto de processos tecnológicos, por atividade agrícola, predominante na região estudada.

A amostra intencional e os dados secundários permitiram determinar os coeficientes técnicos para tecnologia recomendada, caracterizada como sendo aquela em que os fatores de produção estão sendo utilizados em quantidades e proporções segundo as orientações do Serviço de Assistência Técnica, localizado na área. Assim, foram selecionadas empresas rurais, que apresentavam neste aspecto, as características desejáveis.

A escolha do tamanho das propriedades estudadas, foi baseada principalmente nas explorações predominantes, numa tentativa de homogeneizar as propriedades em estratos. Desta forma, os estratos foram divididos em:

Estrato	Classes (ha)
I	51 - 100
II	101 - 200
III	201 - 500
IV	501 - 1000

Na determinação do tamanho da amostra, com vista a obter informações sobre a disponibilidade de recursos e os coeficientes insumo-produto das atividades consideradas no estudo, para tecnologia existente, utilizou-se o critério de TOMPKIN (1967, p.55) que diz: se uma população é menor de 5 000, usa-se 50 mais 2% em relação ao total.

No que se refere aos coeficientes técnicos para tecnologia recomendada, não se definiu o número de propriedades a serem pesquisadas. Escolheu-se aquelas que segundo a opinião dos técnicos que trabalham na área, proporcionariam informações satisfatórias aos objetivos de pesquisa.

O total de questionários aplicados no acaso e intencional foi distribuído entre os estratos conforme a Tabela 4.

Tabela 4 - Número de questionários aplicados na microrregião de Imperatriz, Maranhão, por Estrato.

Estrato	População (Nº de proprie- dades)	% sobre o total	Amostra	
			Acaso	Intencional
I	900	26,16	30	5
II	1 000	29,07	35	10
III	971	28,26	34	9
IV	569	16,54	20	8
TOTAL	3 440	100,00	119	32

A empresa representativa de cada estrato, foi determinada pelas médias das disponibilidades e exigências de recursos de todas as empresas pesquisadas em cada estrato.

3.3. Instrumental Analítico

3.3.1. Programação Linear

A Programação Linear constitui atualmente um dos instrumentos com larga aplicação à análise econômica e à pesquisa operacional. O seu aperfeiçoamento tem permitido numerosas e importantes aplicações nos mais variados setores.

BARROCAS (1968), define Programação Linear como um êto matemático que melhor permite selecionar entre um conjunto de atividades viáveis, as que entre si combinadas em certas proporções asseguram o máximo resultado líquido compatível com dadas disponibilidades de recursos fixos.

A validade do método está estreitamente relacionada com as variáveis selecionadas, incluídas para explicar o problema que se está estudando.

Com o auxílio da Programação Linear, poder-se-á obter soluções viáveis para os diversos problemas que afetam o setor agrícola, nos seus mais variados campos.

3.3.2. Componentes da Programação Linear

Um problema de Programação Linear é caracterizado por três componentes: objetivo, processos ou métodos alternativos de produção e restrição de recursos ou outras restrições.

a) Objetivo: Entende-se por objetivo o que a empresa deseja alcançar. Este deve ser claramente definido podendo ser a maximização de lucros ou retornos ou minimização de custos. Uma particularidade do objetivo é que pode ser expresso em unidades físicas ou monetárias.

b) Processos ou métodos alternativos: Representam as várias maneiras pelas quais o objetivo pode ser alcançado. A técnica da Programação Linear não se aplica, nem se faz necessária se houver um único caminho para chegar ao objetivo. Sua aplicação permite que os mais eficientes processos de uso dos recursos, seja utilizado de modo a alcançar o objetivo proposto.

c) Restrições de recursos: Representam as disponibilidades de recursos. É condição fundamental a todo problema de Programação Linear, pois, não havendo limitação de recursos, não haverá o problema.

As restrições podem ser de ordem física, de ordem institucional, administrativa, econômica ou subjetivas.

Para LEVIN e KIRKPATRICK (1965, p.197-266), duas outras condições são necessárias para um problema de Programação Linear:

d) Interrelacionamento das variáveis do problema.

e) Capacidade de expressar o objetivo da firma e suas limitações na forma de equações ou inequações matemáticas lineares.

3.3.3. Características da Programação Linear

Segundo DEARDEN (1967, p. 191-4), um modelo linear se caracteriza por:

a) Uma função objetivo linear: Todo problema de Programação Linear tem como objetivo a otimização ou minimização de alguma função linear explícita de muitas variáveis. Definindo-se a função objetivo por $f(x)$ e as variáveis apropriadas ao problema por x_1, x_2, \dots, x_n , o objetivo do problema da Programação Linear é sempre maximizar ou minimizar $f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$ onde c_1, c_2, \dots, c_n representam os parâmetros do problema.

b) Todas as variáveis independentes na função são lineares.

c) Um sistema de equações lineares, que traduz o conjunto de restrições a que as variáveis em causa estão submetidas.

3.3.4. Outros Conceitos Básicos na Programação Linear

Processo: Segundo HEADY e CANDLER (1960), representa a maneira de se converter recursos em um produto. Assim, dois processos são distintos se utilizarem os fatores de produção em proporções distintas.

Atividade: Significa empreendimento. O que está sendo produzido. Por exemplo: milho, arroz, feijão, amendoim, compra de capital de giro, venda de mão-de-obra, transferência de terra de pastagens para culturas, representam atividades diferentes (NEVES, 1972, p.20).

Preço-sombra: Entende-se por "preço-sombra" o decréscimo que ocorre na função objetivo quando se tenta introduzir na solução ótima unidade(s) adicional(s) de uma determinada atividade.

3.3.5. Pressuposições da Programação Linear

O uso da técnica da Programação Linear requer uma série de hipóteses ou pressuposições:

a) Linearidade: Admite serem os processos de produção representados por funções lineares, onde, a relação insumo-produto para uma dada atividade, tem que ser constante para todos os níveis de produção.

b) Aditividade: Todas as atividades são independentes, não sendo afetadas pelo nível de outras atividades. Assim, a quantidade de

um fator de produção utilizado por um conjunto de atividades, deverá ser no máximo igual à soma das quantidades utilizadas em cada atividade.

c) Divisibilidade: Na obtenção da produção, as combinações dos fatores se processam numa sucessão tal que podem se dividir até onde o exigir a maximização do resultado. Portanto, as soluções ótimas dos modelos, poderão apresentar valores fracionários, para qualquer uma de suas variáveis.

d) Soluções positivas: As atividades, de um modo geral, de vem estar na solução final num nível não negativo. Isto significa que na solução ótima, não pode existir quantidades negativas.

e) Possibilidades finitas: Pressupõe-se que, na Programação Linear o número de atividades alternativas e de restrições a serem considerados seja limitado.

f) Certeza dos valores empregados: Supõe-se conhecer, com certeza, os coeficientes técnicos, valores das restrições e preços. Esta pressuposição, não admite a inclusão de elementos probabilístico.

3.3.6. Modelo Matemático

De acordo com BARROS (1968), a formulação do modelo matemático da Programação Linear, em termos gerais, quando se deseja maximizar ou minimizar uma função, consiste em determinar o valor que deve tomar as variáveis x_1, x_2, \dots, x_n , não negativas e que satisfaçam as condi-

ções lineares, que podem ter a forma de desigualdades.

Maximizar a função linear

$$f(x) = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

sujeito a:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2$$

$$\begin{array}{ccccccc} \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & & \vdots & \vdots & \vdots \end{array}$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m$$

onde $x_i \geq 0$ ($i = 1, 2, \dots, n$)

Neste estudo, que se deseja planejar o sistema de produção, as variáveis x_i ($i = 1, 2, \dots, n$) representam o número de unidades de atividades que vão figurar no plano procurado; as constantes b_i ($i = 1, 2, \dots, m$), representam as disponibilidades dos diversos fatores fixos (restrições), e as constantes a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$) representam os coeficientes técnicos das atividades; as constantes c_j ($j = 1, 2, \dots, n$), os valores dos retornos por unidade técnica de cada atividade, e, $f(x)$ a função objetivo a ser maximizada.

3.3.7. Formulação do Modelo Básico

Na construção do modelo básico, utilizado no presente trabalho, valeu-se dos coeficientes técnicos, obtidos através de questionários preenchidos com empresários rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão, procurando-se adaptar as condições das propriedades estudadas no "Survey" à formulação matemática da Programação Linear.

A esquematização de um modelo de Programação Linear na forma matricial literal (Tabela 5), foi estabelecida de forma a se ajustar as diversas atividades a todos os estratos de tamanho da empresa (em hectares). Considerou-se também as disponibilidades dos recursos (restrições), as atividades produtivas, de compra, de transferência e suas respectivas unidades de medida.

Com a finalidade de demonstrar o funcionamento do modelo básico utilizado, convencionou-se chamar de: "W" a disponibilidade dos recursos restritivos da empresa; "a", "b", "c" os coeficientes técnicos de cada atividade e "C" a função-objetivo.

As incógnitas de cada atividade do modelo, estão representadas por "X" cujo valor final será dado na solução ótima.

Para exemplificar, W_1 representa a quantidade disponível de terra de cultura em hectare; W_8 a disponibilidade de cercas e currais em cruzeiros; W_5 a disponibilidade de mão-de-obra no período crítico 3, para um hectare de arroz-milho-mandioca; e_7 o capital de giro disponível

para uma unidade animal bovino, e, assim por diante.

Quando o sinal do coeficiente for positivo significa necessidade de recursos e quando negativo, liberação de recursos.

O sinal \geq mostra que as atividades não podem utilizar mais do que as disponibilidades "W" existentes.

3.3.7.1. Restrições Referentes aos Recursos

Terra: Procurou-se identificar o uso das terras e as disponibilidades das áreas, tomando-se para aplicação no modelo dois tipos de uso: terra com cultura e terra com pastagens. A unidade de terra utilizada é o hectare, e a avaliação deste recurso foi feita através das informações médias para cada estrato. As áreas ocupadas com benfeitorias, florestas e terra improdutivas para o cultivo não foram consideradas.

Mão-de-obra: Considerou-se disponibilidade de mão-de-obra a média por estrato da mão-de-obra familiar e dos trabalhadores disponíveis na propriedade. A transformação de dias-menor e dias-mulher em dias-homens, obedeceu ao critério estabelecido pelo Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária (Tabela 6).

