

ALOCAÇÃO DE RECURSOS E COMBINAÇÃO  
DE ATIVIDADES PELA PROGRAMAÇÃO  
LINEAR EM EMPRESAS LEITEIRAS  
NA REGIÃO DE LINS  
ESTADO DE SÃO PAULO

TESE PARA OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE M. S.

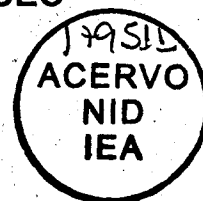
UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

ÉVARISTO MARZABAL NEVES

1972



ALOCAÇÃO DE RECURSOS E COMBINAÇÃO DE ATIVIDADES  
PELA PROGRAMAÇÃO LINEAR EM EMPRESAS LEITEIRAS  
NA REGIÃO DE LINS, ESTADO DE SÃO PAULO



POR

EVARISTO MARZABAL NEVES

AQUISIÇÃO X	DATA X
ORIGEM	
VALOR	
REGISTRO 22.1472	IEA
Nº DE CHAMADA 338.17	
N423a	

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Economia  
Rural, para a Obtenção do Grau de  
«Magister Scientiae».

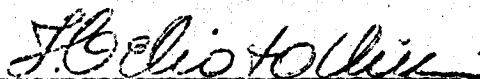


IMPrensa UNIVERSITÁRIA  
Universidade Federal de Viçosa  
VIÇOSA - MINAS GERAIS - BRASIL  
- 1972 -

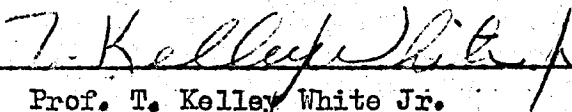
ALOCAÇÃO DE RECURSOS E COMBINAÇÃO DE ATIVIDADES PELA PRO-  
GRAMAÇÃO LINEAR EM EMPRESAS LEITEIRAS, NA REGIÃO DE LINS,  
ESTADO DE SÃO PAULO

EVARISTO MARZABAL NEVES

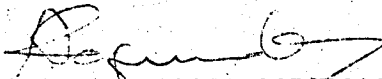
APROVADA:



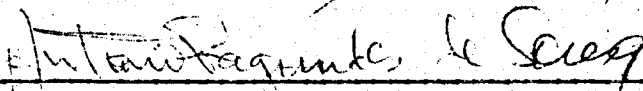
Prof. Hélio Tollini (Orientador)



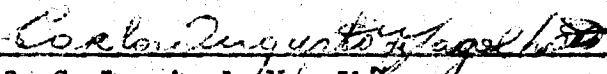
Prof. T. Kelley White Jr.



Prof. Teotônio Dias Teixeira



Prof. Antônio Fagundes de Sousa



Prof. Carlos A. de Magalhães

À meus pais, minha esposa  
e meu filho.

## BIOGRAFIA DO AUTOR

EVARISTO MARZABAL NEVES, filho de Manoel das Neves e Lidia Marzabal Neves, nasceu em Lins, Estado de São Paulo em 23 de Agosto de 1941.

Concluiu o curso Ginásial e o curso Científico no Colégio Salesiano Dom Henrique, em Lins.

Recebeu o título de Engenheiro Agrônomo pela Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, em 1966.

Em 1967 trabalhou no Instituto de Planejamento Agrícola Regional (INPAR) da Fundação Thomas A. Whately, em São Paulo.

Em 1968 ingressou no Instituto de Economia Agrícola da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, na Divisão de Economia da Produção. Nesta Instituição participou e teve oportunidade de publicar algumas pesquisas sobre custos de produção.

Em março de 1970 ingressou na Escola de Pós-Graduação da Universidade Federal de Viçosa.

## AGRADECIMENTOS

O autor agradece a todas as pessoas e instituições que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho:

À Universidade Federal de Viçosa, através do Departamento de Economia Rural e Conselho de Pós-Graduação.

Ao Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Estado dos Negócios da Agricultura, do Estado de São Paulo.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

À Cooperativa de Laticínios Linense e Laticínios Campe<sub>l</sub>ins.

Aos produtores entrevistados.

Ao professor Hélio Tollini, a quem o autor agradece de maneira especial pela orientação e amizade.

Aos professores T.Kelley White Jr. e Teotônio Dias Teixeira pelos ensinamentos, na qualidade de Conselheiros.

Aos professores Antonio Fagundes de Souza e Carlos A. Magalhães, membros da banca examinadora, pelas correções e sugestões.

Aos professores e colegas do Departamento de Economia Rural.

Ao Dr. Rubens Araújo Dias, pela oportunidade da participação no curso.

Ao Colega Luiz Matteu Pellegrini, pelo incentivo e amizade.

Ao Setor de Computação da Universidade Federal de Viçosa.

À Dna. Anélia Alaburda pelo trabalho de datilografia.

## LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1. Estimativa de Área, Número de Pês e Cabeças de Animais, dos Principais Produtos dos Municípios da Área em Estudo, 1970.....	9
2. Produção e Porcentagem Mensal de Entrega de Leite e Número de Propriedades dos Municípios Pertencentes à Bacia Leiteira de Lins, Maio de 1970.....	10
3. Média Anual de Cabeças e Produção Estimada de Leite para os Municípios da Área de Estudo....	10
4. Quantidade de Leite Recebida pela Cooperativa de Laticínios Linense e Laticínios Campelins, 1967/70 (em litros).....	11
5. Produção de Queijos Tipo Minas e Prato, pela Cooperativa de Laticínios Linense, 1969/70 (em quilos).....	12
6. Produção Mensal e Número de Propriedades, por Estrato e por Município para o Mês de Maio de 1970.....	13
7. Disponibilidades Médias de Terras, seu Uso e Porcentagens, na Amostra Considerada, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	30
8. Disponibilidade Média de Mão-de-Obra; por Período, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em dias/homem).....	31
9. Disponibilidade Média de Força Animal, por Período, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em dias/animal).....	31
10. Disponibilidade Média de Capital de Giro na Amostra Considerada, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	32

## Quadro

## Página

11	Disponibilidade Média de Capacidade de Empréstimo para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$).....	33
12	Disponibilidades Médias de Silos, Máquinas e Equipamentos, Cercas, Estábulos e Currais para Gado de Leite, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$).....	34
13.	Disponibilidade Média de Forrageira e Capineira para o Gado de Leite para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, em Toneladas e Hectares.....	35
14.	Disponibilidade Média de Capital Investido em Gado de Leite, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo (em Cr\$).....	36
15.	Retornos Líquidos das Atividades de Produção Existentes nos Quatro Estratos Considerados neste Estudo, para a Região de Lins, Estado de São Paulo, .....	37
16.	Fatores de Conversões para as Diferentes Categorias de Animais que Compõem os Rebanhos.....	38
17.	Retornos das Atividades de Compra e Venda de Fatores de Produção, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970, em cruzeiros	40
18.	Modelo Básico.....	43
19.	Lucros Comparativos Obtidos para os Quatro Estratos das Empresas Leiteiras Estudadas, Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970, em cruzeiros...	45
20.	Magnitudes das Atividades de Produção, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970...	45
21.	Uso da Terra Disponível no Plano Atual e nas Soluções Ótimas obtidas (em hectares).....	47



## Quadro

## Página

22.	Atividades, Exigências em Mão-de-Obra e Níveis com que as Atividades figuraram no Plano Ótimo para o Estrato 1, de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	49
23.	Atividades, Exigências em Mão-de-Obra e Nível com que as Atividades figuraram no Plano Ótimo para o Estrato 2, de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	50
24.	Atividades, Exigências em Mão-de-Obra e Nível com que as Atividades figuraram no Plano Ótimo para o Estrato 3, de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	51
25.	Exigências em Capital de Giro pelas Atividades que Figuraram no Estrato 1, de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	52
26.	Exigências em Capital de Giro, pelas Atividades que Figuraram no Estrato 2, de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	53
27.	Exigências em Capital de Giro pelas Atividades que Figuraram no Estrato 3, de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	53
28.	Preço-Sombra para as Atividades que não figuraram no Plano Ótimo, dos Estratos 1, 2 e 3 de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (Cr\$).....	55
29.	Exigências em Capital de Giro das Atividades que compõem a Solução Ótima do Estrato 4, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	57
30.	Preço-Sombra para as Atividades não Consideradas na Solução Ótima do Estrato 4, para Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970, em Cr\$.....	58

Quadro	Página
31. Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, com Relação à mão-de-obra, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, em dias-homem/unidade animal, 1970.....	58
32. Variações no Níveis das Atividades de Produção após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Leite, para o Estrato 4, das Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	59
33. Distribuição da Área Disponível entre as Modalidades de Terra, após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, para o Estrato 4, das Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em hectares).....	60
34. Total de Mão-de-Obra utilizada, após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, para o Estrato 4, das Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo (em homem-dia).....	60
35. Preço-Sombra de Algumas Atividades de Produção, após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$/ha).....	61
36. Valores da Função Objetivo para os Estratos em que a Quantidade de Mão-de-obra foi Modificada, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970(em Cr\$)	62
37. Variações Ocorridas nas Atividades de Produção, para o Estrato 1, após Liberação de Mão-de-Obra para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	63
38. Variações Ocorridas nas Disponibilidades de Recursos Existentes no Estrato 1, para Propriedades com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (Passagem da Situação 1 para a Situação 2).....	63

Quadro	Página
39. Preço-Sombra para as Atividades não Incluídas na Solução Ótima do Estrato 1, para Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$/ha).....	64
40. Variações Ocorridas nas Atividades de Produção, para o Estrato 2 após Liberação de Mão-de-Obra para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.....	65
41. Variações Ocorridas nas Disponibilidades de Recursos Existentes, no Estrato 2, para Propriedades com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970. Passagem da Situação 1 para 2.....	66
42. Preço-Sombra para as Atividades não Incluídas na Solução Ótima do Estrato 2, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$/ha).....	67

## LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Regiões Agrícolas do Estado de São Paulo e Localização da Área em Estudo.....	6
2. Processos: Ilustração Gráfica.....	22

## CONTEÚDO

Página

LISTA DE QUADROS.....	iv
LISTA DE FIGURAS.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1. Considerações Gerais.....	1
1.2. O Problema.....	2
1.3. Limitação da Área de Estudo.....	3
1.4. Objetivos.....	4
2. MATERIAL E MÉTODO.....	5
2.1. A Área de Estudo.....	5
2.2. A Informação Básica.....	12
2.3. Instrumental Analítico.....	16
2.3.1. Definição da Programação Linear e Apli- cações na Agricultura Brasileira.....	16
2.3.2. Componentes da Programação Linear.....	18
2.3.3. Características da Programação Linear..	19
2.3.4. Outros Conceitos Básicosna Programação Linear.....	20
2.3.5. Hipóteses Básicas da Programação Linear	23
2.3.6. Análise de Sensibilidade.....	24
2.3.7. Formulação Matemática em Termos Gerais.	25
2.4. Formulação do Modelo Básico.....	28
2.4.1. Restrições Referentes aos Recursos Dis- poníveis.....	28
2.4.1.1. Terra.....	28
2.4.1.2. Mão-de-Obra.....	29
2.4.1.3. Animais de Trabalho.....	29
2.4.1.4. Capital de Giro.....	29
2.4.1.5. Capital de Investimento.....	32
2.4.1.6. Capacidade de Empréstimo.....	32
2.4.1.7. Disponibilidade de Silos, Má- quinas e Equipamentos, Estábu los e Currais para Gado de Leite.....	33
2.4.1.8. Disponibilidade de Silagem e Forrageira Picada.....	33

2.4.1.9.	Disponibilidade de Forrageira e Capineira.....	34
2.4.1.10.	Disponibilidade de Pasto.....	34
2.4.1.11.	Disponibilidade de Capital Investido em Gado de Leite.....	35
2.4.1.12.	Disponibilidade de Milho para Alimentação.....	35
2.4.1.13.	Limite da Área com Café.....	35
2.4.2.	Atividades.....	36
2.4.2.1.	Atividades de Produção.....	36
2.4.2.2.	Atividades de Compra e Venda dos Fatores de Produção.....	39
2.4.2.3.	Atividade de Transferência...	39
2.4.3.	Modelo Básico.....	41
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	44
3.1.	1a. Situação.....	44
3.1.1.	Combinação das Atividades e Comparações Interestratos Referentes aos Modelos Básicos.....	44
3.1.1.1.	Valor da Função Objetivo.....	44
3.1.2.	Análises das Soluções Ótimas nas quais a Atividade Leite Figurou.....	46
3.1.2.1.	Fator Terra.....	46
3.1.2.2.	Fator Trabalho.....	48
3.1.2.3.	Fator Capital.....	52
3.1.2.4.	Análises Complementares das Soluções Ótimas.....	54
3.1.3.	Análise do Estrato em que a Atividade Leite não Figurou.....	56
3.2.	2a. Situação.....	61
3.2.1.	Combinações das Atividades e Comparações Interestratos.....	62
3.2.1.1.	Valor da Função Objetivo.....	62
3.2.1.2.	Resultados do Estrato 1, na Segunda Situação.....	62

3.2.1.3. Resultados do Estrato 2, na Segunda Situação.....	64
4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....	68
5. SUMÁRIO.....	74
6. LITERATURA CITADA.....	80
APÊNDICES	
APÊNDICE 1 - Limitações e Extensões da Programação Li near.....	88
APÊNDICE 2 - Coeficientes Técnicos Determinados na Amostragem para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras Consideradas, Bacia de Lins, Estado de São Paulo.....	92

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Considerações Gerais

A agricultura pode limitar severamente, ou contribuir de forma importante, para o desenvolvimento de uma dada economia. O planejamento econômico, visando a eficiência de recursos disponíveis em empresas agropecuárias, constitui um dos objetivos da agricultura moderna.

Nos países em desenvolvimento a agricultura tem constituído o setor retardatário da economia, quando deveria, no entanto, ser a pedra angular para o desenvolvimento. A agricultura tradicional, auto consumidora, absorve a maior parte da população ativa destes países, afastando-os cada vez mais do desenvolvimento desejado.