Tabela 6 - Jornada disponível em equivalente-homem, por sexo, idade e tempo disponível para o trabalho.

Idade (anos)	Estuda		Não estuda	
	Homem	Mulher	Homem	Mulher
0 - 7	0	0	0	0
7 - 14	75	75	150	150
14 - 18	100	100	200	200
18 - 25	150	150	300	225
25 - 35	-	-	300	225
35 - 60	-	-	300	225
+ 60	-	-	150	0

Fonte: Instituto de Colonização e Reforma Agrária citado por Magalhães (1971).

O total de dias-homens disponível na propriedade foi dividido em 4 períodos críticos durante o ano agrícola (Tabela 7).

Capital de Giro: Considerou-se como capital de giro ou custeio, a média verificada em cada estrato do total de gastos em insumos e mão-de-obra para todas as atividades desenvolvidas na empresa. Tal montante é determinado conhecendo-se as quantidades e respectivos preços dos insumos e mão-de-obra utilizadas.

Capital de Investimento: São recursos necessários para atender determinadas atividades da empresa. Considerou-se, entretanto, no modelo a empresa carente de capital de investimento permitindo-se, porém, a possibilidade de vir adquirí-lo com a introdução da atividade compra de capital de investimento.

Capital de empréstimo: Demonstra o limite até o qual o empresário pode contrair empréstimo. Utilizou-se para esta estimativa as normas da resolução 224 do Banco Central do Brasil - Programa de Redistribuição de Terras e de Estímulo à Agroindústria do Norte e Nordeste (Proterra), que estabelece o montante a ser emprestado de até 80% do total relativo à avaliação da propriedade com suas benfeitorias. A unidade usada é cruzeiros de 1974/75.

Disponibilidade de cercas e currais: Considerou-se a média dessas disponibilidades verificadas para cada estrato, em cruzeiros.

Tabela 7 - Operações mais frequentes durante o ano agrícola, por atividade e período crítico, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Atividade	Período crítico			
	Ago/Nov	Dez/jan	Fev/abr	Mai/jul
Arroz	Preparo terreno	Plantio	Tratos culturais	Colheita
Milho	Preparo terreno	Plantio	Tratos culturais	Colheita
Mandioca	Preparo terreno	Plantio	Tratos culturais	Colheita
Banana	Preparo terreno	Plantio	Tratos culturais	Colheita

Disponibilidade de Investimento em Gado de Corte e Suínos:

Considerou-se para cada estrato a média do valor total desses animais, em cruzeiros.

Disponibilidade de Equipamentos: Para medir estas disponibilidades, utilizou-se dos mesmos critérios anteriores, baseando-se nas médias obtidas das empresas da amostra para cada estrato. Para determinação de seus valores, em cruzeiros, recorreu-se aos preços vigentes no ano agrícola 1974/75.

Disponibilidade de Benfeitoria para Mandioca (casa de farinha), Benfeitoria (Armazém), Benfeitoria para Suínos: Considerou-se a média dessas disponibilidades verificadas para cada estrato, em cruzeiros.

3.3.7.2. Atividades

O modelo básico está composto de três tipos de atividades: produção, compra de fatores de produção e transferência.

Atividades produtivas: Foram considerados os empreendimentos já tradicionalmente explorados na microrregião. Para facilitar a formulação do modelo, e posteriormente, a análise econômica, resolveu-se dividir os empreendimentos em tecnologia existente (dados primários obtidos dos questionários) e tecnologia recomendada (dados primários e secundários, Tabela 8).

Tabela 8 - Atividades estudadas (x) segundo o nível de tecnologia nas propriedades rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão.

Atividade	Tecnologia Existente	Tecnologia Recomendada
Arroz, milho, mandioca*	X	X
Arroz, milho*	X	X
Arroz	X	X
Banana	X	
Gado de corte	X	X
Suínos	X	

* Consorciadas.

Compra de Capital de Giro: Atividade introduzida, com a finalidade de atender ao possível aumento de demanda, por este fator restritivo, por parte das atividades dele exigentes e que venham a constar do plano ótimo. Considerou-se para compra deste capital a taxa de juros a 7% a.a. de acordo com a Resolução 224 do Banco Central do Brasil (1972).

Compra de Capital de Investimento: Introduzida no modelo com finalidade idêntico à do capital de giro. Foram considerados dois planos de reembolso com taxas de juros semelhantes, baseadas na resolução Nº 224 do Banco Central, já referida. Para investimentos fixos

e semifixos foi estipulada a taxa de juros de 7% a.a. com planos de reembolso de 12 e 5 anos, respectivamente. As taxas de juros foram de 3,8% e 4,2% a.a. conforme o destino da compra, se para investimentos fixos ou semifixos, calculados de acordo com os planos de reembolso pela seguinte fórmula:

$$j = \frac{i \left(1 + \frac{1}{N}\right)}{2}$$

onde:

j = taxa média anual de juros

i = taxa anual de juros

N = prazo de reembolso

Compra de mão-de-obra: Essa atividade possibilita flexibilidade ao modelo, para atender a uma possível expansão no nível das atividades produtivas, quando a disponibilidade desse recurso torna-se limitante.

Compra de Equipamento: Foi introduzida, visando atender a uma possível expansão das atividades arroz, milho e bovinos.

Compra de Benfeitorias para Mandioca (casa de farinha) Benfeitoria (Armazém): Atividades introduzidas diante da hipótese de expansão das culturas de arroz, milho e mandioca.

Compra de Cercas e Currais e Benfeitorias para Suinos:

Introduziu-se estas atividades no modelo, com o objetivo de atender a uma possível expansão do rebanho ou a uma possível insuficiência das mesmas para o rebanho existente. Considerou-se a média dos preços, segundo os diferentes estratos da microrregião.

Atividades de Transferências: Estas atividades têm retorno zero, porém, a sua importância é muito grande num modelo de Programação Linear. Elas dão maior flexibilidade ao uso dos recursos, podendo alterar os valores de determinadas restrições quando o programa assim determinar. Foram consideradas duas atividades de transferência:

- a) Transferência de terra de cultura para pastagem.
- b) Transferência de terra de pastagem para cultura.

3.3.7.3. Quantificação dos Fatores Restritivos e Coeficientes Técnicos das Atividades

A quantificação dos fatores restritivos e coeficientes técnicos das atividades, foi feita utilizando-se a média de cada estrato (Apêndice).

3.3.7.4. Função-Objetivo

É constituída pela somatória dos produtos entre retornos (C_j), que é a diferença entre a renda bruta e os custos variáveis, cor-

respondentes a cada atividade, e, os níveis de intensidade da atividade (X_j) que constituem as incógnitas do modelo.

$$f(x) = \sum_{j=1}^{22} C_j X_j \quad (j = 1, 2, 3 \dots 22)$$

representa a função-objetivo a ser maximizada.

3.4. Situações Estudadas

A fim de atender os objetivos do presente trabalho, procurou-se estudar duas situações alternativas de planejamento.

Situação com Reorganização Interna: Estudou-se a combinação competitiva entre os empreendimentos, arroz, consorciado com o milho e mandioca, arroz consorciado com milho, banana, bovinos e suínos, todos dentro do padrão tecnológico existente nas empresas representativas de cada estrato, sendo que para o estrato II, incluiu-se a atividade arroz solteiro. Permitiu-se nesta situação a compra de capital de giro, mão-de-obra e de capital de investimento, assim como a transferência de terra de cultura para pastagem e transferência de terra de pastagem para cultura.

Situação com Reorganização Interna mais Mudança de Tecnologia: Esta situação foi estudada visando-se identificar as possíveis mo-

dificações nas rendas das empresas, a partir da adoção de uma tecnologia recomendada para as atividades de produção que já vêm sendo exploradas na microrregião. Estas atividades são: arroz-milho-mandioca, arroz-milho, arroz solteiro (estrato II) e gado de corte.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste capítulo, os resultados serão apresentados, sob três aspectos, visando atender aos objetivos propostos no presente estudo: Situação Atual, Situação com Reorganização Interna (Tecnologia existente) e Situação com Reorganização Interna mais Mudança de Tecnologia.

4.1. Situação Atual

As condições atuais das empresas representativas de cada estrato, são mostradas com o objetivo básico de se estabelecer comparações com as situações programadas.

As análises prendem-se principalmente ao uso da terra, renda, produção e produtividade das atividades exploradas nas empresas rurais dos diferentes estratos.

Conforme Tabela 9, pode-se inferir que as áreas ocupadas com culturas representam 35,55%, 18,38%, 12,62% e 14,85% da área total explorada das empresas representativas dos estratos I, II, III e IV. Isto estaria evidenciando que à medida que aumenta o tamanho da empresa rural, há uma tendência de domínio da atividade pecuária, na utilização dos recursos disponíveis, principalmente terra.

Ainda, com referência às culturas, deve-se notar que arroz, milho e mandioca, foram consideradas como uma única atividade, assim como arroz e milho, devido ao sistema consorciado de exploração. Arroz solteiro, que aparece em alguns casos, constitui também uma única atividade.

Quanto à utilização de mão-de-obra, para a situação atual, as tabelas do Apêndice dão as médias para os diferentes estratos.

A atividade gado de corte, exerce na microrregião um papel econômico de certa importância, muito embora, de menor magnitude que as atividades agrícolas. Os rebanhos médios constaram de 19,00 u.a.b., 52,00 u.a.b., 86,39 u.a.b., e 213,06 u.a.b. respectivamente para os estratos I, II, III e IV.

De um modo geral, há evidências de que o nível tecnológico da pecuária ainda não alcançou um grau satisfatório. A alimentação é feita em grande parte por intermédio de pastagens naturais, sendo inexpressivo o uso de sal comum. O controle sanitário é inadequado, caracterizando-se assim como um sistema predominantemente extensivo.

Os rebanhos médios de suínos constaram de 3,00 u.a.s., 4,62 u.a.s., 3,84 u.a.s. e 6,79 u.a.s. respectivamente para as empresas representativas dos estratos I, II, III e IV. Caracteriza-se, esta atividade, pelo seu caráter de subsistência, visando principalmente atender às necessidades de consumo dos produtores.

A Tabela 9, mostra ainda que a renda líquida cresce com o tamanho da propriedade, devido principalmente à maior utilização dos fatores de produção. Considerou-se como renda líquida, a diferença entre a renda bruta e os custos variáveis, dessa forma, este conceito é consistente com o derivado do problema de Programação Linear.

A composição da renda líquida, demonstra que as atividades agrícolas são responsáveis por 88,13%, 67,18%, 56,43% e 70,66% da formação dessa renda líquida para os estratos I, II, III e IV.

Com relação à produtividade das culturas, os rendimentos médios observados na consorciação de arroz-milho-mandioca, foram os seguintes: arroz no estrato I e II não apresentou diferença significativa, sendo o rendimento médio de 27,00 e 28,00 sacos/ha respectivamente, porém, nos estratos III e IV, ocorreu decréscimo passando para 15,89 sacos/ha e 24,86 sacos/ha. O milho apresentou rendimentos diferentes, o mais baixo no estrato I com 4,88 sacos/ha e o mais elevado no estrato IV, na ordem de 6,27 sacos/ha. Quanto à mandioca, verificou-se que os rendimentos médios foram constantes, em torno de 6,00 t/ha para os diferentes estratos.

Tabela 9 - Renda líquida total e composição percentual, área total e rendimentos médios das culturas, segundo a Empresa Representativa de cada estrato. Situação Atual, Mi-crorregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

I T E N S	Unidade	E S T R A T O			
		I	II	III	IV
Renda líquida Total	Cr\$	15.869,00	17.714,00	20.899,00	54.546,00
Composição da renda líquida	%	100,00	100,00	100,00	100,00
- Pecuária	%	11,87	32,32	43,57	29,34
- Culturas	%	88,13	67,68	56,43	70,66
Área total	ha	29,48	55,34	112,72	202,00
Área de culturas	ha	10,48	10,17	14,22	30,00
Área de pastagens	ha	19,00	45,17	98,50	172,00
<u>Rendimentos médios</u>					
Culturas consorciadas:					
- Arroz, milho, mandioca					
Arroz	sc 60 Kg/ha	27,00	28,00	15,89	24,86
Milho	sc 60 kg/ha	4,88	5,39	5,39	6,27
Mandioca	t/ha	6,00	6,00	6,21	6,36
- Arroz, milho					
Arroz	sc 60 Kg/ha	27,18	28,75	30,00	28,16
Milho	sc 60 Kg/ha	6,94	6,13	6,22	6,79
Culturas solteiras:					
Arroz	sc 60 Kg/ha	--	48,48	--	--
Banana	milheiro/ha	82,27	72,40	76,67	--

Para atividade arroz-milho, consorciados, os rendimentos médios para arroz e milho nos diferentes estratos foram superiores à condição anterior, em cujo consorcio a mandioca também era explorada.

O arroz cultura solteira, explorado somente no estrato II, apresentou um rendimento médio da ordem de 48,48 sacos/ha. Quando comparados com o arroz consorciado, verifica-se que nessa condição, o rendimento médio é bastante superior, podendo-se inferir que há uma tendência de elevação da produtividade, à medida que diminue o número de culturas no consorcio.

A banana foi a atividade explorada em quase todos os estratos com exceção do IV. O rendimento médio mais elevado, foi encontrado no estrato I, sofrendo decréscimo no estrato III, de uma maneira geral é uma atividade explorada para atender o consumo dos produtores.

4.2. Situação com Reorganização Interna

Utilizando-se da programação linear procurou-se nesta situação, verificar se existe uma combinação diferente de atividades que possa proporcionar aumento de renda dos empresários, em relação à organização atual. É caracterizado pela competição de todas as atividades produtivas com tecnologia existente, permitindo-se a expansão de todas.

4.2.1. Atividades

A atividade arroz-milho-mandioca, participou em diferentes níveis para os estratos I, II e III, só não aparecendo na solução ótima do estrato IV. A diferença do nível de participação dessa atividade nesses estratos, pode ser explicado, dado as diferenças de coeficiente técnicos e restrições para uma mesma atividade entre os estratos.

Conforme Tabela 10, referida atividade constituiu a solução ótima para os estratos em que figurou, apresentando em relação à situação atual aumentos expressivos, sendo os mesmos de 637%, 281% e 1385%, respectivamente para os estratos I, II e III. Tais ocorrências são justificadas em virtude da atividade arroz-milho-mandioca apresentar maior vantagem comparativa, deslocando as atividades arroz-milho, arroz solteiro, banana, gado de corte e suínos nesses estratos, e, ocupando assim área superior à disponível para culturas.

No estrato IV, a atividade arroz-milho, constituiu a solução ótima visto que apresentou maior vantagem comparativa sobre as demais atividades que aí figuraram. Comparando o nível desta atividade na situação atual com a definida na solução ótima, observa-se que houve um aumento de área na ordem de 90%.

Tabela 10 - Níveis das Atividades e Valores da Função Objetivo, para Empresas Representativas dos Estratos I, II, III e IV e comparação com a Situação Atual, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.

VARIÁVEIS	Unidade	S I T U A Ç Ã O	
		Atual	Reorganização Interna
<u>Estrato I</u>			
Função Objetivo	Cr\$	15.896,00	34.037,38
Arroz-milho-mandioca	ha	4,00	29,48
Arroz-milho	ha	5,48	-.-
Banana	ha	1,00	-.-
Gado de corte	u.a.b.	19,00	-.-
Suínos	u.a.s.	3,00	-.-
<u>Estrato II</u>			
Função Objetivo	Cr\$	17.714,00	18.492,00
Arroz-milho-mandioca	ha	5,00	19,07
Arroz-milho	ha	2,17	-.-
Arroz	ha	2,00	-.-
Banana	ha	1,00	-.-
Gado de corte	u.a.b.	52,00	-.-
Suínos	u.a.s.	4,62	-.-
<u>Estrato III</u>			
Função Objetivo	Cr\$	20.899,00	39.318,72
Arroz-milho-mandioca	ha	7,60	112,72
Arroz-milho	ha	5,62	-.-
Banana	ha	1,00	-.-
Gado de Corte	u.a.b.	86,39	-.-
Suínos	u.a.s.	3,84	-.-
<u>Estrato IV</u>			
Função Objetivo	Cr\$	54.546,00	104.379,94
Arroz-milho-mandioca	ha	10,00	-.-
Arroz-milho	ha	20,00	202,00
Gado de corte	u.a.b.	213,06	-.-
Suínos	u.a.s.	6,79	-.-

.-. Fazem parte da situação, mas não entraram na solução ótima.

Em decorrência da mudança na organização da produção, a produção total de arroz, sofreu acréscimo da ordem de 389,19% em relação à situação atual, o milho e a mandioca também aumentarem em termos de 478,16% e 528,13% respectivamente (Tabela 18).

4.2.2. Renda Líquida

Com relação à renda verificou-se que a renda maximizada pelos planos ótimos na situação com reorganização interna, foi maior do que a situação atual para os quatro estratos. Os aumentos percentuais foram da ordem de 114,13%; 4,39%, 88,13% e 91,36% para os estratos I, II, III e IV (Tabela 10).

O maior aumento verificado no estrato I pode ser justificado pelo fato da renda do plano ótimo ter sido alta em decorrência do nível da atividade arroz-milho-mandioca, que substituiu as demais que apresentaram baixo retorno. Quanto ao estrato IV, o aumento da renda líquida, se deve ao elevado nível da atividade arroz-milho que substituiu neste estrato arroz-milho-mandioca, gado de corte e suínos.

Verificou-se também que a área de culturas nessa situação sofreu incrementos de 19,00 ha, 8,9 ha, 98,5 ha e 172,00 ha respectivamente para os estratos I, II, III e IV, superando assim a área disponível, o que se acredita ter contribuído para o aumento de renda líquida destes estratos. Isto foi possível, no modelo, devido a existência da atividade de transferência de terra de pastagens para culturas.

4.2.3. Recursos

O fator terra, foi totalmente utilizado nos estratos I, III e IV, sendo que no estrato II houve um excesso de 36,27 ha de pastagens, de acordo com a solução ótima (Tabelas, 11, 12, 13 e 14).

As culturas ocuparam áreas superiores às disponíveis na situação atual cuja expansão foi permitida dado o baixo retorno da atividade gado de corte, que não fazendo parte da solução ótima, liberou as áreas de pastagens, que passaram a ser utilizadas com culturas. Verificou-se, portanto, que o recurso terra não se constituiu um fator restritivo na expansão das atividades que formaram as soluções ótimas.

No que se refere ao uso da mão-de-obra, as disponibilidades existentes mostraram-se insuficientes, para atender as exigências das atividades nos níveis em que figuraram nas soluções. Houve compra de mão-de-obra nos quatro estratos e em quase todos os períodos, excluindo-se apenas, mão-de-obra 2 no estrato II, cuja utilização não diferiu da situação atual (Tabela 15).

Os níveis de emprego da mão-de-obra variaram nos diferentes estratos em função da solução ótima. Os estratos maiores III e IV, foram os que apresentaram maior demanda por este fator.

Observou-se também que a utilização da mão-de-obra não foi constante durante o ano agrícola, já que esteve condicionada às diferentes operações de cultivo.

Quanto ao recurso capital de giro, os quatro estratos esgotaram as disponibilidades, havendo, portanto compra deste fator, para atender as necessidades apresentadas pela expansão das atividades nas soluções ótimas. Assim, a utilização de capital de giro foi bem superior à da situação atual, registrando aumentos de 238,74%, 106,88%, 59,20% e 634,95% respectivamente para os estratos I, II, III e IV.

O uso de capital de investimento 2, também foi superior às disponibilidades existentes, para os estratos I, III e IV, sendo utilizado na compra de benfeitorias. A disponibilidade de capital de investimento 1, foi insuficiente apenas no estrato IV, havendo, portanto, compra deste recurso. O estrato II, não necessitou comprar capital de investimento, pois, a disponibilidade existente, mostrou-se em excesso frente às necessidades apresentadas.

A capacidade de empréstimo, determinada para as empresas representativas, foi parcialmente utilizada em todos os estratos, sendo usado apenas 48,96%, 12,16%, 9,93% e 31,59% para os estratos I, II, III e IV.