Torna-se necessária a adaptação gradativa da agricultura de nosso tempo e sua integração ao conjunto das atividades econômicas para que, quer pelo padrão e nível de vida, quer pela estabilidade econômica, cesse de se diferenciar das outras atividades.

O uso de métodos e sistemas de produção revolucionários, consequentes de inovações e técnicas racionais contribuirão decisivamente para sua integração aos outros setores.

A "agricultura de subsistência" passa a ser então,



"agricultura industrial". Esta agricultura industrial requer programações e planejamentos, novas técnicas de produção, a motivação e integração dos empresários à realidade rural e uma preparação intensa e cuidadosa dos trabalhadores e especialmente do jovem rural. Formar-se-ia assim, o meio, criar-se-ia condições para a alocação de recursos no setor agrícola de um modo econômico e eficiente, e o que é mais importante, encontrar-se-ia o caminho da planificação e organização de ca da unidade produtiva.

No Brasil, para que a agricultura alcance, no tempo, o desenvolvimento desejado, alguns pontos estrangulantes pre cisam ser superados e entre eles problemas referentes à toma-da de decisões ao nível da unidade produtora.

### 1.2. O Problema

A agricultura vive em um mundo dinâmico e o proce so de desenvolvimento econômico impõe à agricultura a necessi dade de estar se ajustando a todo momento, ajustamentos estes às vezes tardios, pela falta de conhecimento ou motivação por parte dos empresários agrícolas.

Mesmo assim, para fazer face aos inúmeros problemas agropecuários, o empresário agrícola, de um modo geral, procu ra alcançar o maior retôrno possível nas suas explorações. Co mo, pelas suas limitações, não pode considerar todas as combi nações possíveis dos fatores e recursos disponíveis, nunca tem a certeza de ter escolhido a melhor combinação, podendo quando muito obter muitas informações que se constituirão em incôgnitas na escolha do sistema de produção que lhe indique o melhor resultado no futuro.

Nos estudos econômicos que abordam as principais ex plorações de nossa agricultura quase sempre se verifica uma ineficiente alocação dos recursos dentro da empresa rural, mes

mo dentro daquelas especializadas em determinados produtos.

Neste caso se enquadram muitas das empresas com características leiteiras, objetivo deste estudo, podendo se verificar, através dos trabalhos de TOLLINI (57), ECOS GONZALES (20), ALVARENGA (1), PERES (46) POMPEU MAGALHÃES et alii (48) ineficiências na exploração da referida atividade.

Em nossas condições, as empresas especializadas somente em leite, devido aos problemas e riscos aos quais estão sujeitas, são raras. Uma determinada atividade pode vir a ocupar uma maior parte da área da empresa ou constituir-se na maior fonte de renda do agricultor, mas geralmente estará competindo, em menor escala, com outras atividades nos recursos disponíveis da empresa.

Neste estudo o enfoque é dado às empresas com características leiteiras numa região do Estado de São Paulo. Estas empresas devido suas características estruturais, exigem uma programação em escala regional ou de área visando a melhor utilização dos recursos para as atividades competitivas e complementares.

Sob este ponto de vista, o problema passa a ser a organização de empresas e a combinação ótima de atividades dentro de uma região onde a exploração leiteira se coloca como uma das mais importantes.

### 1.3. Delimitação da Área de Estudo

Dentre as diversas regiões do Estado de São Paulo com características leiteiras destacam-se atualmente o Vale do Paraíba, a Zona de Campinas, a Mogiana e a Noroeste.

Este estudo se limita à região Noroeste do Estado de São Paulo, e dentro desta, em especial, à bacia leiteira

de Lins.

Convém mencionar, conforme o Instituto de Economia Agrícola (50), que esta região contribuiu juntamente com as demais citadas para que o leite ocupasse o 5º lugar (com uma porcentagem de 9,32%) na renda bruta da agricultura paulista, logo após, bovinos de corte, cana de açúcar, café e algodão respectivamente.

#### 1.4. Objetivos

O objetivo geral deste estudo é organizar econômica e eficientemente empresas com características leiteiras na Baía de Lins. Para a consecução de tal objetivo utilizar-se-á o método de Programação Linear.

De um modo mais específico os objetivos são:

- a) Desenvolvimento de modelos empíricos que caracterizam a organização de quatro tipos de empresas leiteiras de tamanho e de tipos diferentes, dadas as condições iniciais com respeito à disponibilidade de recursos (terra, capital e trabalho), nível tecnológico, preços dos insumos e dos produtos;
- b) Determinação da organização ótima destes quatro tipos de empresas com características leiteiras;
- c) Exame das possíveis diferenças entre a organização atual das empresas e sua organização ótima;
- d) Apresentação das sugestões de ordem privada e pública de acordo com os resultados obtidos.

## 2. MATERIAL E MÉTODO

O modelo teórico que serve de base para este estudo é o método de Programação Linear aplicado à teoria da firma.

A informação básica foi obtida de uma amostragem ao acaso, com entrevistas diretas junto aos pecuaristas de Lins, sorteados do rol de produtores que fazem entrega diária de leite, na Cooperativa de Laticínios Linense e Laticínios Campelins, bem como de materiais publicados e não publicados.

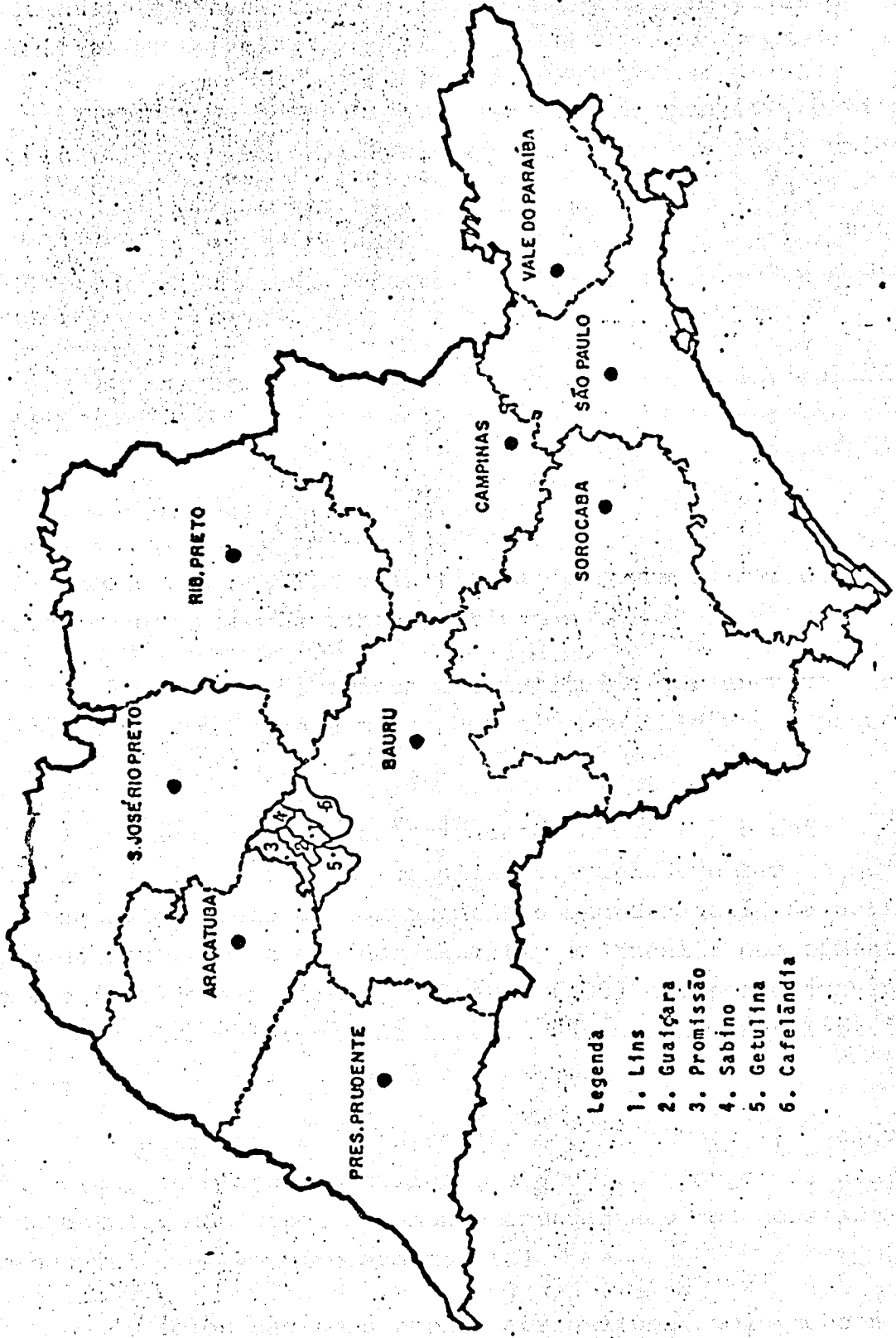
Neste capítulo são apresentadas descrições da área de estudo, do processo de coleta da informação básica, e do instrumental analítico que é a Programação Linear.

### 2.1. A Área de Estudo

O presente trabalho se desenvolveu em uma região tipicamente agropecuária do Estado de São Paulo, constituída pelos municípios de Lins, Guaiçara, Cafelândia, Promissão, Getulina e Sabino que reúnem os produtores de leite considerados na amostragem. O município de Lins, o mais importante como centro de polarização regional, possui um maior número de produtores de leite qualificados e especializados.

A Figura 1 mostra a localização da região no Estado de São Paulo. A superfície ocupada por estes municípios é de

FIGURA 1 - Regiões Agrícolas do Estado de São Paulo e Localização da Área em Estudo



Legenda

- 1. Lins
- 2. Guaiçara
- 3. Promissão
- 4. Sabino
- 5. Getulina
- 6. Cafelândia

3.528 km<sup>2</sup> (6) e sua população estimada em 130.000 habitantes. A população de Lins é de 56.000 habitantes (estimativas de 1 de julho de 1968).

De acordo com a classificação de Köppen (6) o tipo de clima predominante na região é o Aw (clima tropical úmido com estação chuvosa no verão e seca no inverno). O índice pluviométrico varia entre 1.100 e 1.300 mm. A estação seca ocorre entre os meses de maio a setembro, sendo julho o mês em que atinge maior intensidade.

A vegetação natural, é do tipo floresta latifoliada tropical semidecídua, onde as árvores apresentam-se no estado nativo, entre 20 a 25 metros de altura com diâmetro máximo de 40 cm. Presentemente existem poucas reservas florestais na área desta unidade (cerca de 10.000 hectares segundo a Seção de Previsão e Estimativa do Instituto de Economia Agrícola) pois estes solos são bastante cultivados.

O material de origem é constituído por arenito da formação Bauru, em grande parte com cimento calcáreo e pequena parte sem cimento calcáreo.

De acordo com a classificação atual (6) o solo da região em estudo é do tipo podzolizado, variedade Lins e Marília. São solos arenosos com pequena e média capacidade de retenção de água, desenvolvidos a partir de arenito com cimento calcáreo (70%) e sem cimento calcáreo (30%) com podzolização acentuada e alta saturação de bases. São normalmente férteis, com profundidade variável de 2 a 3 metros.

A altitude varia entre 400 a 600 metros. O relevo é suavemente ondulado com colinas, e declives longos de centenas de metros, com topos levemente arredondados ou achatados, formando vales em V muito abertos (6).

Os solos são bons para a agricultura, pois embora possam apresentar problemas de fertilidade, não existem res-

trições à motomecanização, sendo utilizadas medidas para sua conservação. Após o desmatamento, os solos são aproveitados para culturas e depois de alguns anos de cultivo são transformados principalmente em pastagens de capim colômbio e pangola.

A região está dividida em grande parte em pequenas e médias propriedades. Originariamente apresentou características eminentemente cafeeiras, tendo sido na década de 50 um dos grandes centros produtores de café do Brasil.

A exploração intensiva do solo, o seu depauperamento e conseqüente queda na produção do café, a instabilidade dos preços deste produto deram origem na década de 60 a uma diversificação na qual houve a predominância de pastos.

Além do estímulo natural que foram as pastagens, a pecuária de leite e corte se desenvolveram na região devido aos bons preços alcançados pela carne. Por outro lado, o leite gerava uma renda mensal, necessária naquela conjuntura pela erradicação dos velhos cafezais e principalmente porque, as culturas anuais, alcançavam bons preços somente na entressafra, inexistindo, na ocasião a possibilidade de boa armazenagem.

Ainda hoje, o principal suporte da economia destes municípios é a agricultura, sendo o café (atualmente renascendo devido aos incentivos do governo paulista), o leite, a carne e o milho as atividades mais importantes (Quadro 1).

Através dos Quadros 2 e 3, pode-se constatar que na Bacia Leiteira, os municípios de Lins e Guaiçara são os que mais se dedicam à atividade leiteira (maior número de propriedades) sendo os maiores produtores, enquanto que Cafelândia, Sabino e Getulina se dedicam mais à atividade de corte, e Promissão à ambas atividades.