Tabela 11 - Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes para Empresa Representativa do estrato I, segundo a solução ótima. Microrregião da Imperatriz, Maranhão. 1974/75

R E C U S O S	Unidade	S I T U A Ç Ã O		
		Disponibilidade de Recursos	Reorganização Interna	Reorganização Interna com mudança de tecnologia
Terra de cultura	ha	10,48	10,48	10,48
Terra de pastagem	ha	19,00	---	12,44
Mão-de-obra 1*	d.h	215,00	584,29	354,47
Mão-de-obra 2*	d.h	75,00	95,22	75,00
Mão-de-obra 3*	d.h	123,00	239,67	214,67
Mão-de-obra 4*	d.h	198,00	589,60	316,91
Capital de Giro	Cr\$	13.340,00	13.340,00	13.340,00
Disp. de Cercas e Currais	Cr\$	13.130,00	---	2.346,30
Disp. de Invest. em Gado	Cr\$	20.950,00	---	19.839,49
Disp. Benf. para suínos	Cr\$	950,00	---	---
Disp. de Invest. em suínos	Cr\$	1.320,00	---	---
Disp. de Equipamentos	Cr\$	413,00	---	413,00
Disp. de Benf. para mandioca	Cr\$	833,00	833,00	---
Disp. de Benf. para Arroz- ilho	Cr\$	1.500,00	---	1.500,00
Capital de Giro (compra)	Cr\$	---	31.847,28	15.719,04
Capital de Investimento 1 (compra)	Cr\$	---	---	1.338,74
Capital de Investimento 2 (compra)	Cr\$	---	8.983,84	3.611,83
Capacidade de empréimo	Cr\$	83.390,00	40.831,12	20.669,63
Transf. de Terra de Cultura para pastagem	ha	---	---	---
Transferência de Pastagem p/cultura	ha	---	19,00	6,50

* Foi possibilitada a compra de mão-de-obra para os quatro períodos.

Tabela 12 - Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes, para Empresa Representativa do estrato II, segundo a solução ótima. Microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

R E C U R S O S	Unidade	Disponibilidade de Recursos	S I T U A Ç Ã O	
			Reorganização Interna	Reorganização Interna com mudança de tecnologia
Terra de Cultura	ha	10,17	10,17	10,17
Terra de Pastagem	ha	45,17	---	---
Mão-de-obra 1*	d.h	267,83	386,91	1.106,80
Mão-de-obra 2*	d.h	90,96	90,96	166,02
Mão-de-obra 3*	d.h	179,38	210,71	553,40
Mão-de-obra 4*	d.h	284,31	637,29	1.549,52
Capital de Giro	Cr\$	16.364,00	16.364,00	16.364,00
Disp. de cercas e currais	Cr\$	25.720,00	---	---
Disp. de Invest. em gado	Cr\$	59.800,00	---	---
Disp. de benf. suínos	Cr\$	380,00	---	---
Disp. de Invest. em suínos	Cr\$	1.636,00	---	---
Disp. de Equipamentos	Cr\$	557,00	---	557,00
Disp. de Benf. Mandioca	Cr\$	1.500,00	953,46	---
Disp. de Benf. p/ Arroz-Milho	Cr\$	---	---	---
Capital de Giro (compra)	Cr\$	---	17.456,77	110.060,00
Capital de Investimento 1(compra)	Cr\$	---	---	4.423,60
Capital de Investimento 2(compra)	Cr\$	---	---	---
Capacidade de Empréstimo	Cr\$	143.560,00	17.456,77	114.483,90
Transf. de terra de Cultura a Pastagem	ha	---	---	---
Transf. de terra de Past. a Cultura	ha	---	8,90	45,17

* Foi possibilitada a compra de mão-de-obra para os quatro períodos.

Tabela 13 - Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes para Empresa Representativa do estrato III, segundo a solução ótima. Microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

R E C U R S O	Unidade	Disponibilidade de Recursos	S I T U A Ç Ã O	
			Reorganiza- ção Interna	Reorganização Inter- na com mudança de tecnologia
Terra de Cultura	ha	14,22	14,22	14,22
Terra de Pastagem	ha	98,50	---	---
Mão-de-obra 1*	d.h	465,00	1.853,00	2.254,40
Mão-de-obra 2*	d.h	179,00	353,94	450,88
Mão-de-obra 3*	d.h	208,00	518,51	1.352,64
Mão-de-obra 4*	d.h	326,00	1.152,00	2.028,96
Capital de Giro	Cr\$	30.523,00	30.523,00	30.523,00
Disp. de Cercas e Currais	Cr\$	45.583,00	---	---
Disp. de Invest. em Gado	Cr\$	181.350,00	---	---
Disp. de Benf. Suínos	Cr\$	925,00	---	---
Disp. de Invest. em Suínos	Cr\$	2.325,00	---	---
Disp. de Equipamebtos	Cr\$	1.344,00	---	1.344,00
Disp. de Benf. Mandioca	Cr\$	1.917,00	1.917,00	---
Disp. de Benf. Arroz-Milho	Cr\$	6.500,00	---	6.500,00
Capital de Giro (compra)	Cr\$	---	18.069,22	205.962,40
Capital de Investimento 1 (compra)	Cr\$	---	---	8.800,00
Capital de Investimento 2 (compra)	Cr\$	---	23.106,84	27.316,00
Capacidade de Empréstimo	Cr\$	414.519,00	41.176,07	242.078,00
Trans. de Terra de Cultura e Pastagem	ha	---	---	---
Trans. de Terra de Pastagem a Cultura	ha	---	98,50	98,50

* Foi possibilitada a compra de mão-de-obra para os quatro períodos.

Tabela 14 - Utilização dos recursos restritivos em relação às disponibilidades existentes para Empresa Representativa ao Estrato IV, segundo a solução ótima. Microrregião, Maranhão. 1974/75.

R E C U R S O S	Unidade	Disponibilidade de Recursos	S I T U A Ç Ã O	
			Reorganiza- ção Interna	Reorganização Interna com mudança de tenolo- gia.
Terra de Cultura	ha	30,00	30,00	22,33
Terra de Pastagem	ha	172,00	---	172,00
Mão-de-obra 1*	d.h	570,00	3.114,84	644,16
Mão-de-obra 2*	d.h	162,33	537,32	188,12
Mão-de-obra 3*	d.h	303,78	1.933,14	415,24
Mão-de-obra 4*	d.h	549,20	3.147,16	549,20
Capital de Giro	Cr\$	44.986,00	44.986,00	44.986,00
Disp. de Cercas e Currais	Cr\$	72.000,00	---	33.886,52
Disp. de Invest. em Gado	Cr\$	350.271,00	---	286.533,38
Disp. de Benf. suínos	Cr\$	2.500,00	---	---
Disp. de Invest. em Suínos	Cr\$	7.053,00	---	---
Disp. de Equipamentos	Cr\$	2.948,00	2.948,00	2.948,00
Disp. Benf. Mandioca	Cr\$	4.100,00	---	---
Disp. Benf. Arroz-Milho	Cr\$	3.500,00	3.500,00	3.500,00
Capital de Giro (compra)	Cr\$	---	285.638,61	3.252,60
Capital de Investimento 1(compra)	Cr\$	---	12.820,12	2.212,82
Capital de Investimento 2(compra)	Cr\$	---	21.378,32	3.197,79
Capacidade de Empréstimo	Cr\$	1.012.317,00	319.837,05	8.663,21
Transf. de Terra de Cultura a Pasta- gem	ha	---	---	7,67
Transf. de Terra de Pastagem a Cul- tura	ha	---	172,00	---

* Foi possibilitada a compra de mão-de-obra para os quatro períodos.

Tabela 15 - Níveis de Compra de Mão-de-Obra, para Empresas Representativas dos Estratos I, II, III e IV, segundo a Solução Ótima, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.

ATIVIDADES	Unidade	S i t u a ç ã o	
		Reorganização Interna	Reorganiz. Interna c/Mudança de Tecn.
<u>Estrato I</u>			
Compra de Mão-de-Obra 1	d.h	369,29	139,47
Compra de Mão-de-Obra 2	d.h	20,22	---
Compra de Mão-de-Obra 3	d.h	116,67	91,67
Compra de Mão-de-obra 4	d.h	391,60	118,91
<u>Estrato II</u>			
Compra de Mão-de-Obra 1	d.h	109,08	829,97
Compra de Mão-de-obra 2	d.h	---	75,06
Compra de Mão-de-Obra 3	d.h	31,33	374,02
Compra de Mão-de-Obra 4	d.h	352,98	1.265,21
<u>Estrato III</u>			
Compra de Mão-de-Obra 1	d.h	1.388,12	1.789,40
Compra de Mão-de-Obra 2	d.h	174,94	271,88
Compra de Mão-de-Obra 3	d.h	310,51	1.144,64
Compra de Mão-de-Obra 4	d.h	826,00	1.702,96
<u>Estrato IV</u>			
Compra de Mão-de-Obra 1	d.h	2.544,80	74,16
Compra de Mão-de-Obra 2	d.h	374,99	25,79
Compra de Mão-de-Obra 3	d.h	1.629,36	111,46
Compra de Mão-de-Obra 4	d.h	2.597,96	---

--- Não houve compra de mão-de-obra.

4.2.4. Análises Complementares das Soluções Ótimas

O programa utilizado permite análises adicionais como as dos preços-sombra das atividades de produção que não entram nas soluções ótimas.

Conforme Tabela 16, ao se introduzir uma unidade dessas atividades no estrato I, o retorno na função objetivo seria reduzido de Cr\$2.041,30, Cr\$1.176,03 e Cr\$85,04 por unidade de área de banana, unidade animal gado de corte e suínos introduzidas. Raciocínio semelhante, é aplicado também para os demais estratos, caso se pretenda modificar a solução ótima.

Verificou-se, entretanto, que a atividade arroz-milho não fez parte da solução ótima do estrato I e apresentou preço-sombra muito próxima de zero. Isto pode indicar que a referida atividade exerceu um alto grau de competitividade com a componente dessa solução.

Os custos de oportunidade, definidos como custos para modificar os níveis das atividades produtivas a partir da solução ótima, de um modo geral, apresentaram-se elevados o que demonstra consistência dos resultados da situação com reorganização interna. Portanto, seriam necessários aumentos significantes, nos retornos das atividades que não figuram na solução ótima, para fazerem parte da mesma. O menor retorno para introduzir essas atividades na solução do plano ótimo, teria que ser aumentado, alterando o seu valor original na função objetivo (Apên

Tabela 16 - Preços-sombra das Atividades e Recursos na Situação com Reorganização Interna, das Empresas Representativas dos Diferentes Estratos, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.