Dentro da pecuária, a atividade leiteira foi a que predominou principalmente no município de Lins, isto porque algumas famílias consideradas de tradição leiteira foram as

Quadro 1. Estimativa de Área, Número de Pés e Cabeças de Animais, dos Principais Produ-  
tos dos Municípios da Área em Estudo, 1970

M U N I C Í P I O S

Atividade	Unidade	Lins	Cafelândia	Getulina	Promissão	Sabino	Guaicara	Total
Café	1.000 pés	3.000	7.400	4.000	1.180	1.000	1.000	17.580
Leite	cab.	16.000	3.000	3.500	7.000	4.000	7.000	40.500
Bovino de Corte	cab.	8.000	36.000	40.000	52.000	13.000	12.000	161.000
Milho	ha	6.000	3.400	2.000	2.500	1.500	2.000	17.400
Algodão	ha	400	2.000	200	800	1.500	121	5.021
Arroz	ha	600	460	400	600	1.000	300	3.360
Amendoim	ha	300	600	1.000	400	150	200	2.650
Cana para forra- geira	ha	250	300	300	600	70	120	1.640

Fonte: Seção de Previsões e Estimativas, Instituto de Economia Agrícola



QUADRO 2. Produção e Porcentagem Mensal de Entrega de Leite e Número de Propriedades dos Municípios Pertencentes à Bacia Leiteira de Lins, Maio de 1970

Município	Produção em Litros	Porcentagem de leite entregue	Nº de Propriedades
Lins	921.229	65,4	76
Guaíçara	224.319	16,0	26
Getulina	32.903	2,3	8
Cafelândia	75.983	5,4	5
Sabino	34.193	2,4	14
Promissão	119.865	8,5	14
Total	1.408.492	100,0	143

Fonte: Livro de Balanço da Cooperativa e Laticínios, 1970

QUADRO 3. Média Anual de Cabeças e Produção Estimada de Leite para os Municípios da Área de Estudo

Município	Bovino de Corte (cabeça)	Bovino de Leite (cabeça)	Produção leite/ano (1.000 l.)
Lins	8.000	16.000	23.000
Guaíçara	12.000	7.000	3.000
Promissão	52.000	7.000	3.500
Cafelândia	36.000	3.000	540
Getulina	40.000	3.500	2.000
Sabino	13.000	4.000	750
Total	161.000	40.500	32.790

Fonte: Secção de Previsões e Estimativas, I.E.A., 1970

precursoras desta atividade na região.

Atualmente, a bacia leiteira de Lins é uma das grandes produtoras de leite no Estado de São Paulo, sendo famosas as vacas mestiças de sangue holandês criadas no município e os torneios e feiras leiteiras realizados anualmente, no mês de julho.

A quantidade de leite recebida pela Cooperativa de Laticínios de Lins e Laticínios Campelins, receptoras de leite da bacia, tem crescido anualmente, exceção feita ao ano de 1970 quando a estiagem prolongada provocou um decréscimo de produção nas "águas" (Quadro 4).

QUADRO 4. Quantidade de Leite Recebida pela Cooperativa de Laticínios Linense e Laticínios Campelins, 1967/70 (em litros)

Ano	Cooperativa	Laticínios	Total
1967	13.846.754	2.309.167	16.155.921
1968	15.719.657	2.595.470	18.315.127
1969	16.839.799	3.276.455	20.116.254
1970	15.431.533	4.380.156	19.811.689

Fonte: Livro de Balanço da Cooperativa e dos Laticínios.

O leite recebido e industrializado pela Cooperativa se destina principalmente à fabricação dos queijos de tipos Prato e Minas, enquanto 50% do leite recebido pelo Laticínio é pasteurizado e se destina ao consumo da população. O restante é transformado em queijos, manteiga, etc.

A transformação do leite em sub-produtos se verifica devido a grande distância do maior centro consumidor de leite "in natura", que é a região do grande São Paulo e também pela

impossibilidade de concorrer com as regiões do Vale do Paraíba e Campinas, que próximas dos grandes centros consumidores, obtêm menor custo de transporte e conseqüentemente maior facilidade para colocação do produto "in natura".

Tem sido bastante significativa a produção de queijos tipo Minas e Prato pela Cooperativa de Laticínios (Quadro 5). Atualmente, segundo informações obtidas junto ao SIPAMA de São Paulo (Serviço de Inspeção de Produtos Animais do Ministério da Agricultura), órgão responsável pela fiscalização dos produtos transformados do leite, a Cooperativa de Laticínios é a maior produtora do Estado de São Paulo.

QUADRO 5. Produção de Queijos Tipo Minas e Prato pela Cooperativa de Laticínios Linense, 1969/70 (em quilos)

Ano	Unidade	Queijo Prato	Queijo Minas
1969	kg	1.105.848	235.099
1970	kg	1.037.797	258.508

Fonte: SIPAMA - Secção de São Paulo

## 2.2. A Informação Básica

As listagens referentes à 1970 fornecidas pela Cooperativa e pelo Laticínio totalizaram 127 proprietários e 143 propriedades que produziam leite.

Da análise de entrega mensal de cada propriedade (único dado disponível para a determinação da amostra) consta que um grande número de propriedades (115) entregava mensalmente até 15.000 litros, detendo 46% da produção. Um pequeno número (27) entregava mais de 15.000 litros, detendo 54% da produção (Quadro 6).

QUADRO 6. Produção Mensal e Número de Propriedades, por Estrato e por Município para o Mês de Maio de 1970

Município	Até 5 mil litros		5 a 10 mil litros		10 a 15 mil litros		mais de 15 mil litros	
	Produção litros	Nº de Propriedades	Produção litros	Nº de Propriedades	Produção litros	Nº de Propriedades	Produção litros	Nº de Propriedades
Lins	70.833	32	91.917	13	136.233	11	622.246	20
Guaíçara	27.016	10	36.732	5	84.231	7	76.340	4
Getulina	25.524	7	7.379	1	-	-	-	-
Cafelândia	-	-	-	-	38.465	3	37.518	2
Sabino	18.724	12	15.469	2	-	-	-	-
Promissão	14.279	5	23.114	3	63.679	5	18.793	1
Total	156.376	66	174.611	24	322.608	26	754.897	27

Fonte: Livro de Balanço da Cooperativa e Laticínios, 1970

Na impraticabilidade de se analisar individualmente a organização de cada empresa devido às limitações de ordem humana, de tempo de financeira, optou-se por uma amostragem que abrangesse empresas representativas. Os resultados obtidos serão generalizados às empresas similares da região.

O mês escolhido para o sorteio foi o de maio de 1970 por ser, segundo os diretores dos órgãos receptores de leite, o mês que melhor refletia a capacidade de produção normal do gado leiteiro.

As cotas, para o ano são determinadas pela média de entrega dos meses de junho a setembro. Estes meses não foram escolhidos porque é nesta a época que o rebanho é melhor alimentado ocasionando as melhores médias de produção.

Os dados analisados neste estudo e utilizados para a construção dos modelos empíricos foram obtidos através de entrevistas diretas em 35 empresas agropecuárias componentes de uma amostra ao acaso. Esta amostra foi extraída do universo constituído pelas empresas com características leiteiras da região em estudo e que foram filiadas à Cooperativa de Laticínios Linense e Laticínios Campelins no ano agrícola de 1970.

Os produtores de leite foram divididos em quatro estratos. Baseando-se nas informações dos técnicos da Cooperativa seguiu-se um critério no qual se considerou o número de animais, o tamanho da propriedade, a capacidade de investir e os investimentos existentes.

Esta divisão em estrato obedeceria à seguinte classificação: Estrato 1 - empresas de entrega mensal compreendida entre 1 a 5 mil litros; Estrato 2 - empresas de entrega mensal compreendida entre mais de 5 a 10 mil litros; Estrato 3 - empresas de entrega mensal compreendida entre mais de 10 a 15 mil litros; Estrato 4 - empresas com entrega mensal superior a 15 mil litros.

Julgou-se que em função da produção mensal as empresas poderiam diferir em número de animais, em tamanho, na capacidade de investir e nos investimentos efetuados.

Como a região é constituída quase que totalmente por empresas pequenas e médias, considerou-se para efeito deste estudo que as empresas do estrato 1 representariam as pequenas empresas; as do estrato 2, as médias empresas; as do estrato 3, as grandes empresas e as do estrato 4, as empresas muito grandes.

Depois da classificação dos produtores por estrato utilizou-se de uma tabela de números aleatórios e fez-se a amostragem ao acaso, tomando-se para entrevistas 25% do total de produtores de leite de cada estrato.

Assim para o estrato 1 foram entrevistados 16 produtores; para o estrato 2 foram entrevistados 6 produtores; para o estrato 3 foram entrevistados também 6 produtores; para o estrato 4 foram entrevistados 7 produtores.

Uma restrição adicional para a constituição da amostra foi a exclusão de empresas com entrega mensal inferior a 1000 litros por se julgar que tais empresas não são propriamente leiteiras. Outra restrição foi a exclusão de uma empresa (condomínio) com produção acima de 100.000 litros mensais por exigir administração diferente e constituir rara exceção na área em estudo.

A disponibilidade dos recursos para cada empresa representativa bem como os coeficientes para a análise da programação para cada estrato foram determinados pela média dos recursos individuais.

### 2.3. Instrumental Analítico

#### 2.3.1. Definição de Programação Linear e Aplicações na Agricultura Brasileira

BARROCAS (2) define a Programação Linear como "um método 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 Programação Linear é uma técnica relativamente nova pois se desenvolveu e aperfeiçoou nos últimos 25 anos. Para BARROS (3) ela é um dos instrumentos de grande utilidade na pesquisa operacional, entendendo-se por esta, o estudo de problemas e técnicas orientadas no sentido de basear cientificamente decisões a tomar.

Devido a esta sua característica, de ser utilizada em problemas de tomada de decisões, seu emprego se estende a uma variação enorme de atividades. Para STOCKTON (54) sua aplicação se prende à classe geral de problemas conhecidos como problemas de alocação. Com isto, quis definir os tipos de problemas que envolvem a alocação de recursos escassos, entre fins alternativos. A Programação Linear tem sido utilizada em problemas de transporte, dieta, alimentação de máquinas, programação de produção, planejamento de estoque, mistura ou combinação de ingredientes (ração, produtos de petróleo, tinta etc.) determinação de produtos a serem fabricados, concorrência interregional, armazenamento, etc.

Sua aplicação à agricultura brasileira é bem recente e são poucos os trabalhos encontrados destacando-se os de:

CRISTANCHO (14) que procurou obter o máximo lucro para uma empresa agrícola, estudando o comportamento da Programação Linear quando aplicada em empresas agrícolas nacio-

nais. Introduziu outras atividades viáveis, principalmente produtos hortícolas para os quais destinou 5 hectares da área agricultável disponível.

PELLEGRINI (45) determinou a organização ideal para 12 estabelecimentos rurais de diferentes tipos e tamanhos, considerados representativos de outros, para 3 regiões do Estado de São Paulo: Orlândia, São Joaquim da Barra e Sales de Oliveira, no ano agrícola 1966/67.

SUGAI (55) fez o planejamento de uma propriedade em Viçosa, Minas Gerais, onde procurou analisar a empresa, buscando solucionar seus problemas de maior renda e produção.

RASK (49) investigou o efeito do tamanho da propriedade sobre a renda com a finalidade de esboçar as linhas mestras para estabelecer o tamanho de propriedades nos programas de reforma agrária e mostrar os passos de um ajustamento para propriedades pequenas ou minifúndios de Santa Cruz do Sul, no Rio Grande do Sul.

PANAGIDES (43) avaliou a política corrente do café no Estado de São Paulo, tomando uma empresa agrícola representativa.

CHAVES (11) utilizou a Programação Linear num problema de armazenamento e secagem de grãos (trigo, milho e soja).

CHAVES et alii (12) determinaram uma razão de custo mínimo para frangos baseando-se na relação dos alimentos disponíveis e respectivos custos, composição dos alimentos e limitações de natureza nutricional, em Viçosa, Minas Gerais.

Recentemente (1971), 5 teses integradas apresentadas à Universidade Federal de Viçosa aplicaram a Programação Linear em estudos que envolviam diversos empreendimentos para a zona da Mata de Minas Gerais. MARTINS (38) procurou verifi



car a possibilidade de produção de gado de corte em empresas rurais de características selecionadas, onde considerou uma situação planejada em três sistemas de criação: a) no pasto; b) no pasto mais silagem na época das secas; c) no pasto mais silagem e concentrado na época das secas. OLIVEIRA (42) estudou a viabilidade econômica de reflorestamento. MESQUITA (40) fez uma análise econômica da habilidade da produção de café na competição de recursos em empresas típicas. FERREIRA (22) determinou a viabilidade da fruticultura em termos econômicos dentro de condições previamente definidas em empresas de diferentes tamanhos e tecnologias. MAGALHÃES (36) verificou o grau de competição e as possibilidades econômicas do empreendimento leiteiro para diferentes sub-regiões, tamanho de empresas agrícolas e níveis de tecnologia em relação a outros empreendimentos na zona da Mata de Minas Gerais.

### 2.3.2. Componentes da Programação Linear

Um problema de Programação Linear terá que possuir 3 componentes quantitativos: objetivo, processos ou métodos alternativos e restrição de recursos ou outras restrições.

a) Objetivo: Deve haver um objetivo que a empresa de seja alcançar e que deve ser claramente definido. Pode ser a obtenção de maximização de lucros ou retornos ou minimização de custos. Uma particularidade do objetivo é que pode ser expresso em unidades físicas, monetárias ou outras.

b) Processos ou métodos alternativos: Quando o objetivo já está claramente definido, o problema só existirá se houver diversos meios para atingi-lo. A técnica da Programação Linear não se aplica nem se faz necessária se houver um único caminho para se chegar ao objetivo. Para CESAL (10) estes métodos ou processos alternativos impedem que o objetivo seja obtido arbitrariamente.

c) Restrições de recursos: Os recursos devem estar

em ofertas limitadas, assim só existirá o problema para aplicação da Programação Linear quando se observar restrição ou limitação de recursos. Estas restrições se definem através de quantidades fixas de determinados recursos. Para SCHATTAN (51) a técnica da Programação Linear é mais eficiente quando existem numerosos processos e numerosas restrições de recursos na consecução de um objetivo específico.

Para LEVIN e KIRKPATRICK (34) 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 com equações ou inequações matemáticas que devem ser equações ou inequações lineares.

### 2.3.3. Características da Programação Linear

Segundo DEARDEN (16) 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  $f(x) = c_1 x_1 + c_2 x_2 + \dots + c_n x_n$

onde  $c_1, \dots, c_n$  representam os parâmetros do problema.

b) Todas as variáveis independentes na função são lineares.

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

d) Uma outra característica lembrada por PELLEGRINI (44) é que a restrição não seja negativa, visto que todo o problema de Programação Linear requer que os valores da solução de suas variáveis sejam zero ou positivos.

#### 2.3.4. Outros Conceitos Básicos na Programação Linear

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

SIMONSEN (53) define atividade dentro de um caráter analítico, como um processo de produção homogêneo aplicado numa escala previamente escolhida como unidade. Quando envolve a produção de "m" bens, sua descrição analítica se faz por um vetor do tipo:

$$A = \begin{bmatrix} a \\ 1 \\ a \\ 2 \\ \cdot \\ \cdot \\ \cdot \\ a \\ m \end{bmatrix}$$

Como na Programação Linear o problema é de combinação de atividades e como se dispõe de "n" atividades  $A_1, A_2, A_3, \dots, A_n$  que envolvem a produção de "m" bens  $B_1, B_2, B_3, \dots, B_m$  analiticamente pode-se definir o problema pela matriz das atividades:

$$A = \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ a_{m1} & a_{m2} & \dots & a_{mn} \end{bmatrix}$$

onde os  $a_{ij}$  determinam a quantidade do  $i^{\text{ésimo}}$  bem produzido pela  $j^{\text{ésima}}$  atividade.

Processo: Segundo HEADY & CANDLER (30) é um método de converter recursos ou outras restrições em um produto. Por exemplo - produzir milho utilizando-se de semente híbrida e por meio de tração motomecanizada e produzir milho utilizando-se de semente azteca e por meio de tração animal são processos diferentes de produção da mesma atividade. CAINELLI (8) define processos como variações dentro de uma mesma atividade.

Os processos, segundo HEADY & CANDLER (30) são distintos se os fatores de produção forem utilizados em proporções distintas (Figura 2)

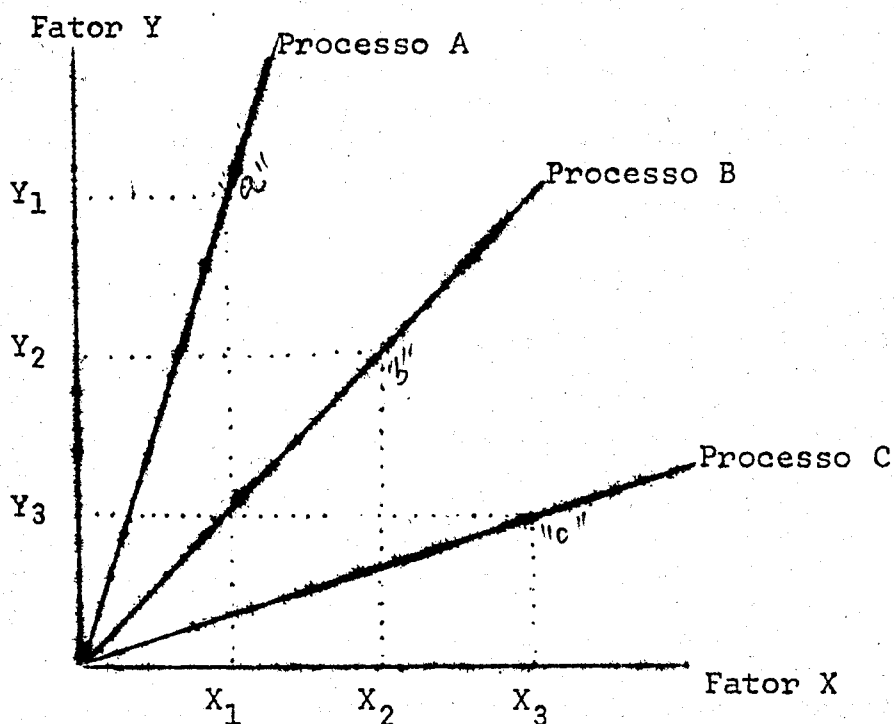


FIGURA 2 - Processos: Ilustração Gráfica

Com a combinação  $0Y_1$  e  $OX_1$  obtém-se "a" de produto com o processo A; "b" com o processo B utilizando-se a combinação  $0Y_2$  e  $OX_2$ ; "c" com o processo C utilizando-se a combinação  $0Y_3$  e  $OX_3$ .

Com os pontos "a", "b", "c", outro conceito importante é introduzido na Programação Linear que é o de níveis de processo. Assim, se no processo A tem-se o nível 1 utilizando-se de 1  $Y_1$  do fator Y, e 1  $X_1$  do fator X, para se obter "a". Se se deseja um nível 5, usar-se-ia 5  $Y_1$  do fator Y, e 5  $X_1$  do fator X, para ter-se "a"<sub>5</sub> do produto.

Com este exemplo HEADY & CANDLER (30) consideram que o processo é contínuo ao longo da linha, enquanto que o nível é representado pelos pontos contidos na linha.

Preço Sombra: Entende-se por "preço-sombra" o decréscimo que ocorre no retorno quando se tenta introduzir na solução unidade(s) adicional(is) de uma determinada atividade.

### 2.3.5. Hipóteses Básicas da Programação Linear

De um modo geral, há determinadas hipóteses matemáticas próprias do modelo de Programação Linear que são impostas ao problema a ser analisado. Enquanto para PELLEGRINI (44) a validade da solução da Programação Linear depende de quão próximos estão a situação empírica e os limites dessas hipóteses, para ESTÁCIO (21) a aceitação destas hipóteses é que torna possível a aplicação da Programação Linear aos problemas econômicos da produção.

a) Linearidade: Uma função é linear quando a cada valor da variável dependente se associa um e um só valor para a variável independente. A relação insumo-produto para uma dada atividade tem que ser constante para todos os níveis de produção. Isto sugere que os retornos à escala dentro de uma atividade são constantes. Assim por exemplo, se um hectare de milho requer 70 dias de serviço, 10 hectares exigirão 700 dias de serviço. Em suma: à medida que se impõe um limite fixado de N unidades de uma atividade, a N<sup>ésima</sup> unidade se suporá absolutamente idêntica à primeira.

b) Aditividade: Todas as atividades são independentes, não sendo afetadas pelo nível de outras atividades. Assim, CHOMBARD (13) diz que "a produção física de um conjunto de atividades deve ser igual à soma dos produtos físicos obtidos para cada atividade. De igual forma, os recursos consumidos por um conjunto de atividades devem ser iguais à soma dos recursos consumidos por atividade".

c) Divisibilidade: Todo recurso ou atividade tem que ser susceptível de ser fracionada até onde o exigir a maximiza

ção do resultado. Em síntese, qualquer fração de uma unidade de um insumo deve ser usável, e qualquer parte de uma unidade da atividade está apta a fazer parte do plano ótimo. Por esta hipótese aceitam-se resultados da natureza de 2,5 homens, 4,5 cabeças de suínos, etc.

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

Segundo HEADY & CANDLER (30), CHOMBART (13), CAINELLI (8) existem duas hipóteses adicionais:

e) Limitação: Os números de atividades e restrições são finitos e portanto a eleição e combinação só podem referir-se a esse número limitado de atividades e restrições.

f) Espectativa com um valor HEADY & CANDLER (30) ou Certeza dos Valores Empregados CAINELLI (8) ou Fixação do Valor das Referências CHOMBART (13) : Supõe-se saber, com certeza, os coeficientes do modelo, isto é, conhecem-se os valores das restrições, coeficientes técnicos e preços. Essa pressuposição não admite a inclusão de elementos probabilísticos.

A rigidez dessas hipóteses poderia limitar em muito a utilização da Programação Linear. O posterior aperfeiçoamento dos modelos desta técnica matemática levou à extensões naturais da programação dando-lhe mais liberdade. No apêndice 1 estas limitações são discutidas.

### 2.3.6. Análise de Sensibilidade

Uma vantagem da Programação Linear sobre os métodos convencionais de administração rural é permitir uma análise de sensibilidade.

Os problemas de Programação Linear são quase sempre completamente solucionados tão logo o método simplex identifica a solução ótima para o modelo.

Como os parâmetros do modelo são quase sempre conhecidos com certeza, é admissível utilizar uma análise de sensibilidade e verificar se ocorrem mudanças na composição da solução ótima, quando determinados parâmetros tomam outros valores.

Se o valor ótimo da função objetivo é relativamente sensível às mudanças em determinados parâmetros, é preciso tomar cuidado na estimativa destes e na seleção de uma solução que se porte bem para a maioria dos valores semelhantes.

Segundo PELLEGRINI, (44) esta análise de sensibilidade, nada mais é do que a sensibilidade dos efeitos no plano ótimo de mudanças nos parâmetros do modelo original, visto que a Programação Linear permite computações adicionais que dão informações sobre a sensibilidade do plano ótimo.

A análise de sensibilidade, devido também à sua natureza estática, é instrumento útil na indicação das implicações de caráter dinâmico onde a suposição de certeza dos valores utilizados no modelo não se mostra precisa. A solução ótima será mais estável quando exigir uma modificação grande nos parâmetros para que ocorra qualquer mudança no seu resultado.

A análise de sensibilidade já foi discutida por alguns autores, entre eles: CANDLER & MANNING (9) McPHERSON e FARIS (39), SWANSON (56), HADLEY (27), GARVIN (24), DRIEBEEK & FOX (52).

### 2.3.7. Formulação Matemática em Termos Gerais

A Programação Linear, como instrumento de lógica econômica, tem oferecido uma gama enorme de aplicações aos



mais diversos setores da economia. Para MANNE (37) embora seja difícil traçar uma linha de demarcação nítida entre as suas aplicações, devido aos diferentes usos desta técnica, a formulação matemática não é difícil. DORFMAN et alii (18) citam a necessidade de enquadrar a Programação Linear como um problema de álgebra, porque a sua importância hoje, se deve à possibilidade de resolver os problemas econômicos mediante métodos algébricos relativamente sensíveis. Dizem não conhecerem nenhum método direto para a solução dos problemas da Programação Linear. Não existe nenhuma fórmula que se possa usar diretamente para calcular a solução de um problema de Programação Linear, substituindo os valores dos coeficientes e outros dados.

A falta de soluções diretas dos problemas de Programação Linear se recorre às soluções iterativas, isto é, soluções que se obtêm com um número determinado de passos e operações, cada um dos quais se aproxima cada vez mais do resultado desejado. Existem vários métodos de solução e entre eles temos o método gráfico e o método simplex de Dantzig.

Para este trabalho, porém, não se entrará em pormenores sobre estes métodos, pois estando a técnica adaptada completamente para ser usada em computadores eletrônicos, não se pretendeu usar ou abordar qualquer conjunto de regras matemáticas. Para se conhecer o desenvolvimento algébrico pode-se consultar BOULDING & SPIVEY (4) HARRISON (29) e HEADY & CANDLER (30).

Apresentou-se porém, a formulação matemática em termos gerais. O problema de Programação Linear, de acordo com as suas características vistas anteriormente, é o seguinte:

Maximizar a função linear

$$f = c_1 x_1 + c_2 x_2 + c_n x_n \text{ ou minimizar, dependendo do problema}$$

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

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

$$a_{31} x_1 + a_{32} x_2 \dots + a_{3n} x_n \leq b_3$$

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

num problema de maximização

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

Segundo BOULDING e SPIVEY (4) atendendo a pressuposição de linearidade, cada desigualdade pode ser convertida em uma igualdade, usando-se uma variável de folga, que alguns autores, entre eles CESAL (10), chamam de variável de não uso de recursos. Assim, por exemplo

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

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

$$\text{para } x_{n+1} \geq 0 \text{ (variável de folga)}$$

igual comportamento para as outras desigualdades, daria finalmente:

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + a_{1n}x_n + x_{n+1} = b_1$$

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

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n + \dots + x_{n+m} = b_m,$$

Na primeira equação  $x_{n+2} \dots x_{n+m}$  tem coeficiente zero, na segunda equação  $x_{n+1}, x_{n+3} \dots x_{n+m}$  tem coeficiente zero, e assim por diante. Ter-se-ia,

$$f = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n + 0x_{n+1} + \dots + 0x_{n+m}$$

sujeito a

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n+m}x_{n+m} = b_1$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n+m}x_{n+m} = b_2$$

---


$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn+m}x_{n+m} = b_m$$

e  $x_i \geq 0$  ( $i = 1, \dots, n+m$ )

BOULDING e SPIVEY (4) explicam que apesar das variáveis de folga constituírem uma parte importante do final da solução, não contribuem para a determinação de "f", e assim não aparecem na solução ótima.

## 2.4. Formulação e Especificação do Modelo Básico

O modelo básico está constituído de 30 atividades e 23 restrições. Dependendo do estrato em estudo, nem todas estas atividades e restrições são consideradas. Por exemplo, as restrições de disponibilidade de silo e silagem e a atividade de transferência de forragem à silagem, não são consideradas pela inexistência destas nas empresas agrícolas componentes dos estratos 1 e 2.

### 2.4.1. Restrições Referentes aos Recursos Disponíveis

2.4.1.1. Terra. Procurou-se identificar o uso das terras e as disponibilidades das áreas tomando-se para a aplicação no modelo três tipos de uso: terra com cultura, terra com pastagens e terra com forrageiras. A unidade de terra utilizada é o hectare.

Para o cálculo tomou-se as áreas das empresas rurais entrevistadas, cujas disponibilidades se acham discriminadas no Quadro 7 .

2.4.1.2. Mão-de-obra. Para a determinação da disponibilidade deste fator considerou-se apenas a mão-de-obra familiar e dos trabalhadores fixos existentes no ano agrícola (1970) dividindo-a em dois períodos: "águas" (7 meses) de outubro a abril e "seca" (5 meses) de maio a setembro, cuja disponibilidade média por ano e por estrato se mostram no Quadro 8 . A unidade utilizada é o dia-homem.

Como a atividade de leite exige mão-de-obra diária, principalmente os "leiteiros" ou "tiradores de leite", foram considerados 360 dias no ano.