VARIÁVEIS	Unidade	E s t r a t o			
		I	II	III	IV
<u>Atividades</u>					
Arroz-milho-mandioca	Cr\$/ha	(1)	(1)	(1)	539,07
Arroz-milho	Cr\$/ha	(2)	156,46	253,93	(1)
Arroz	Cr\$/ha	---	597,63	---	---
Banana	Cr\$/ha	2.041,30	1.696,86	2.347,96	---
Gado de Corte	Cr\$/u.a.b	1.176,03	146,57	(2)	(2)
Suínos	Cr\$/u.a.s	85,04	67,32	(2)	(2)
<u>Recursos</u>					
Disponibilidade de Terra	Cr\$/ha	786,84	(3)	152,52	329,83
Mão-de-obra 1	Cr\$/d.h	16,05	21,40	19,26	21,11
Mão-de-obra 2	Cr\$/d.h	16,05	18,60	19,26	21,11
Mão-de-obra 3	Cr\$/d.h	16,05	21,40	19,26	21,11
Mão-de-obra 4	Cr\$/d.h	16,05	21,40	19,26	21,11
Capital de Giro	Cr\$/Cr\$	0,07	0,07	0,07	0,07
Disponibilidade de Equipamento	Cr\$/Cr\$	(3)	(3)	(3)	0,24
Disponib. de Benfeitoria (Mandioca)	Cr\$/Cr\$	0,2	(3)	0,12	(3)
Disponibilidade de Benfeitoria	Cr\$/Cr\$	(3)	(3)	(3)	0,12

(1) Constituiu a solução ótima para o estrato.

(2) Preço-Sombra próxima de zero.

(3) Disponibilidade não esgotada.

--- A atividade não faz parte do estrato.

dice). Desta forma, os retornos deveriam ser: atividade banana Cr\$... 2.555,30, Cr\$2.021,83 e Cr\$2.488,96 respectivamente para os estratos I, II e III; arroz-milho: Cr\$1.146,06 e Cr\$1.223,07 para os estratos II e III; arroz-milho-mandioca: Cr\$1.709,07 para o estrato IV; arroz solteiro: Cr\$1.1451,41 para o estrato II; gado de corte Cr\$248,24 para o estrao II; suínos Cr\$99,94 e Cr\$162,34 para os estratos I e II respectivamente.

Conforme os valores apresentados na Tabela 16, para que essas atividades constituíssem a solução ótima, seria necessário que houvessem modificações nas rendas líquidas das mesmas. Assim, as áreas de banana passariam a ser: 26,98 ha, 0,77 ha e 94,12 ha respectivamente para os estratos I, II e III; arroz-milho: 8,11 ha e 13,99 ha nos estratos II e III.

Com relação aos preços-sombra dos recursos que tiveram as suas disponibilidades esgotadas, observou-se que para mão-de-obra, foram elevados em quase todos os períodos, para os diferentes estratos, exceção apenas ao período 2 no estrato II. Considerando os salários pagos na região por dia/homem, que foram de Cr\$15,00, Cr\$20,00, Cr\$18,00 e Cr\$ 19,73, respectivamente para os estratos I, II, III e IV, e, comparando com os preços-sombra, verifica-se que estes foram superiores. Tal diferença, significa que o uso adicional de mão-de-obra, contribuirá para o aumento de renda até que seja estabelecido o ponto de equilíbrio, ou seja, o preço-sombra for igual ao salário.

Quanto ao fator terra, verificou-se que o preço-sombra, foi mais elevado nos estratos I e IV e menor no estrato III, contudo, apenas o estrato II, mostrou excesso de investimento, isto, pressupondo-se que o nível tecnológico permaneça o atual.

4.3. Situação com Reorganização Interna mais Mudança de Tecnologia

Esta é uma situação em que os recursos passam a ser utilizados segundo uma tecnologia recomendada, considerando-se as atividades de maior expressão econômica para área de estudo. A análise consiste em verificar o efeito da mudança de tecnologia, na renda dos empresários, em comparação à situação atual.

4.3.1. Atividades

A atividade arroz-milho figurou na solução ótima de quase todos os estratos, apresentando níveis diferentes de participação.

De acordo com a Tabela 17, pode-se observar que essa atividade em relação a situação atual sofreu aumentos consideráveis, e, em termos percentuais, esta superioridade foi de 210,95%, 1.905,70% e 12,00% respectivamente para os estratos I, III e IV. Para o estrato III, referida atividade constituiu a solução ótima, o que pode ser explicado pela maior vantagem comparativa apresentada, deslocando, portanto, as outras

Tabela 17 - Níveis das Atividades e Valores da Função Objetivo, para Empresas Representativas dos Estratos I, II, III e IV e comparação com a Situação Atual, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.

VARIÁVEIS	Unidade	S i t u a ç ã o	
		Atual	Reorganização Interna c/mudança de tecnologia
<u>Estrato I</u>			
Função Objetivo	Cr\$	15.896,00	21.022,00
Arroz-milho-mandioca	ha	4,00	-.-
Arroz-milho	ha	5,48	17,04
Banana	ha	1,00	...
Gado de Corte	u.a.b.	19,00	12,44
Suínos	u.a.s.	3,00	...
<u>Estrato II</u>			
Função Objetivo	Cr\$	17.714,00	59.376,36
Arroz-milho-mandioca	ha	5,00	-.-
Arroz-milho	ha	2,17	-.-
Arroz	ha	2,00	55,34
Banana	ha	1,00	...
Gado de corte	u.a.b.	52,00	-.-
Suínos	u.a.s.	4,62	...
<u>Estrato III</u>			
Função Objetivo	Cr\$	20.899,00	74.642,57
Arroz-Milho-mandioca	ha	7,60	-.-
Arroz-milho	ha	5,62	112,72
Banana	ha	1,00	...
Gado de corte	u.a.b.	86,39	-.-
Suínos	u.a.s.	3,84	...
<u>Estrato IV</u>			
Função Objetivo	Cr\$	54.546,00	89.182,62
Arroz-milho-mandioca	ha	10,00	-.-
Arroz-milho	ha	20,00	22,33
Gado de corte	u.a.b.	213,06	179,67
Suínos	u.a.s.	6,79	...

-.- Fazem parte da situação, mas não entraram na solução ótima.

... Não fazem parte da situação.

atividades competitivas.

No estrato I e IV, a atividade arroz-milho, apresentou maior vantagem comparativa sobre arroz-milho-mandioca, e, juntamente com a atividade gado de corte constituíram a solução ótima para esses estratos.

No estrato II, a solução ótima foi representada por atividade arroz solteiro que deslocou as demais atividades.

Gado de corte com tecnologia recomendada, não alcançou um nível de participação semelhante ao registrado na situação atual, porém, se comparado à reorganização interna sem mudança de tecnologia, na qual esta atividade não figurou em nenhuma solução ótima, verifica-se que apresentou viabilidade econômica nos estratos I e IV.

A organização da produção, na situação com tecnologia recomendada, demonstrou aumento de 478,37% na produção total de arroz, 229,37% na de milho e um decréscimo no rebanho bovino da ordem de 58,64% quando relacionados com a situação atual (Tabela 18).

4.3.2. Renda Líquida

Estabelecendo-se uma comparação entre a renda líquida da situação atual e renda dos planos ótimos das empresas rurais representativa dos diferentes estratos, Tabela 17, verifica-se que a renda líquida (Função Objetivo) dos planos ótimos, foi sempre maior em todos os es-

tratos. Essa diferença, mostra o efeito da mudança de tecnologia que propiciou um aumento na renda líquida de 32,25%, 235,19%, 257,16% e 63,50% respectivamente para os estratos I, II, III e IV.

Tabela 18 - Produção Agregada das Empresas Rurais na Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.

Produtos	Unidade	S i t u a ç ã o		
		Atual	Reorganização Interna	Reorganização Interna com mudança de tecnologia
Arroz	t	76.365,88	373.574,58	441.679,68
Milho	t	16.455,59	95.139,84	54.199,56
Mandioca	t	133.619,60	839.302,00	---
Gado de Corte (Nº u.a.b)		274.215,83	---	113.428,83

4.3.3. Recursos

O recurso terra foi utilizado integralmente nos diferentes estratos. As áreas de cultura disponíveis nos estratos I, II e III foram insuficientes para atender as atividades que participaram das soluções ótimas nos níveis requeridos, tendo havido transferência de terra de pastagem para cultura (Tabelas 11, 12, 13 e 14).

No estrato IV, a participação da atividade gado de corte, utilizou área de pastagem superior à disponível, sendo permitida tal expansão pela presença no modelo da atividade de transferência de terra de cultura para pastagem.

Com relação à mão-de-obra as disponibilidades existentes, não atenderam as necessidades apresentadas. Houve compra de mão-de-obra nos quatro estratos e em quase todos os períodos, com exceção de mão-de-obra 2 no estrato I e mão-de-obra 4 no estrato IV (Tabela 15), cujos níveis de utilização equipararam-se aos da situação atual. A mudança de tecnologia possibilitou maiores oportunidades de emprego, uma vez que, além de usar toda mão-de-obra disponível, as soluções ótimas dessa situação requereram o mais elevado nível de mão-de-obra contratada.

Quanto ao uso de capital de giro, verificou-se que nos

diferentes estratos foram esgotadas as disponibilidades existentes, havendo compra deste fator de acordo com as exigências das atividades que participaram das soluções ótimas. Portanto, a utilização do capital de giro foi maior do que na situação atual sendo os aumentos de 117,83%, 672,58%, 674,78% e 7,23% respectivamente para os estratos I, II, III e IV.

Os coeficientes de capital de investimento 1 e 2 na situação com mudança de tecnologia para as atividades participantes das soluções ótimas, mostraram-se superiores aos dessas mesmas atividades na situação atual, assim, os níveis de utilização desse capital foram além das disponibilidades existentes, havendo para todos os estratos necessidade de compra a fim de possibilitar a expansão dessas atividades.

No que diz respeito à capacidade de empréstimo das empresas rurais, observou-se que não foi totalmente utilizada, conforme mostram as Tabelas 11, 12, 13 e 14.