Duas outras restrições foram consideradas com respeito à mão-de-obra, permitindo-se nos modelos a possibilidade de se contratar ou comprar uma quantidade de força de trabalho semelhante às já existentes, durante os períodos considerados. Denominou-se estas novas restrições como Total de Trabalho na Seca e Total de Trabalho nas Águas, e, utilizou-se uma quantidade idêntica à disponível devido ao fato de serem bastante diferentes as quantidades compradas pelas empresas da amostra considerada.

2.4.1.3. Animais de Trabalho. A força animal utilizada, como a mão-de-obra foi dividida em dois períodos: seca e águas. Considerou-se apenas os animais destinados aos diversos serviços relativos às atividades de produção consideradas, cujas disponibilidades médias por ano e por estrato se mostram no Quadro 9 . A unidade utilizada é o dia/animal.

2.4.1.4. Capital de Giro. Utilizou-se para a determinação deste fator, a quantidade de insumos necessários por hectare e seus respectivos preços, multiplicada pelas unidades das ativi

QUADRO 7. Disponibilidades Médias de Terras, seu Uso e Porcentagens, na Amostra Considerada para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Base de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Uso	Estrato 1		Estrato 2		Estrato 3		Estrato 4	
	Hectare	%	Hectare	%	Hectare	%	Hectare	%
Pastagem	39,85	61,3	62,95	57,1	135,33	76,9	245,26	63,5
Capineira e forrageira	4,29	6,6	9,15	8,3	13,56	7,7	23,38	6,1
Culturas anuais	13,84	21,3	18,08	16,4	12,33	7,0	43,30	11,2
Café	4,10	6,3	9,70	8,8	6,16	3,5	26,71	6,9
Mata	0,98	1,5	0,22	0,2	2,64	1,5	37,18	9,6
Outros <sup>a/</sup>	1,94	3,0	10,14	9,2	5,98	3,4	10,42	2,7
Totais	65,00	100,0	110,24	100,0	176,00	100,0	386,25	100,0

a/ Benfeitorias, estradas, rios, açudes, terras inaproveitáveis, etc.

QUADRO 8. Disponibilidade Média de Mão-de-obra, por Período, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em dias/homem)

Período	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Secas	225	330	470	1.350
Águas	315	462	658	1.890
Totais	540	792	1.128	3.240

QUADRO 9. Disponibilidade Média de Força Animal, por Período, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins Estado de São Paulo, 1970 (em dias/animal)

Período	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Secas	450	900	1.050	1.350
Águas	630	1.260	1.470	1.890
Totais	1.080	2.160	2.520	3.240

dades de produção consideradas no plano atual, em razão da dificuldade encontrada para determinar precisamente qual a quantidade de capital que é destinada à categoria de giro.

Os valores encontrados são valores médios obtidos da amostra para cada estrato (Quadro 10). A unidade utilizada é o cruzeiro.

QUADRO 10. Disponibilidade Média de Capital de Giro na Amostra Considerada, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.

Item	Valor em Cr\$
Estrato 1	8.270,00
Estrato 2	12.685,00
Estrato 3	17.530,83
Estrato 4	36.336,46

2.4.1.5. Capital de Investimento. É sabido que este fator é raro entre os empresários agrícolas, pois efetivamente, na maioria das empresas rurais, não existem reservas monetárias para investimento. A solução tem sido os financiamentos bancários, a médio e longo prazo, à medida que surgem necessidades de investimento na empresa. Em virtude disto, não se considerou no modelo a existência de disponibilidade de capital de investimento, permitindo-se porém, no modelo, a possibilidade de vir a adquiri-lo com a introdução da atividade de compra de capital de investimento.

2.4.1.6. Capacidade de Empréstimo. Adotou-se como capacidade de empréstimo, tanto para capital de giro como para investimento, o valor médio obtido nos questionários para cada estrato e cujos valores se encontram no Quadro 11. Adotou-se este cri-

tério por não ser de fácil mensuração. Esta aproximação pode estar razoavelmente distante do real. A unidade utilizada é o cruzeiro (Cr\$)

Estes valores médios basearam-se no total de financiamentos junto aos bancos e na quantidade que poderia ainda ser emprestada, de acordo com as respostas dos entrevistados.

QUADRO 11. Disponibilidade Média de Capacidade de Empréstimo, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$)

Item	Valores em Cr\$
Estrato 1	15.000,00
Estrato 2	20.000,00
Estrato 3	25.000,00
Estrato 4	50.000,00

2.4.1.7. Disponibilidade de Silo, Máquinas e Equipamentos, Cerca, Estábulos e Currais para Gado de Leite. Para medir estas disponibilidades utilizou-se dos mesmos critérios anteriores, baseando-se nas médias obtidas das empresas da amostra para cada estrato, para a determinação de seus custos. Recorreu-se aos preços vigentes do ano agrícola em estudo, apresentando estas disponibilidades em unidades monetárias (Cr\$), no Quadro 12.

2.4.1.8. Disponibilidade de Silagem e Forrageira Picada. Para os estratos 1 e 2 não se considerou a disponibilidade de silagem devido a inexistência de silo, mas nos modelos onde tanto esta disponibilidade como da forrageira picada foram incluídas, entraram inicialmente com valores zero. Somente passaram a existir mediante as atividades de transferência de forrageira



QUADRO 12. Disponibilidades Médias de Silos, Máquinas e Equipamentos, Cercas, Estábulo e Currais para Gado de Leite, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$)

Item	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Disponibilidade silo	-	-	2.789,21	8.369,55
Disponibilidade máquinas e equi- pamentos	1.813,80	15.814,83	18.857,19	28.861,49
Disponibilidade cerca	7.218,00	9.022,50	12.030,00	15.639,00
Disponibilidade estábulo, currais	8.739,00	13.108,50	13.108,80	17.478,00

para forrageira picada e de milho e forrageira para silagem. A unidade utilizada é a tonelada.

2.4.1.9. Disponibilidade de Forrageira e Capineira. Considerou-se a disponibilidade média, em toneladas, existente na amostra de cada estrato (Quadro 13). Estas disponibilidades foram obtidas transformando-se em toneladas as áreas médias de cana, na pier e mandioca, de acordo com os rendimentos médios da região em estudo.

2.4.1.10. Disponibilidade de Pasto. Igualmente à disponibilidade de de silagem e forrageira picada, considerou-se que não havia inicialmente nos modelos disponibilidade de pasto, permitindo-se porém, a sua existência no modelo, mediante a atividade de pasto a ser utilizada pela pecuária de leite. A unidade utilizada é a unidade de pasto (pastagem necessária à manutenção de uma unidade animal/ano).

QUADRO 13. Disponibilidade Média de Forrageira e Capineira para o Gado de Leite para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins Estado de São Paulo, em Toneladas e Hectares

Disponibilidade de forrageira e capineira	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Toneladas	237,90	459,90	725,30	1.196,20
Hectares	4,29	9,15	13,56	23,38

2.4.1.11. Disponibilidade de Capital Investido em Gado de Leite. Considerou-se esta disponibilidade a fim de dar ao modelo a alternativa de continuar usando, total ou parcialmente, o rebanho existente ou ainda transferir todo ou parte do capital para quaisquer outras atividades. Determinou-se os seus valores convertendo o rebanho existente em unidades monetárias (Cr\$), vigentes no ano em estudo. Estes valores encontram-se no QUADRO 14 .

2.4.1.12. Disponibilidade de Milho para Alimentação. Tomou-se também as disponibilidades médias da amostra para cada estrato. Nos estratos 1 e 2, uma quantidade produzida em torno de 50% da área plantada com esta cultura foi destinada para venda de milho-grão e 50% para milho-alimentação, enquanto que nos estratos 3 e 4, 50% foi destinado para venda de milho-grão; 35% para milho-alimentação e 15% para silagem. Considerou-se inicialmente a inexistência de disponibilidade de milho para alimentos, que passa a existir mediante a atividade milho-alimentação exigida pela atividade gado de leite. A unidade é a tonelada.

2.4.1.13. Limite da Área com Café. Considerou-se como disponibilidade média de área com café a já existente, tendo em vista o curto prazo considerado (ano agrícola 1970). A unidade uti-

lizada é hectares.

QUADRO 14. Disponibilidade Média de Capital Investido em Gado de Leite, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970, (em Cr\$)

Item	Valores em Cr\$
Estrato 1	54.400,00
Estrato 2	71.200,00
Estrato 3	129.800,00
Estrato 4	225.600,00

#### 2.4.2. Atividades

O modelo básico está composto de três tipos de atividades: produção, compra e venda de fatores de produção e transferências, cujos coeficientes técnicos se encontram no apêndice 2.

2.4.2.1. Atividade de Produção. Segundo MARTINS (38) estas atividades são "aquelas que proporcionam um retorno mediante um processo produtivo". Para este estudo as atividades de produção consideradas foram o milho-grão, milho para alimentação, milho para silagem, amendoim, café, gado de leite, pasto e forrageira. Seus retornos líquidos por atividade se encontram no Quadro 15.

Os retornos para as atividades milho para silagem e café foram os mesmos para todos os estratos onde entraram estas atividades. Justificam-se estes valores idênticos, para o milho para silagem devido ao pequeno número de informações existentes para esta atividade que não foi considerada em todos os modelos. Para o café, que sendo uma cultura de ciclo

bianual (produção boa em um ano e fraca no ano seguinte), utilizou-se de informações dos últimos quatro anos obtidas de técnicos locais e de empresários rurais, que têm neste produto a sua principal fonte de retorno.

QUADRO 15. Retornos Líquidos das Atividades de Produção Existentes nos Quatro Estratos Considerados neste Estudo, para a Região de Lins, Estado de São Paulo

Atividades	Unidade	Estrato			
		1	2	3	4
Milho grão	Cr\$/ha	246,05	209,15	200,73	257,58
Milho alimen- tação	Cr\$/ha	-233,36	-318,72	-277,65	-201,65
Milho sila- gem	Cr\$/ha	-	-	-233,36	-233,36
Amendoim	Cr\$/ha	228,17	238,40	234,22	-
Café	Cr\$/ha	2.099,88	2.099,88	2.099,88	2.099,88
Gado de Lei- te I	Cr\$/UA <sup>a/</sup>	214,60	228,35	217,11	243,19
Gado de Lei- te II	Cr\$/UA <sup>a/</sup>	214,60	228,35	217,11	243,19
Pasto	Cr\$/ha	-	-	-	-
FORAGEIRA	Cr\$/ha	-32,25	-30,19	-31,21	-29,80

a/ cruzeiros por unidade animal

As atividades de milho para alimentação e milho para silagem não apresentam retornos positivos, pois as mesmas são transformadas em alimentos para o rebanho e seu retorno aparece em forma de leite. Os valores utilizados na função objetivo são os valores de capital de giro (insumos gastos) necessários para a atividade.

Igualmente, a atividade forrageira não apresenta re-

torno positivo. Considerou-se o valor relativo à sua formação, depreciado por 10 anos, que é a vida média desta atividade na região.

A atividade pasto, por seu lado, não apresenta retorno. Pressupõe-se inicialmente, que a formação é feita por pastos naturais, exigindo apenas mão-de-obra fixa para a limpeza dos mesmos.

As atividades convencionadas de gado de leite I e gado de leite II medidas em unidade animal, expressam respectivamente a atividade já existente (gado de leite I) e a possibilidade de expansão da atividade da compra de novas unidades, utilizando-se para isto de capital de investimento (gado de leite II).

Todos os coeficientes desta atividade (gado de leite) foram calculadas em função de uma unidade animal para uniformizar o rebanho existente (Quadro 16).

QUADRO 16. Fatores de Conversões para as diferentes Categorias de Animais que Compõem os Rebanhos.

Animal	Unidade Animal
Reprodutor	1,25
Vaca em lactação ou falhada	1,00
Fêmea e Macho até 1 ano	0,25
Fêmea e Macho de 1 a 2 anos	0,50
Fêmea e Macho de 2 a 3 anos	0,75
Fêmea e Macho de 3 a 4 anos	1,00

Fonte: Instituto de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa.

2.4.2.2. Atividade de Compra e Venda de Fatores de Produção A finalidade destas atividades é dar liberdade ao modelo, de modo que alguns fatores limitantes não impeçam a expansão das atividades de produção que possam aumentar o retorno. Outra finalidade é mostrar insuficiências dos fatores para as atividades existentes.

Assim, as atividades de compra de trabalho temporário nas secas e águas e compra de força animal nas secas e águas permitem uma expansão no nível das atividades de produção que exigem estes insumos, além das disponibilidades existentes.

As atividades de venda de trabalho fixo nas secas e nas águas permitem que mão-de-obra residente ociosa seja vendida, proporcionando, uma renda adicional à função objetivo, na obtenção da solução ótima.

As atividades de compra de capital de giro e de investimento basearam-se nas informações de agências bancárias, principalmente Banco do Estado de São Paulo e Banco do Brasil situados na região de Lins.

As atividades de compra de estábulos e currais, silos, cercas, máquinas e equipamentos também basearam-se nos valores médios obtidos para cada estrato sendo que as respectivas funções objetivo estão baseadas na depreciação linear dos investimentos exigidos pela atividade gado de leite, de acordo com a vida útil de cada uma das instalações que são respectivamente 20, 15, 20 e 10 anos.

As atividades de compra e venda de fatores de produção e seus retornos são mostrados no Quadro 17.