4.3.4. Análises Complementares das Soluções Ótimas

De acordo com os preços-sombra das atividades que não figuraram na solução ótima dos diferentes estratos, Tabela 19, verifica-se que para o arroz-milho-mandioca e gado de corte nos estratos II e III, esse preço foi próximo de zero, o que pode indicar que referidas atividades apresentaram uma forte competitividade com a componente da solução ótima.

Tabela 19 - Preços-Sombra das Atividades e Recursos, na Situação com Mudança de Tecnologia, das Empresas Representativas dos Diferentes Estratos, Microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75.

Variáveis	Unidade	Estrato			
		I	II	III	IV
<u>Atividades</u>					
Arroz-milho mandioca	Cr\$/ha	298,88	(2)	(2)	316,51
Arroz-milho	Cr\$/ha	(1)	485,25	(1)	(1)
Arroz	Cr\$/ha	---	(1)	---	---
Gado de corte	Cr\$/u.a.b	(1)	(2)	(2)	(1)
<u>Recursos</u>					
Disponibilidade de terra	Cr\$/ha	266,20	728,27	446,62	260,46
Mão-de-obra 1	Cr\$/d.h	21,40	21,40	21,40	21,40
Mão-de-obra 2	Cr\$/d.h	6,51	21,40	21,40	21,40
Mão-de-obra 3	Cr\$/d.h	21,40	21,40	1,40	21,40
Mão-de-obra 4	Cr\$/d.h	21,40	21,40	21,40	18,40
Capital de Giro	Cr\$/Cr\$	0,07	0,07	0,07	0,07
Disponibilidade de Equipamento	Cr\$/Cr\$	0,24	0,24	0,24	0,24
Disponibilidade de Benfeitoria	Cr\$/Cr\$	0,12	(3)	0,12	0,12

(1) Constituiu a solução ótima para o estrato.

(2) O preço-sombra próximo de zero.

(3) Disponibilidade não esgotada.

--- A atividade não faz parte do estrato.

Para outras atividades, entretanto, caso se pretenda modificar as soluções ótimas, incide uma redução na função objetivo, para cada unidade introduzida. Assim, ao se introduzir no estrato I uma unidade de área de arroz-milho-mandioca o retorno seria reduzido de Cr\$29,68. Com a introdução de arroz-milho na solução ótima do estrato II, ter-se-ia uma redução no retorno da função objetivo de Cr\$ 485,25 para cada unidade introduzida.

Para que essas atividades fizessem parte das soluções ótimas, dados os preços-sombra, haveria necessidade de modificação nas suas rendas líquidas, passando a figurar nas seguintes magnitudes: arroz-milho-mandioca passaria a ser de 1,20 e 8,65 ha respectivamente para os estratos I e IV; arroz-milho de 55,34 ha no estrato II. Essas modificações implicariam em custos de oportunidade que seriam definidos pelos aumentos nos retornos dessas atividades. O menor retorno para introduzi-las nas soluções dos planos ótimos seriam de Cr\$.... 1.554,26 e Cr\$1.572,09 para atividade arroz-milho-mandioca nos estratos I e IV; Cr\$1.991,54 para atividade arroz-milho no estrato II.

Os preços-sombra dos recursos que foram integralmente utilizados, tabela 19, indicam que para mão-de-obra, de uma maneira geral, foram superiores ao salário pago por dia/homem (Cr\$20,00), sendo desta forma vantajoso o uso adicional deste fator, exceção apenas ao período 2 do estrato I e o período 3 do estrato III, cujos preços-sombra mostraram-se inferiores. Com relação ao fator terra, observou-se que para o estrato II, o preço-sombra foi o mais elevado, seguindo-se

o estrato III, contudo, em nenhum dos quatro estratos houve ociosidade de terra.

4.4. Discussão da Aplicabilidade das Soluções Ótimas ao Nível do Agregado

Conforme foi visto anteriormente, a implementação dos planos ótimos para empresas representativas, possibilitou níveis de renda líquida superiores aos encontrados na situação atual, de acordo com a reorganização interna e mudança de tecnologia.

Tais resultados exigiram ajustamentos da organização da produção dessas empresas, ocorrendo mudanças na composição do produto e na utilização dos recursos disponíveis.

À medida que se projeta ampliar a adoção dos planos ótimos para as empresas da microrregião de uma maneira geral, ou para uma grande parte delas, surgem questões relevantes que devem ser levadas em consideração. Os resultados positivos conferidos a nível das empresas representativas, podem ou não ser ratificados a nível de agregação.

A questão fundamental, consiste em analisar as consequências da implementação dos planos ótimos, a esse nível agregado, para os mercados de produtos e de fatores.

De acordo com a Tabela 18, por exemplo, a quantidade produzida de arroz por todas as firmas, ao preço dado, nas situações

com reorganização interna e mudança de tecnologia, em relação a atual, mostrou aumentos de 389,19% e 478,37% respectivamente. Na obtenção de tais quantidades, haveria necessidade de ajustamentos na estrutura de produção. A magnitude dessas mudanças estaria na dependência do conhecimento dos coeficientes flexibilidade-preço dos produtos, ou seja, que alteração sofreriam os preços dos produtos dadas certas variações nas quantidades produzidas. Ocorrendo modificação nos preços, isto teria efeitos nos planos ótimos, sugerindo novas organizações de planos de produção.

Por outro lado, quanto aos recursos necessários à implementação dos planos ótimos a nível do agregado, principalmente capital e mão-de-obra, merece que sejam observadas certas características da área estudada. Assim, as exigências de recursos monetários, alcançariam a soma elevada de trezentos e setenta e três milhões de cruzeiros, tendo-se em conta os requerimentos das empresas representativas (Tabelas 11, 12, 13 e 14). Este fato parece comprometer a viabilidade da aplicação dos planos ótimos a nível do agregado.

Com relação à mão-de-obra este fator jamais foi restritivo, mesmo em situações de regionalização das informações obtidos na solução ótima, haja vista ser a microrregião caracterizada pela abundância deste fator.

5. CONCLUSÕES

As principais conclusões baseadas nas soluções dos modelos, serão apresentadas obedecendo ao esquema analítico adotado no presente trabalho, ou seja por situações estudadas.

5.1. Situação com Reorganização Interna

Os planos ótimos para os estratos, obtidos pela Programação Linear, mostraram resultados diferentes dos planos atuais, verificando-se aumento na renda líquida, como consequência da mudança na organização da produção e maior utilização de capital.

As atividades arroz-milho-mandioca nos estratos I, III e IV e arroz-milho no estrato II, mostraram-se economicamente mais vantajosas em relação às atividades competitivas. Nesses estratos, gado de corte e suínos não figuraram na solução ótima para essa situação, dado o

baixo retorno apresentado.

O fator terra foi totalmente utilizado em quase todos os estratos, mostrando-se ocioso somente no estrato II. Verificou-se também que este recurso não se constituiu num fator restritivo à expansão das atividades que formaram as soluções ótimas, dada a existência no modelo, da atividade de transferência de terra de pastagens para culturas.

A mão-de-obra não foi fator limitante tendo em vista a existência de grande contingente na microrregião. Os preços-sombra, mostraram-se elevados para os diferentes estratos e períodos, sendo superiores ao salário dia/homem da região. Esta diferença indica que o uso adicional de mão-de-obra, contribuirá para o aumento de renda até que seja estabelecido o ponto de equilíbrio, ou seja, o preço-sombra for igual ao salário.

O capital de giro e de investimento exigido por cada plano, também não se constituiu em recurso limitante, dada a capacidade de empréstimo evidenciada pelas empresas representativa dos diferentes estratos.

Os custos de oportunidade para as atividades produtivas foram de modo geral, elevados, evidenciando certa consistência dos resultados, uma vez que seriam necessários aumentos significantes nos retornos dessas atividades para que a solução ótima se modificasse.

5.2. Situação com Reorganização Interna mais Mudança de Tecnologia

A utilização dos recursos, segundo uma tecnologia recomendada, mostrou que a renda líquida dos planos Ótimos foi sempre maior em todos os estratos que a situação atual. Essa diferença foi ocasionada pelo efeito da mudança de tecnologia.

As atividades que figuraram na solução ótima foram arroz-milho nos estratos I, III e IV, arroz solteiro no estrato II e gado de corte nos estratos I e IV.

O fator terra, foi integralmente utilizado nos diferentes estratos o que demonstrou eficiente a utilização deste recurso.

A mão-de-obra, nessa situação teve as maiores oportunidades de emprego, uma vez que, além de ser usada toda a sua disponibilidade, houve o mais elevado nível de contratação.

Os custos de oportunidade, para modificação da solução ótima, mostraram-se elevados para os estratos I, II e IV, o que indica serem os resultados consistentes.

5.3. Nível Agregado

A implementação das soluções ótimas para todas as firmas da microrregião ou para grande parte, sugere ajustamentos na estrutura de produção, que pode ter reflexos nos mercados de produtos e de

fatores.

Para o caso dos produtos, a magnitude da mudança na quantidade produzida, estaria na dependência do conhecimento dos coeficientes flexibilidade-preço dos produtos, ou seja, que alteração sofreriam os preços, dadas certas variações nas quantidades produzidas. Ocorrendo modificação nos preços, isto teria efeitos nos planos ótimos, sugerindo novas organizações de planos de produção.

Quanto ao recurso monetário, os requerimentos de créditos, alcançariam a soma elevada de "trezentos e setenta e três milhões de cruzeiros", tendo em conta as exigências das empresas, o que sugere certo comprometimento à viabilidade de aplicação dos planos ótimos a nível do agregado.

A mão-de-obra exigida não constitui maiores problemas à viabilidade de aplicação dos planos dada a característica da região de ter este fator em abundância.

Os resultados das análises de Programação, mostraram a viabilidade da implementação dos planos ótimos para as empresas representativas, embora, no agregado, sugere certa limitação. Este estudo, poderá servir de respaldo a outras pesquisas adicionais, visando o estabelecimento de políticas de produção e assistência técnica para microrregião.

S U M M A R Y

Agriculture is the principal sector of the economy in the State of Maranhão. In spite of its slow evolution, it still is an important source of income and employment in the State.

The integration of the State of Maranhão in the national highway system beginning in the 50's, increased the movement of migratory currents. The extraordinary increase in the labor force resulting from migration, combined with a greater utilization of unexplored areas, permitted considerable expansion of the State's internal income. The microregion of Imperatriz, object of the present study, also underwent changes in its productive structure, a reflex of the opening of the Belém-Brasília highway.

Farmers' income in this microregion comes from the production of meat cattle, rice, corn, manioc, beans, cotton, bananas, and swine. These activities usually compete with each other for the same resources.

This is a Linear Programming study attempting to identify the combination of enterprises that would maximize farm income, per area class, for two technology levels: the existing and the recommended.

The data were collected using the survey method, through random and intentional sampling of farms, and refer to the 1974/75 agricultural year.

The basic Linear Programming model comprised 22 activities and 17 restrictions.

The results may be summarized as follows:

The analyses at the farm level showed that both, the internal reorganization of the enterprises holding the same technology, and reorganization with technology change presented increases in net income as compared to the traditional production system.

In the internal re-organization, the activities which proved to be the most profitable were: rice-corn-manioc (I, II and III strata), and rice-corn (IV stratum).

For internal re-organization with technology change, the activities which appeared in the optimum solution were: rice-corn (I, III and IV strata), rice (II stratum) and meat cattle (I and IV strata).

At the aggregate level, the requirements of financial resources through credit would reach the high amount of three hundred and seventy three million cruzeiros, which would jeopardize the feasibility of the optimum plans, given present credit resources available in the region.

The results of the Linear Programming analysis showed that the application of the optimum plans at the farm level is feasible, although at the aggregate level there is a certain limitation.

LITERATURA CITADA

- BARBOSA, S.C., 1972. Combinação de explorações e rentabilidade em pequenos estabelecimentos agropecuários do município de Viçosa, Minas Gerais, 1971/72. Viçosa, U.F.V. 159p. (Tese de M.S).
- BARROCAS, J.M., 1968. Programação Linear. In: I Curso Nacional de Elaboração, Análise e Avaliação de Projetos Agrícolas. Campinas, S. Paulo. 47p. (mimeografado).
- BARROS, H., 1968. Programação Linear. In: A Empresa Agrícola: Observação, Planejamento e Gestão. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. p. 263-4.
- BRASIL. Banco Central, 1972. Resolução 224. Brasília. 7p.
- BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1973. Censo Demográfico do Maranhão. Rio de Janeiro. Departamento de Divulgação Estatística. Vol. I, Tomo V. 461p.

- BRASIL. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 1968. Censo Demográfico, Maranhão e Piauí. Rio de Janeiro. Departamento de Divulgação Estatística. Vol. I. Tomo III. 253p.
- CHAVES, R.N.M., 1970. Programação Linear num Projeto de Armazenamento e Secagem de Grãos, Viçosa, U.F.V. 59p. (Tese de M.S).
- DEARDEN, J., 1967. Computers in business management. In: NEVES, E.M. Alocação de recursos e combinação de atividades pela Programação Linear em Empresas Leiteiras na Região de Lins, Estado de S.Paulo. Viçosa, U.F.V. 105p. (Tese de M.S).
- FERREIRA, L.R., 1971. A introdução de novas atividades produtivas para o Desenvolvimento de uma Região Agrícola: A Fruticultura na Zona da Mata de Minas Gerais, Viçosa, U.F.V. 156p. (Tese de M.S)
- HEADY, E.D. e W.CANDLER, 1960. Linear programming methods. Ames, Iowa State University Press. 597p.
- LEVIN, R.I. e C.A. KIRKPATRICK, 1965. Quantitative Approaches to management. New York, McGraw-Hill Company. 365p.
- MAGALHÃES, C.A., 1971. Análise econômica da pecuária leiteira em competição com outros empreendimentos agropecuários, através da Programação Linear, Zona da Mata de Minas Gerais, Viçosa, U.F.V. 166p. (Tese de M.S).
- MARANHÃO. Associação de Crédito e Assistência Rural, 1972. Plano Anual de Trabalho. S.Luís. 226p.
- MARANHÃO. Plano de Governo 1971/74. S.Luís. 211p.

- MARANHÃO. Superintendência de Desenvolvimento do Maranhão, 1968. Anuário Estatístico. S.Luís, Departamento Estadual de Estatística. 220p.
- MARANHÃO. Secretaria de Planejamento, 1973. Termos de Referência para o Planejamento da Microrregião de Imperatriz, S.Luís, Vol. I. 341p.
- MARTINS, J., 1971. Viabilidade da Produção de Bovinos de Corte em Empresas Rurais de características Seleccionadas na Zona da Mata de Minas Gerais, Viçosa, U.F.V. 151p. (Tese de M.S).
- NEVES, E.M., 1972. Alocação de recursos e combinação de atividades pela Programação Linear em Empresas Leiteiras na Região de Lins, Estado de S.Paulo, Viçosa, U.F.V. 105p. (Tese de M.S).
- NOGUEIRA, A.C., 1974. Risco e incerteza na combinação de atividades agrícolas nos Estados de Minas Gerais e Goiás. Viçosa, U.F.V. 58p. (Tese de M.S).
- PEREIRA, M., 1962. O método dos modelos e a análise econômica da exploração agrícola. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian. 233p.
- SEVERINO, J., 1973. A erradicação do café e a recombinação de explorações agropecuárias dos municípios de Cornélio Procópio e Loanda, Paraná. Viçosa, U.F.V. 134p. (Tese de M.S).
- SOUZA, J.A., 1965. Estudo de combinação de explorações agropecuárias em Ubá, Minas Gerais, ano agrícola 1960/61. Viçosa, U.F.V. 52p. (Tese de M.S).

TOMPKIN, S.R., 1967. Estatística e Métodos de Pesquisa em Ciências Sociais Rurais. Piracicaba, ESALQ/USP. Departamento de Ciências Sociais Aplicadas. 174p. (mimeografado).

YANG, W.Y., 1959. Metodologia de las investigaciones sobre administracion rural. Roma, FAO. 228p.

A P E N D I C E

Tabela 20 - Disponibilidade de recursos para os diferentes estratos de empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Unidade	E s t r a t o			
		I	II	III	IV
Terra de cultura	ha	10,48	10,17	14,22	30,00
Terra de pastagem	ha	19,00	45,17	98,50	172,00
Mão-de-obra 1	d.h	215,00	267,83	465,00	570,00
Mão-de-obra 2	d.h	75,00	90,96	179,00	162,33
Mão-de-obra 3	d.h	123,00	179,38	208,00	303,78
Mão-de-obra 4	d.h	198,00	284,31	326,00	549,20
Capital de giro	Cr\$	13.340,00	16.364,00	30.523,00	44.986,00
Disp. de Cercas e Currais	Cr\$	13.130,00	25.720,00	45.583,00	72.000,00
Disp. de Invest. em Gado	Cr\$	20.920,00	59.800,00	181.350,00	350.271,00
Disp. de Benf. para Suínos	Cr\$	950,00	380,00	925,00	2.500,00
Disp. de Invest. em Suínos	Cr\$	1.320,00	1.639,00	2.636,00	7.053,00
Disp. de Equipamento	Cr\$	413,00	577,00	1.344,00	2.948,00
Disp. de Benf. para Manioca	Cr\$	833,00	1.500,00	1.917,00	4.100,00
Disp. de Benf. para Arroz e Milho	Cr\$	1.500,00	---	6.500,00	3.500,00
Capital de Investimento 1	Cr\$	0,00	0,00	0,00	0,00
Capital de Investimento 2	Cr\$	0,00	0,00	0,00	0,00
Capacidade de Empréstimo	Cr\$	83.390,00	143.560,00	414.519,00	1.012.317,00

Tabela 21 - Coeficientes técnicos, por hectares, para arroz, consorciado com milho e mandioca ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato		I	II	III	IV
	Retorno	Unidade	ha	ha	ha	ha
Terra		ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Mão-de-obra 1	d.h		19,82	20,29	16,44	30,31
Mão-de-obra 2	d.h		3,23	4,77	3,14	4,76
Mão-de-obra 3	d.h		8,13	11,05	4,60	7,97
Mão-de-obra 4	d.h		20,00	33,42	10,22	17,95
Capital de Giro	Cr\$		1.076,00	1.245,61	653,00	1.309,68
Disp.ben.Mandioca	Cr\$		333,00	50,00	222,00	316,67

Tabela 22 - Coeficientes técnicos, por hectare, para arroz consorciado com milho ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato		I	II	III	IV
	Retorno	Unidade	ha	ha	ha	ha
Terra		ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Mão-de-obra 1	d.h		19,48	19,48	18,64	15,42
Mão-de-obra 2	d.h		3,43	2,88	3,00	2,66
Mão-de-obra 3	d.h		9,10	14,53	11,82	9,57
Mão-de-obra 4	d.h		20,74	13,44	19,75	15,58
Capital de Giro	Cr\$		1.036,00	1.101,00	1.037,00	938,00
Disp.de Equipamento	Cr\$		56,00	68,67	96,00	78,06
Disp. de Benefício	Cr\$		300,00	--	365,00	123,16

Tabela 23 - Coeficientes técnicos, por hectare, para banana ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	214,00	324,77	141,00	
	Unidade	ha	ha	ha	ha
Terra	ha	1,00	1,00	1,00	---
Mão-de-obra 1	d.h	32,80	32,00	37,31	---
Mão-de-obra 2	d.h	22,50	25,85	30,83	---
Mão-de-obra 3	d.h	10,78	19,05	29,29	---
Mão-de-obra 4	d.h	15,53	13,04	15,25	---
Capital de Giro	Cr\$	2.266,00	2.422,00	746,00	---

Tabela 24 - Coeficientes técnicos, por hectare, para arroz, ao nível de tecnologia existente, na microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno		853,73		
	Unidade	ha	ha	ha	ha
Terra	ha	-	1,00	-	---
Mão-de-obra 1	d.h	-	15,61	-	---
Mão-de-obra 2	d.h	-	2,19	-	---
Mão-de-obra 3	d.h	-	26,34	-	---
Mão-de-obra 4	d.h	-	20,27	-	---
Capital de Giro	Cr\$	-	1.131,00	-	---
Disp.de Equipamento	Cr\$	-	32,37	-	---

Tabela 25 - Coeficientes técnicos para atividade Gado de Corte, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão, 1974/75