2.4.2.3. Atividade de Transferências. Embora estas atividades tenham retorno zero, sua importância é muito grande num modelo de Programação Linear. Com a finalidade de relacionar as restrições entre si, proporcionam uma modificação em seus va-

QUADRO 17. Retornos das Atividades de Compra e Venda de Fatores de Produção, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins Estado de São Paulo, 1970, em cruzeiros:

Fatores de Produção	Unidade	Compra	Venda
Trabalho temporário nas secas	d/h <sup>a/</sup>	-7,00	-
Trabalho temporário nas águas	d/h	-7,00	-
Trabalho fixo nas secas	d/h	-	7,00
Trabalho fixo nas águas	d/h	-	7,00
Capital de giro	Cr\$	-0,10	-
Capital de investimento	Cr\$	-0,17	-
Força animal nas águas	d/a <sup>b/</sup>	-1,00	-
Força animal nas secas	d/a	-1,00	-
Estábulo e currais (estrato 1)	Cr\$/UA	-4,69	-
Cercas (estrato 1)	Cr\$/UA	-3,88	-
Máquinas e equipamentos (estrato 1)	Cr\$/UA	-1,02	-
Estábulos e currais (estrato 2)	Cr\$/UA	-5,41	-
Cercas (estrato 2)	Cr\$/UA	-3,73	-
Máquinas e equipamentos (estrato 2)	Cr\$/UA	-10,27	-
Estábulo e currais (estrato 3)	Cr\$/UA	-3,62	-
Silo (estrato 3)	Cr\$/UA	-1,03	-
Máquinas e equipamentos (estrato 3)	Cr\$/UA	-7,60	-
Cercas (estrato 3)	Cr\$/UA	-3,32	-
Estábulo e currais (estrato 4)	Cr\$/UA	-2,77	-
Silo (estrato 4)	Cr\$/UA	-1,78	-
Cercas (estrato 4)	Cr\$/UA	-2,48	-
Máquinas e equipamentos (estrato 4)	Cr\$/UA	-7,49	-

a/ dia-homem

b/ dia-animal.

lores, por meio de transferências, desde que o modelo assim de termine,

A vantagem da utilização destas atividades é mostrar aos empresários agrícolas que transferências de disponibilidades existentes podem alterar o plano atual, trazendo um maior retorno líquido. Assim se explicaria, por exemplo, na solução do modelo, que uma quantidade "x" de unidade animal necessitando "y" hectares de capineira ou forrageira e existindo no modelo original "y + z" hectares plantados, esta área "+z" poderia ser transferida para uma outra atividade de produção.

Para este estudo foram consideradas nove atividades de transferências:

- a) Transferência de milho para silagem;
- b) Transferência de terra de cultura para pastagem;
- c) Transferência de terra de cultura para forragem;
- d) Transferência de terra de pastagem para cultura;
- e) Transferência de terra de pastagem para forragem;
- f) Transferência de terra de forragem para pastagem;
- g) Transferência de forragem à terra de forrageira;
- h) Transferência de forragem à picada;
- i) Transferência de investimento em gado de leite para capital de investimento.

#### 2.4.3. Modelo Básico

Descritas as restrições e as atividades do problema é possível formular agora o modelo básico (Quadro 18).

Os coeficientes técnicos que diferenciam de estrato para estrato são definidos com letras, cujos valores numéricos se encontram no apêndice 2. Os valores unitários são comuns a todos os estratos, enquanto que R (maiúsculo) dá a disponibilidade de cada restrição para cada estrato.



Para exemplificar estes valores, tem-se que  $R_1$  representa a quantidade em hectare de terra de cultura disponível;  $R_{13}$  a disponibilidade de silo em cruzeiros;  $a_5$  a necessidade de mão-de-obra nas águas para um hectare de milho;  $e_{10}$  o capital de giro exigido por cada unidade animal, e assim por diante.

Quando o sinal for positivo para os coeficientes, significa necessidade de recurso; e quando negativo, liberação de recurso.

O sinal \* mostra que as atividades não podem utilizar mais do que as disponibilidades  $R$  existentes, e "x" representa a incógnita de cada atividade do modelo, cujo valor final será dado na solução ótima.

Uma observação a ser feita é que este modelo básico, da maneira como foi apresentado, é modelo típico de Programação Linear. Este fato o conduz à existência de diversos algoritmos aplicados à sua solução, e, dentro deles o algoritmo padrão é o método simplex, criado por Dantzig. Segundo CHAVES (12) o método simplex apresenta a vantagem de que, uma vez conhecida a solução positiva de um sistema, outras soluções serão obtidas, sempre positivas e que conduzem a um melhor valor da função objetivo, no mínimo igual ao valor já encontrado. Mesmo assim, torna-se difícil resolver um programa de Programação Linear, quando não se dispõe de um computador.

Estando este modelo ajustado para uso no computador, recorreu-se ao Centro de Processamento de Dados da Universidade Federal de Viçosa que dispõe de um programa para resolver problemas de Programação Linear, 1130 LP-MOSS (1130 Linear Programming-Mathematical Optimization Subroutine Systems), programa este que é muito poderoso pela sua precisão e pelas dimensões dos problemas que ele pode resolver.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Este capítulo do trabalho está dividido em duas situações visando atender aos objetivos propostos de medir e analisar a eficiência econômica das empresas com características leiteiras da Bacia de Lins.

1a. Situação: Procurou-se analisar a combinação das atividades existentes em cada estrato e medir a competição entre as mesmas. Comparou-se o plano atual e o plano ótimo forneado pela Programação Linear.

Em seguida, como o estudo abrange empresas com características leiteiras, procurou-se verificar em que condições seria possível a entrada da atividade leite nas soluções ótimas nas quais não figurou.

2a. Situação: Simulou-se algumas situações dando mais liberdade aos modelos. Havendo a possibilidade de expansão, permitiu-se uma maior disponibilidade ao fator limitante mão-de-obra para as pequenas (estrato 1) e médias (estrato 2) empresas na tentativa de medir possíveis alterações nas soluções ótimas. Em seguida apresentou-se algumas análises complementares para esta situação.

#### 3.1. 1a. Situação

##### 3.1.1. Combinação das Atividades e Comparações Interestratos Referentes aos Modelos Básicos

3.1.1.1. Valor da Função Objetivo. Como a proporção de fatores disponíveis (terra, força de trabalho e capital) foram diferentes, os valores encontrados para a função objetivo também diferiram para cada estrato (Quadro 19).

QUADRO 19. Lucros Comparativos Obtidos para os Quatro Estratos das Empresas Leiteiras Estudadas, Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970, em cruzeiros

Estrato	Valor da Função Objetivo
1	22.297,54
2	32.408,73
3	34.044,35
4	112.777,24

Estes retornos estão em função de diversas atividades de produção existentes no modelo, cujos níveis variaram entre os estratos (Quadro 20).

QUADRO 20. Magnitudes das Atividades de Produção, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividades de Produção	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Milho grão	ha	-	-	-	274,96 r
Milho alimentação	ha	2,78	2,73	7,34	-
Milho silagem	ha	-	-	0,84	-
Gado de leite	UA	80,88	77,63	130,68	-
Café	ha	4,10	9,70	6,16	26,71
Pasto	ha	52,52	63,12	150,20	-

Uma comparação entre o uso atual da terra (Quadro 7, Capítulo 2) e a solução ótima mostra diferenças significativas. Verifica-se para as pequenas (estrato 1), médias (estrato 2) e grandes empresas (estrato 3) que das áreas utilizadas com cul-

turas anuais (13,84; 18,08 e 12,33 hectares respectivamente) o plano ótimo mostrou uma utilização de apenas 2,78 ha (estrato 1), 2,73 ha (estrato 2) e 8,18 ha (estrato 3) com milho alimentação e milho silagem que foram empregados com a atividade gado de leite.

Por outro lado, nas empresas muito grandes, (estrato 4) a solução ótima trouxe uma área ocupada com culturas anuais (274,96 ha) muito acima da disponível no plano atual (43,30 ha). Não figuraram nesta solução as áreas de pastagens, cuja disponibilidade no plano atual era de 245,26 ha.

A atividade café, como no plano atual, teve sua área limitada à sua disponibilidade real. Incluída no modelo, as soluções ótimas obtidas se utilizaram de toda área disponível, o que mostra que o café em produção é atividade bastante rendosa em comparação às demais atividades, pelo menos, até os limites considerados.

Através do Quadro 20 verifica-se que a atividade leite não figurou somente nas empresas muito grandes (estrato 4). Em função dos resultados obtidos e das implicações econômicas a situação 1 foi dividida em dois tipos de análises: 1º Soluções ótimas nas quais a atividade leite figurou. 2º Soluções ótimas nas quais a atividade leite não figurou.

### 3.1.2. Análises das Soluções Ótimas nas quais a Atividade Leite Figurou

3.1.2.1. Fator-Terra. Em consequência da combinação entre as atividades (Quadro 20) o gado de leite exigiu nos três planos nos quais figurou, uma necessidade de terras em pastagens mais do que a disponível atualmente (Quadro 21). Isto foi possível nos modelos, devido à existência das atividades de transferências de terras com culturas e forrageiras para pastagem.

QUADRO 21. Uso da Terra Disponível no Plano Atual e nas Soluções Ótimas Obtidas  
(em hectares)

Estrato Atividade	Obtido na Solução Ótima			
	Plano Atual	Utilizadas com pastagens	Utilizadas com outras Atividades	Não Utilizadas
1				
Terra para pastagem	39,85	39,85	-	-
Terra para culturas anuais	13,84	11,06	2,78	-
Terra para forrageira	<u>4,29</u>	<u>1,61</u>	<u>0,38</u>	<u>2,30</u>
Total	57,98	52,52	3,16	2,30
2				
Terra para pastagem	62,95	47,77	-	15,18*
Terra para culturas anuais	18,08	15,35	2,73	-
Terra para forrageira	<u>9,15</u>	-	<u>1,59</u>	<u>7,56</u>
Total	90,18	63,12	4,32	22,74
3				
Terra para pastagem	135,33	135,33	-	-
Terra para culturas anuais	12,33	4,15	8,18	-
Terra para forrageira	<u>13,56</u>	<u>10,72</u>	<u>2,84</u>	-
Total	161,22	150,20	11,02	-

Verifica-se que a atividade terra não foi fator restritivo para uma expansão do gado de leite nos estratos 1 e 2. Na solução ótima ainda houve disponibilidade de terra para o estrato 1 (2,30 hectares de forrageira) e para o estrato 2 (7,56 hectares de forrageira mais 15,18 hectares de pasto sem uso). Em virtude das exigências e número de unidade animal no plano ótimo, estas áreas disponíveis estavam em excesso nestes estratos.

Já para o estrato 3, as disponibilidades de terra foram totalmente utilizadas, sendo portanto, este fator, uma limitação a uma quantidade maior de unidades animal no plano ótimo.

3.1.2.2. Fator Trabalho. a) Mão-de-Obra. Para o fator trabalho, a disponibilidade de mão-de-obra existente foi insuficiente para os estratos 1 e 2. Ao se introduzir a atividade de compra e venda deste fator a um nível no máximo idêntico ao existente, verificou-se que a compra de mão-de-obra para o período das "águas" foi um fator restritivo para os estratos 1 e 2. Este fato é compreensível quando se constata que as atividades de produção que figuram no plano em maior magnitude exigem neste período maior quantidade de mão-de-obra que no outro período (Quadros 22 e 23). Assim, por exemplo, a atividade milho para a alimentação requer, neste período, mão-de-obra para plantio, tratamentos culturais e parte da colheita. É a época da limpeza dos pastos, capinas de forrageira, etc.

Verifica-se no estrato 1, que a atividade leite (gado de leite, pasto e milho alimentação) absorveu 67,6% da mão-de-obra fixa e comprada, restando à atividade café 32,4% da disponibilidade existente. Para o estrato 3 houve necessidade de compra de mão-de-obra (Quadro 24), porém este fator não foi uma limitação para um maior valor da função objetivo, tendo-se verificado anteriormente que toda a disponibilidade de terra foi utilizada. Constata-se que para as grandes empresas (estrato 3) a atividade leite absorveu 74,3% da mão-de-obra fixa

QUADRO 22, Atividades, Exigências em Mão-de-Obra e Nível com que as Atividades figuram no Plano Ótimo para o Estrato 1, de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Exigências de Mão-de-Obra		Nível da Atividade no Plano	Total			
	Seca (d/h)	Águas (d/h)		Seca (d/h)	Águas (d/h)	Total (d/h)	%
Milho alimentação	-	10,69	2,78	-	29,74	29,74	3,1
Gado de Leite	2,42	3,38	80,88	195,73	273,36	468,09	48,3
Café	35,50	41,30	4,10	145,55	169,44	314,99	32,4
Pasto	-	3,00	52,52	-	157,56	157,56	16,2
Total utilizado				341,28 <sup>a/</sup>	630,00 <sup>b/</sup>	971,28	100,0
Total disponível				450,00	630,00	1080,00	
Possibilidade ainda de compra				108,72	0,00	108,72	

a/ 225,00 d/h disponíveis na empresa mais 116,28 comprados;

b/ 315,00 d/h disponíveis na empresa mais 315,00 comprados.

QUADRO 23. Atividades, Exigências em Mão-de-Obra e Nível com que as Atividades figuraram no Plano Ótimo para o Estrato 2, de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Exigências de Nível da			T o t a l			
	Mão-de-Obra Seca (d/h)	Águas (d/h)	Atividade no Plano	Seca (d/h)	Águas (d/h)	Total (d/h)	%
Milho alimentação	-	13,73	2,73	-	37,48	37,38	2,6
Gado de leite	2,73	3,82	77,63	211,93	296,55	508,48	34,3
Café	35,50	41,30	9,70	344,35	400,61	744,96	50,3
Pasto	-	3,00	63,12	-	<u>189,36</u>	<u>189,36</u>	<u>12,8</u>
Total utilizado				556,28 <sup>a/</sup>	924,00 <sup>b/</sup>	1.480,28	100,0
Total disponível				<u>660,00</u>	<u>924,00</u>	<u>1.584,00</u>	
Possibilidade ainda de compra				103,72	0,00	103,73	

a/ 330,00 d/h disponíveis na empresa mais 226,28 comprados;

b/ 462,00 d/h disponíveis na empresa mais 462,00 d/h comprados.