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	97,00	101,67	102,00	73,00
	Unidade	u.a.b	u.a.b	u.a.b	u.a.b
Terra	ha	1,21	1,20	1,35	1,05
Mão-de-obra 1	d.h	6,84	3,39	3,45	1,55
Mão-de-obra 2	d.h	3,40	1,90	1,62	0,74
Mão-de-obra 3	d.h	4,86	2,52	2,41	1,20
Mão-de-obra 4	d.h	4,89	2,92	2,35	1,19
Capital de Giro	Cr\$	460,00	342,00	245,00	110,00
Disp. de cercas e currais	Cr\$	718,00	661,00	375,00	542,30
Disp. de invest. em gado	Cr\$	1.460,00	1.740,00	1.546,00	1.539,00

Tabela 26 - Coeficientes técnicos para atividade Suínos, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	14,90	95,02	76,55	66,59
	Unidade	u.a.g	u.a.g	u.a.g	u.a.g
Terra	ha	0,002	0,003	0,00 3.014 [?]	0,004
Mão-de-obra 1	d.h	1,82	2,22	1,95	1,34
Mão-de-obra 2	d.h	0,82	1,02	0,70	0,69
Mão-de-obra 3	d.h	1,21	1,88	1,29	1,02
Mão-de-obra 4	d.h	1,21	1,88	1,29	1,00
Capital de giro	Cr\$	245,00	220,00	356,00	485,00
Disp. benfeitoria	Cr\$	257,00	129,00	164,00	538,00
Disp. de investimento	Cr\$	498,00	530,00	701,00	685,00

Tabela 27 - Atividade Compra de Benefeitoria (Arroz-milho), coeficiente da tecnologia existente, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	- 25,00	--	- 30,42	- 10,26
	Unidade	ha	ha	ha	ha
Disponibilidade de					
benefeitoria (arroz - milho)					
	Cr\$	300,00	--	365,00	123,16
Capital de Investimento 2					
	Cr\$	300,00	--	365,00	123,16

Tabela 28 - Atividade Compra de Benefeitoria (Mandioca), coeficientes de tecnologia existente, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	- 27,75	- 4,17	- 18,50	- 26,39
	Unidade	ha	ha	ha	ha
Disponibilidade de					
benefeitoria (Mandioca)					
	Cr\$	333,00	50,00	222,00	316,67
Capital de Investimento 2					
	Cr\$	333,00	50,00	222,00	316,67

Tab. la 29 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Equipamentos ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão . 1974/75.

	Estrato	I	II	III	IV
Recurso	Retorno	-12,90	-22,01	-19,88	-17,68
	Unidade	--	--	--	--
Disponibilidade					
de equipamento	Cr\$	-60,02	-110,04	-99,41	-88,39
Capital de In -					
vestimento 1	Cr\$	60,02	110,04	99,41	88,39

Tabela 30 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Cercas e Currais, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Mara - nhão. 1974/75.

	Estrato	I	II	III	IV
Recurso	Retorno	-59,83	-55,12	-31,25	-45,19
	Unidade	u.a.b	u.a.b	u.a.b	u.a.b
Disponibilidade					
de cercas e					
currais	Cr\$	-718,00	-661,00	-375,00	-542,30
Capital de In -					
vestimento 2	Cr\$	718,00	661,00	375,00	542,30

Tabela 31 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Benfeitoria para Suínos, ao nível de tecnologia existente, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

	Estrato	I	II	III	IV
Recurso	Retorno	-21,42	-10,76	-13,67	-44,83
	Unidade	u.a.s.	u.a.s.	u.a.s.	u.a.s.
Disponibilidade de benfeitoria Suí - nos	Cr\$	-257,00	-129,00	-164,00	-538,00
Capital de Investi mento 2	Cr\$	257,00	129,00	164,00	538,00

Tabela 32 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Capital de Giro, se -
gundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão
1974/75.

	Estrato	I	II	III	IV
Recurso	Retorno	-0,07	-0,07	-0,07	-0,07
	Unidade	Cr\$	Cr\$	Cr\$	Cr\$
Capital de Giro	Cr\$	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Capacidade de - Empréstimo	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 33 - Coeficientes técnicos da atividade, Compra Capital de Investimento 1, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	- 0,042	-0,042	- 0,042	- 0,042
	Unidade	Cr\$	Cr\$	Cr\$	Cr\$
Capital de Investimento 1	Cr\$	- 1,00	- 1,00	- 1,00	- 1,00
Capacidade de empréstimo	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 34 - Coeficientes técnicos da atividade Compra Capital de Investimento 2, segundo restrições de recursos, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Retorno	- 0,038	-0,038	-0,038	- 0,038
	Unidade	Cr\$	Cr\$	Cr\$	Cr\$
Capital de Investimento 2	Cr\$	- 1,00	- 1,00	- 1,00	- 1,00
Capacidade de empréstimo	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 35 - Atividade Compra de Mão-de-obra. Coeficientes, segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato I, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

	Período	1	2	3	4
Recursos	Retorno	- 15,00	- 15,00	- 15,00	- 15,00
	Unidade	--	--	--	--
Mão-de-obra 1	d.h	- 1,00			
Mão-de-obra 2	d.h		- 1,00		
Mão-de-obra 3	d.h			- 1,00	
Mão-de-obra 4	d.h				- 1,00
Capital de Giro	Cr\$	15,00	15,00	15,00	15,00

Tabela 36 - Atividade Compra de Mão-de-obra. Coeficientes segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato II, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

	Período	1	2	3	4
Recursos	Retorno	- 20,00	- 20,00	- 20,00	- 20,00
	Unidade	--	--	--	--
Mão-de-obra 1	d.h	- 1,00			
Mão-de-obra 2	d.h		- 1,00		
Mão-de-obra 3	d.h			- 1,00	
Mão-de-obra 4	d.h				- 1,00
Capital de giro	Cr\$	20,00	20,00	20,00	20,00

Tabela 37 - Atividade Compra de Mão-de-obra. Coeficiente, segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato III, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Período	1	2	3	4
	Retorno	- 18,00	- 18,00	- 18,00	- 18,00
	Unidade	--	--	--	--
Mão-de-obra 1	d.h	- 1,00			
Mão-de-obra 2	d.h		- 1,00		
Mão-de-obra 3	d.h			- 1,00	
Mão-de-obra 4	d.h				- 1,00
Capital de Giro	Cr\$	18,00	18,00	18,00	18,00

Tabela 38 - Atividade Compra de Mão-de-obra. Coeficientes segundo restrições de recursos e períodos críticos, estrato IV, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Período	1	2	3	4
	Retorno	- 19,73	- 19,73	- 19,73	- 19,73
	Unidade	--	--	--	--
Mão-de-obra 1	d.h	- 1,00			
Mão-de-obra 2	d.h		- 1,00		
Mão-de-obra 3	d.h			- 1,00	
Mão-de-obra 4	d.h				- 1,00
Capital de Giro	Cr\$	19,73	19,73	19,73	19,73

Tabela 39 - Coeficientes técnicos da atividade de Transferência de Terra de Cultura, para Pastagem, por estrato, microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Unidade	ha	ha	ha	ha
Terra para pastagem	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Terra para cultura	ha	1,00	1,00	1,00	1,00

Tabela 40 - Coeficientes técnicos da atividade Transferência de Pastagem para Terra de Cultura, por estrato, microrregião de Imperatriz, Maranhão 1974/75.

Recurso	Estrato	I	II	III	IV
	Unidade	ha	ha	ha	ha
Terra para pastagem	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Terra para cultura	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

Tabela 41 - Coeficientes Técnicos das Atividades com Tecnologia Recomendada, par
ticipantes do Modelo de Planejamento para microrregião de Imperatriz
Maranhão. 1974/75.

Recursos	Atividade Retorno Unidade	Arroz-Milho e Mandioca 1.255,58 ha	Arroz-Milho 1.506,29 ha	Arroz 1.151,00 ha	Gado de Corte 339,13 u.a.b
Terra de cultura	ha	1,00	1,00	1,00	
Terra de pastagem	ha				1,00
Mão-de-obra 1	d.h	20,00	20,00	20,00	1,10
Mão-de-obra 2	d.h	6,00	4,00	3,00	0,55
Mão-de-obra 3	d.h	12,00	12,00	10,00	0,82
Mão-de-obra 4	d.h	22,00	18,00	28,00	0,82
Capital de Giro	Cr\$	1.334,75	1.227,00	1.365,00	92,48
Disp.de Cercas e Currais	Cr\$				188,60
Disp. de Invest. em Gado	Cr\$				1.594,74
Disp. de Equipamen to	Cr\$		90,00	90,00	17,54
Disp. benf, Mandio ca	Cr\$	310,00			
Disp. benfeitoria	Cr\$		300,00		
Capital de Invest. 1	Cr\$				
Capital de Invest. 2	Cr\$				

Tabela 42 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Benfeitoria (Arroz - Milho) ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais - de microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Retorno	- 25,00
	Unidade	
Disponibilidade de benfeitoria	Cr\$	-300,00
Capital de Investimento 2	Cr\$	300,00

Tabela 43 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Benfeitoria (Mandioca) ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Retorno	- 25,83
	Unidade	ha
Disponibilidade de benfeitoria (Mandioca)	Cr\$	-310,00
Capital de Investimento 2	Cr\$	310,00

Tabela 44 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Equipamento, ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recursos	Retorno	-21,51
	Unidade	--
Disponibilidade de equipamento	Cr\$	-107,54
Capital de Investimento 1	Cr\$	107,54

Tabela 45 - Coeficientes técnicos da atividade Compra de Cercas e Currais ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recursos	Retorno	-15,72
	Unidade	u.a.b
Disponibilidade de Cercas e Currais	Cr\$	-188,60
Capital de Investimento 2	Cr\$	188,60

Tabela 46 - Coeficientes técnicos da atividade compra de mão-de-obra, ao nível de tecnologia recomendada, para empresas rurais da microrregião de Imperatriz, Maranhão. 1974/75.

Recurso	Período	1	2	3	4
		Retorno	- 20,00	- 20,00	- 20,00
	Unidade	--	--	--	--
Mão-de-obra 1	d.h	- 1,00			
Mão-de-obra 2	d.h		- 1,00		
Mão-de-obra 3	d.h			- 1,00	
Mão-de-obra 4	d.h				- 1,00
Capital de Giro	Cr\$	20,00	20,00	20,00	20,00