QUADRO 24. Atividades, Exigências em Mão-de-Obra e Nível com que as Atividades figuraram no Plano Ótimo para o Estrato 3, de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Exigências de Mão-de-Obra		Nível da Atividade no Plano	T o t a l		
	Seca (d/h)	Águas (d/h)		Seca (d/h)	Águas (d/h)	Total (d/h)
Milho alimentação	-	12,91	7,34	94,76	94,76	5,2
Milho silagem	-	9,95	0,84	8,36	8,36	0,5
Gado de leite	2,59	3,62	130,68	338,46	473,06	44,1
Café	35,50	41,30	6,16	218,68	254,41	25,7
Pasto	-	3,00	150,20	-	<u>450,60</u>	<u>24,5</u>
Total utilizado				<u>557,14<sup>a/</sup></u>	<u>1281,19<sup>b/</sup></u>	<u>1838,33</u>
Total disponível				<u>940,00</u>	<u>1316,00</u>	<u>2256,00</u>
Possibilidade ainda de compra				382,86	34,81	417,67

a/ 470,00 d/h disponíveis na empresa mais 87,14 d/h comprados;

b/ 658,00 d/h disponíveis na empresa mais 623,19 d/h comprados.

e comprada, ficando ao café a utilização dos restantes 25,7% do total de mão-de-obra utilizada.

b) Força Animal: Este fator não constitui limitação a nenhum dos estratos em que figurou a atividade gado de leite, havendo uma disponibilidade muito grande de dias animal. Para os períodos de seca e águas foram utilizadas apenas 11,5% e 14,2% para o estrato 1; 3,2% e 8,4% para o estrato 2 e 2,0% e 6,0% para o estrato 3.

3.1.2.3. Fator Capital. Este fator, como a força animal, em nenhum dos estratos constituiu limitação ao plano ótimo. Os Quadros 25, 26 e 27 mostram as suas disponibilidades e respectivos usos, para cada estrato, chamando-se a atenção para a não utilização, em nenhuma circunstância, do capital de investimento.

QUADRO 25. Exigências em Capital de Giro pelas Atividades que Figuraram no Estrato 1 de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividades	Capital Exigido por Unidade de Atividade	Nível da Atividade no Plano (ha e d/h)	Total de Capital/Atividade
Milho alimentação	233,36	2,782	649,21
Café	300,92	4,100	1.233,77
Gado de leite	37,96	80,877	3.070,09
Compra de mão-de-obra nas secas	7,00	158,813	1.111,69
águas	7,00	315,000	<u>2.205,00</u>
Total de Capital de Giro exigido pelas atividades			8.269,76
Total disponível			<u>8.270,00</u>
Total não utilizado da disponibilidade existente			0,24

Observa-se por estes quadros, que os estratos 1 e 2, não necessitaram tomar capital de Giro, apesar de haver a possibilidade de empréstimo junto às agências bancárias.

Já o estrato 3 (grandes empresas) foi o único que utilizou a atividade compra de capital de giro, necessitando além do disponível, de uma quantia de Cr\$ 552,74. Explica-se, em parte, esta maior necessidade de capital de giro do que nos outros estratos, pela existência de maior quantidade de UA neste tipo de empresa.

3.1.2.4. Análises Complementares das Soluções Ótimas. Entre os estratos nos quais a atividade gado de leite figurou no plano ótimo, a solução estável à mudança de preços foi medida pelo mais baixo preço-sombra (redução no retorno da empresa pela adição de uma unidade da atividade considerada) relacionada ao gado de leite.

O estrato mais estável à mudança de preços foi o estrato 1 que apresentou o preço-sombra de Cr\$ 65,70. Dando-se uma interpretação a este dado (Apêndice 2) tem-se que o retorno da empresa será reduzido de Cr\$ 65,70 para cada unidade animal que se introduza no plano ótimo. Por outro lado, ao se adicionar este valor no retorno (valor da atividade na função objetivo), por unidade acrescida, a solução ótima passará a ter 83,52 UA. Isto significa, porém, que o litro de leite teria um acréscimo de Cr\$ 0,156 passando para Cr\$ 0,471. Para se ter um aumento de 3,3% em UA, necessitar-se-ia aumentar o preço do litro de leite em 49,3%.

Já o estrato 2 apresenta um preço-sombra com o valor Cr\$ 104,18. Se se aumentar esta quantia no retorno por unidade animal, a solução ótima passará de 77,63 UA para 95,53 UA. Este aumento no retorno corresponderia a um aumento no preço de um litro de leite de Cr\$ 0,203 passando para Cr\$ 0,519. Para se ter um aumento de 23,0% em UA, necessitar-se-ia aumentar o preço do litro de leite em 64,2%.

QUADRO 26. Exigências em Capital de Giro pelas Atividades que Figuraram no Estrato 2, de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividades	Capital Exigido por Unidade de Atividade Cr\$	Nível da Atividade no Plano (ha e d/h)	Total de Capital/Atividade Cr\$
Milho alimentação	318,72	2,729	869,79
Café	300,92	9,700	2.918,92
Gado de leite	45,84	77,634	3.558,74
Compra de mão-de-obra			
Na seca	7,00	226,292	1.584,04
Nas águas	7,00	462,000	<u>3.234,00</u>
Total de Capital de Giro exigido pelas Atividades			12.165,49
Total disponível			<u>12.685,00</u>
Total não-utilizado da disponibilidade existente			519,51

QUADRO 27. Exigências em Capital de Giro pelas Atividades que Figuraram no Estrato 3, de Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividades	Capital Exigido por Unidade de Atividade Cr\$	Nível da Atividade no Plano (ha e d/h)	Total de Capital/Atividade Cr\$
Milho alimentação	277,65	7,338	2.037,39
Milho silagem	233,36	0,844	196,96
Café	300,92	6,160	1.853,67
Gado de leite	69,05	130,676	9.023,18
Compra de mão-de-obra			
Na seca	7,00	87,133	609,93
Nas águas	7,00	623,206	<u>4.362,44</u>
Total de Capital de Giro Exigido pelas Atividades			18.083,57
Total disponível (Cr\$)			<u>17.530,83</u>
Compra de Capital de Giro			552,74

Das atividades de produção consideradas, somente o milho grão e amendoim não entraram no plano.

Através dos preços-sombra destas atividades podem ser feitas algumas análises (Quadro 28).

QUADRO 28. Preço-Sombra para as Atividades que não Figuram no Plano Ótimo, dos Estratos 1, 2 e 3 de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (Cr\$)

Atividade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3
Milho Grão	109,84	194,16	16,37
Amendoim	598,48	437,80	60,05

Se se introduzisse um hectare de cada uma dessas atividades no estrato 1 (milho grão e amendoim), o retorno na função objetivo seria reduzido de Cr\$ 109,84 e Cr\$ 598,48 por unidade de área de milho grão e amendoim introduzidas. (igual raciocínio é válido para os estratos 2 e 3).

Aos valores apresentados no Quadro 28, o retorno decresceria por unidade acrescida, até uma área de 2,58 ha e 0,81 ha no estrato 1; 3,17 ha e 4,33 ha no estrato 2; e 4,37 ha e 2,28 ha no estrato 3 para o milho e o amendoim respectivamente. Por outro lado, o menor preço para introduzir estas atividades na solução do plano teria que ser aumentado, passando de seus valores originais da função objetivo para Cr\$355,89 e Cr\$ 826,65 por ha para o estrato 1; para Cr\$ 403,31 e Cr\$ 672,20 para o estrato 2; para Cr\$ 217,27 e Cr\$ 294,26 para o estrato 3.

Ainda podem ser traçadas algumas considerações nestes três tipos de empresas (pequenas, médias e grandes). En-

quanto que no período das águas um hectare de milho exigiu 10,69 d/h; 13,73 d/h; 12,91 d/h e um hectare de amendoim 24,83 d/h; 23,02 d/h e 21,61 d/h para as pequenas, médias e grandes empresas respectivamente, uma unidade animal exigiu 3,38 d/h; 3,82 e 3,62 d/h. Como os valores na função objetivo (Quadro 15) destas atividades estão muito próximos, a atividade leite, ao exigir uma quantidade menor de dias/homem/unidade/período mostrou-se bem mais compensadora e favorável em relação às atividades competitivas.

### 3.1.3. Análise do Estrato em que a Atividade Leite não figurou

No estrato 4 (empresas muito grandes) os componentes da solução ótima foram o milho grão e o café (Quadro 20).

Como a disponibilidade de terra para culturas era de 43,30 ha, a atividade de milho grão exigiu a transferência de terra de pastagens (231,66 ha da disponibilidade de 245,26 ha) para terra de cultura o que totalizou 274,96 ha com aquela atividade.

Neste estrato, além dos 13,60 ha de pasto sem utilização, ainda houve a disponibilidade de 23,38 ha de forrageira.

O fator restritivo neste estrato foi a mão-de-obra nas águas. Sendo o milho plantado no início deste período, exige mão-de-obra para os tratamentos culturais e parte da colheita, bem como o café que necessita de carpas, adubação, etc.

A força animal não foi limitação tendo usado somente 36,6% do total disponível para o período das águas.

Quanto ao fator capital, houve a necessidade de compra de capital de giro num valor de Cr\$ 39.976,04, de um total de capacidade de empréstimo estimado em Cr\$ 50.000,00. O total de capital de giro existente era de Cr\$ 36.336,46, que adicionado a Cr\$ 39.976,04 totalizou Cr\$ 76.312,50 (Quadro 29).

QUADRO 29. Exigências em Capital de Giro das Atividades que Compõem a Solução Ótima do Estrato 4, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Capital Exigido por Unidade de Atividade (Cr\$)	Nível da Atividade (ha e d/h)	Total de Capital/Atividade Cr\$
Milho grão	201,21	274,96	55.324,70
Café	300,92	26,71	8.037,57
Compra de mão-de-obra			
Nas águas	7,00	1.850,00	<u>12.950,00</u>
Total de Capital de Giro Utilizado			76.312,27
Não Utilizado da Capacidade de Empréstimos			10.024,00

Uma análise de pós-otimização das atividades de produção não consideradas na solução ótima do estrato 4, através dos preços-sombra, mostra que a atividade de forrageira é a que reduziria mais o retorno se uma unidade desta atividade fosse "forçada" a entrar no plano (Quadro 30).

Como foram estudadas empresas com características leiteiras, se procurou verificar em que condições a atividade leite poderia figurar no estrato 4. Uma análise mais profunda e comparativa dos coeficientes técnicos das atividades que compõem o estrato 4 originou três tentativas.

Embora tenha sido neste estrato a melhor média de produção/vaca em lactação (apêndice 2, Quadro 29) a atividade gado de leite competindo com as outras atividades não chegou a figurar no plano, mesmo quando se retirou do modelo a possibilidade de compra de mão-de-obra, para os períodos de seca e águas.

Simulou-se a seguir o aumento da taxa de lotação, utilizando-se para tal, como artifício, da média dos outros estra-

QUADRO 30. Preço-Sombra para as Atividades não Consideradas na Solução Ótima do Estrato 4, para Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970, em Cr\$

Atividade	Unidade	Preço-Sombra
Milho alimentação	ha	458,79
Milho silagem	ha	503,07
Capineira forrageira	ha	889,01
Pasto	ha	25,40
Gado de leite	UA	30,61

tos em que a atividade leite figurara nos planos ótimos. O resultado obtido, porém mostrou que o coeficiente técnico da taxa de lotação (UA/ha) não foi limitação ao problema.

Outro coeficiente que chamou a atenção foi a exigência de mão-de-obra por unidade animal, que chegou quase a dobrar em relação aos outros estratos (Quadro 31).

QUADRO 31. Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, com Relação à Mão-de-obra, para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, em dias-homem/unidade animal, 1970

Período	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Seca	2,42	2,73	2,59	4,28
Águas	3,38	3,83	3,62	6,00



A simulação introduzida foi baseada numa média dos outros estratos. Os coeficientes técnicos foram os valores 2,58 e 3,61 dias-homem/unidade animal, para os períodos da seca e águas respectivamente.

Esta mudança trouxe variações sensíveis tanto no valor da função objetivo que passou de Cr\$112.777,23 (Quadro 32) para Cr\$129.301,07 quanto nos diferentes níveis das atividades consideradas.

QUADRO 32. Variações nos Níveis das Atividades de Produção após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Leite, para o Estrato 4, das Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Unidade	Situação Real	Situação Simulada
Milho grão	ha	274,96	73,05
Milho alimentação	ha	-	17,13
Milho silagem	ha	-	2,13
Gado de leite	UA	-	318,00
Pasto	ha	-	204,54
Café	ha	26,71	26,71

Houve inclusive um melhor aproveitamento das terras disponíveis, após a entrada da atividade leite (Quadro 33).

O fator restritivo foi a mão-de-obra nas águas quando, tanto a fixa quanto a disponível para compra, foi totalmente utilizada (Quadro 34).

QUADRO 33. Distribuição da Área Disponível entre as Modalidades de Terra, após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, para o Estrato 4, das Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em hectares)

Atividade	Disponibilidade inicial	Situação real	Situação Simulada
Terra para cultura anual	43,30	43,30	43,30
Terra para pastagem	245,26	-	204,54
Terra para capineira forrageira	23,38	-	5,60
Café	26,71	26,71	26,71
Transferência de pastagem para cultura	-	231,66	41,72
Transferência de capineira forrageira para pastagem	-	-	8,30
Total utilizado	338,65	301,67	330,17

QUADRO 34. Total de Mão-de-Obra utilizada, após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, para o Estrato 4, das Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo (em homem-dia)

Período	Disponibilidade inicial <sup>a/</sup>	Mão-de-obra utilizada	Mão-de-obra não utilizada
Seca	2.700,00	1.760,00	940,00
Águas	3.780,00	3.780,00	0,00

a/ estão computadas a mão-de-obra fixa mais a disponível para compra.

A análise de pós-otimização mostra, que das atividades de produção componentes da solução ótima o menor preço sombra foi dado pela atividade de milho grão (76,57) significando que se se "forçasse" a entrada de mais uma unidade desta atividade o retorno decresceria de Cr\$ 76,57/unidade acrescida (Quadro 35).

QUADRO 35. Preço Sombra de Algumas Atividades de Produção, após Modificações nos Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite, Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$/ha)

Atividade	Unidade	Preço-Sombra
Milho grão	ha	76,57
Gado de leite	UA	81,10
Pasto	ha	124,91
Milho alimentação	ha	384,80

Verifica-se portanto, que com a possibilidade de se introduzir uma mudança tecnológica, aumentando a eficiência da mão-de-obra nas empresas muito grandes, a atividade leiteira passa a figurar na solução ótima, e, em condições bem mais vantajosas do que nos resultados obtidos para este mesmo estrato na situação real.

### 3.2. 2ª Situação

O fator mão-de-obra foi a limitação mais poderosa na 1ª situação para os estratos 1 e 2. Pressupondo uma maior disponibilidade deste fator na região, permitiu-se às pequenas e médias empresas maior facilidade para adquirir mais deste fator. Com isso quer se verificar se possíveis modificações na composição da solução ótima alterariam a sensibilidade do plano.

### 3.2.1. Combinações das Atividades e Comparações Interestratos

3.2.1.1. Valor da Função Objetivo. Embora tenham permanecido as mesmas atividades anteriores, a função objetivo, nas pequenas empresas para esta situação, sofreu alterações (Quadro 36).

QUADRO 36. Valores da Função Objetivo, para os Estratos em que a Quantidade de Mão-de-Obra foi Modificada, para Empresas com Características Leiteiras, da Baía de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$)

Estrato	Com Restrição de Mão-de-obra	Sem Restrição de Mão-de-obra
1	22.297,54	22.693,00
2	32.408,73	36.090,24

3.2.1.2. Resultados do Estrato 1 na 2a. Situação. Através do Quadro 36, verifica-se que o aumento da função objetivo, após a liberação de mão-de-obra foi muito pequeno (Cr\$ 395,46), em função das variações, também pequenas, na composição das atividades que figuraram na solução ótima (Quadro 37).

Este aumento na função objetivo foi em decorrência do aumento do número de unidades-animal. As variações que ocorreram nas disponibilidades existentes dos principais recursos também não foram significativas, ao ponto de constituírem limitações à expansão do número de unidades-animal (Quadro 38).

QUADRO 37. Variações Ocorridas nas Atividades de Produção, para o Estrato 1, após Liberação de Mão-de-Obra, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Unidade	Com Restrição de Mão-de-Obra	Sem Restrição de Mão-de-Obra
Milho alimentação	ha	2,78	2,78
Café	ha	4,10	4,10
Pasto	ha	52,52	54,23
Gado de Leite	UA	80,87	83,52

QUADRO 38. Variações Ocorridas nas Disponibilidades de Recursos Existentes, no Estrato 1, para Propriedades com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (Passagem da Situação 1 para a Situação 2)

Atividade	Unidade	Disponibilidade inicial	Situação 1	Situação 2
Mão-de-Obra	d/h		1.013,81	1.029,60
Força animal	d/a	12080,00	141,52	145,14
Capital de giro	Cr\$	8.270,00	8.270,00	8.270,00
		+15.000,00 <sup>a/</sup>		
Transferência de terra de cultura para pastagem	ha	13,84	11,06	10,96
Transferência de terra de capineira forrageira para pastagem	ha	4,29	1,61	3,41

a/ Capacidade de Empréstimo.

O decréscimo na transferência de terra de cultura para pastagem é explicado pelo acréscimo na área de milho-alimentação exigido pelas novas unidades-animal. Foi compensado pelo aumento da transferência de terra de forrageira para pastagem.

Esgotou-se o fator terra em função da pequena disponibilidade ainda existente na situação 1 (2,30 ha de forrageira). Toda a disponibilidade existente em terra de cultura (exceção feita à área utilizada com milho alimentação e café), e em terra com forrageira, (exceção feita à área utilizada pelo gado leiteiro), foi transferida para pastagens e utilizada pelas unidades-animal consideradas na solução ótima.

Por outro lado, as atividades de produção que não figuraram na solução ótima tiveram preço-sombra menores do que os da situação 1. Isto mostra que quando o fator mão-de-obra é mais restritivo, a atividade leite ganha mais facilmente a competição com outras atividades (Quadro 39).

QUADRO 39. Preço-Sombra para as Atividades não Incluídas na Solução Ótima do Estrato 1 para Empresas com Características Leiteiras da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$/ha)

Atividades	Preço Sombra	
	Com Restrição de Mão-de-Obra	Sem Restrição de Mão-de-Obra
Milho Grão	109,85	44,50
Amendoim	595,48	161,36

3.2.1.3. Resultados do Estrato 2 na 2a. Situação. A liberação da mão-de-obra neste estrato mudou a função objetivo de Cr\$ 32.408,733 (situação 1) para Cr\$ 36.090,24 (situação 2).

Já neste estrato, as variações nas atividades de produção foram mais significativas que as do estrato 1 (Quadro 40).

QUADRO 40. Variações Ocorridas nas Atividades de Produção, para o Estrato 2 após Liberação de Mão-de-Obra para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Atividade	Unidade	Com Restrição de Mão-de-Obra	Sem Restrição de Mão-de-Obra
Milho Alimentação	ha	2,73	3,65
Café	ha	9,70	9,70
Pasto	ha	63,12	84,42
Gado de Leite	UA	77,63	95,53

Como no estrato 1, este aumento na função objetivo foi em decorrência do aumento do número de unidades-animal. Embora as exigências tenham sido maiores, as variações que ocorreram nas disponibilidades existentes não constituíram limitações à expansão do número de unidades-animal (Quadro 41).

O fator terra, porém, foi limitação. Igualmente ao estrato 1, a disponibilidade existente à terra de cultura (exceção feita à área utilizada com milho alimentação e café), à terra de pastagem ainda não usada, e à terra com forrageira (exceção feita à usada para alimento do gado leiteiro) foi utilizada como pastagem.

A composição da solução ótima teve valores maiores neste estrato com relação ao estrato 1. Aumentando a possibilidade de compra de mão-de-obra, como as áreas ainda disponíveis na la. situação foram maiores para as médias empresas, estas necessitam de mais força de trabalho. Em consequência a

QUADRO 41. Variações Ocorridas nas Disponibilidades de Recursos Existentes, no Estrato 2, para Propriedades com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 Passagem da Situação 1 para 2

Atividade	Unidade	Disponibilidade inicial	Situação 1	Situação 2
Mão-de-Obra	d/h	-	1.480,29	1.728,49
Força animal	d/a	2.160,00	134,12	155,04
Capital de Giro	Cr\$	12.685,00+	12.165,63	15.397,90
		20.000,00(CE) <sup>a/</sup>		
Transferência de terra de cultura à pastagem	ha	18,08	15,35	14,43
Terra de pastagem	ha	62,95	47,76	62,95
Transferência de terra de capineira forrageira à pastagem	ha	9,15	-	7,04

a/ Capacidade de Empréstimos.

função objetivo também teve valores maiores.

Por outro lado as atividades de produção que não entraram na solução ótima tiveram seus preços-sombra diminuídos, valendo aqui o mesmo raciocínio anterior, onde para disponibilidades reduzidas de mão-de-obra, a atividade leiteira é mais vantajosa que as demais consideradas (Quadro 42).



QUADRO 42. Preço-Sombra para as Atividades não Incluídas na Solução Ótima do Estrato 2, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970 (em Cr\$/ha)

Atividade	Preço-Sombra	
	Com Restrição de Mão-de-Obra	Sem Restrição de Mão-de-Obra
Milho Grão	194,16	87,93
Amendoim	437,80	136,35

#### 4. CONCLUSÕES E SUGESTÕES

À primeira vista, as empresas com características leiteiras na bacia de Lins, não fogem à realidade da agricultura brasileira. Contrastando com a utilização eficiente de alguns recursos, há ainda um razoável emprego de tradições agrícolas que contribuem, de um modo geral, para uma alocação ineficiente dos recursos disponíveis.

As principais conclusões deste estudo são:

##### 1. Quanto às atividades:

- 1.1. Os planos ótimos para os estratos, obtidos pela Programação Linear, mostraram resultados diferentes dos planos atuais encontrados, revelando através de uma maior rentabilidade dos planos ótimos que as atuais combinações de atividades não são as melhores.
- 1.2. A atividade leiteira se mostrou economicamente mais vantajosa em relação às atividades competitivas para as empresas pequenas, médias e grandes (estratos 1, 2 e 3)
- 1.3. A atividade milho se mostrou mais vantajosa que as atividades competitivas nas empresas muito grandes (estrato 4).
- 1.4. A atividade amendoim se mostrou a menos rentável em relação às atividades competitivas nos estratos 1, 2 e 3 conforme os seus preços-sombra.
- 1.5. Na solução ótima obtida, de acordo com as disponibilidades e exigências atuais do rebanho, a atividade forrageira está utilizando uma área maior do que a necessária. Não se pode porém chegar a maiores conclusões, pela impossibilidade de se medir com os dados levantados a distribuição anual da forrageira para alimentação do rebanho leiteiro.

1.6. A atividade café, mesmo limitada em área nos modelos, utilizou plenamente as disponibilidades existentes de terra em café. Como o modelo utilizado é estático não se pôde chegar a maiores conclusões com respeito ao café, pois não se pode medir até que ponto a sua expansão competiria favoravelmente com as outras atividades nas exigências de recursos existentes.

1.7. As atividades de produção que se mostraram mais rentáveis foram a atividade leite (gado de leite, milho alimentação e pasto) e o café para as empresas pequenas, médias e grandes, e, milho grão e café para as empresas muito grandes.

## 2. Quanto aos recursos disponíveis

### 2.1. Trabalho

2.1.1. A mão-de-obra só foi fator limitante para as empresas pequenas e médias quando a disponibilidade para compra foi igualada à quantidade de força de trabalho existente. Parece, entretanto, não ser esta uma limitação poderosa tendo em vista a existência de uma quantidade grande de mão-de-obra flutuante na região.

2.1.2. Com respeito à utilização da mão-de-obra entre as atividades, o estudo revelou que quanto menores são as disponibilidades de força de trabalho, maiores são os preços-sombra das culturas competitivas com a atividade leiteira, mostrando maior vantagem do leite com respeito ao uso da mão-de-obra. Ao mesmo tempo se verificou que o nível tecnológico atual da atividade leiteira ainda não assegura mais do que um nível reduzido de emprego de mão-de-obra por unidade de pasto explorado. Constatou-se isto comparan

do as exigências de dias-homem para cada atividade de produção. Assim, mesmo as empresas muito grandes (estrato 4) estão investindo muito na relação mão-de-obra/unidade animal como ficou comprovado no modelo onde a simulação de uma mudança tecnológica (modificação de coeficiente técnico com redução das necessidades de homem/dia/ano exigida por unidade animal) foi a única encontrada para a atividade leite figurar na solução ótima.

Uma possível solução para a melhor utilização da mão-de-obra existente nas empresas muito grandes, desde que fossem mantidas as disponibilidades atuais de terra e mão-de-obra seriam maiores investimentos aplicados à expansão do gado leiteiro, aumentando a taxa de lotação (UA/ha) e diminuindo o valor dos coeficientes de mão-de-obra exigidos. Pareceu também que os coeficientes determinados para este tipo de empresa teriam sido influenciados pela enorme disponibilidade de mão-de-obra "remanescente" das grandes lavouras de café que permaneceram nestas empresas muito grandes e que hoje são utilizadas com o leite por não terem uma atribuição definida.

- 2.1.3. As soluções ótimas revelaram que a força de trabalho animal está sendo utilizada de modo ineficiente, haja vista a grande porcentagem verificada da não utilização total deste recurso que compete como o rebanho leiteiro em pastagens e alimentação adquirida e produzida pela empresa. Como no caso da atividade forrageira, não se pôde chegar a maiores conclusões pela impossibilidade de se medir, com os dados levantados a distribuição anual da força de trabalho animal.

## 2.2. Terra

Este recurso constituiu uma poderosa limitação à expansão da atividade leiteira nas empresas pequenas, médias e grandes. Devido a pequena disponibilidade de terras para compra, a expansão da atividade leiteira terá que ser feita de modo mais racional através de manejo de pastos, capineiras e forrageiras.

## 2.3. Capital

Atualmente, devido a uma maior abertura e flexibilidade de financiamentos bancários, para custeio e investimentos, refletidos nas disponibilidades do recurso "capacidade de empréstimos", (valores médios obtidos na amostra) o fator capital não se constitui em fator limitante.

## 3. Análise de pós-otimização

A maior vantagem para a atividade leiteira, obtida através da análise de pós-otimização, foi encontrada nas empresas compreendidas pelo estrato 1 (pequena). Embora seja este estrato o que teve a média de produção leiteira/vaca em lactação mais baixa (apêndice 2, quadro 29) influenciada em parte por algumas empresas que fazem uma única ordenha por dia, esta vantagem pode ser explicada, em parte, pela taxa de lotação (UA/ha) deste estrato que foi a mais alta entre todas.

A mais alta taxa de lotação alcançada pelas empresas do estrato 1 não significa um manejo mais racional das pastagens. Verificou-se que a capacidade de suporte das pastagens apresentam índices baixíssimos e, aquele valor mais alto que o dos demais estratos significa a colocação de mais unidades-animal, por unidade de área de pastagens.

## 4. Análises Finais

4.1. As atividades de produção competem não somente no retorno de cada exploração, mas também em relações tais

como mão-de-obra/disponibilidade de terra, visualizados no modelo de Programação Linear para cada estrato, através de seus coeficientes técnicos. Tendo isso em vista seria interessante, como parte integrante do problema, afetando a solução ótima, mostrar algumas conclusões obtidas nos questionários e que foram consideradas na determinação dos coeficientes das atividades:

4.1.1. Parece que o capital de giro necessário por unidade animal poderia ser reduzido desde que se encontre um substituto dentro da própria empresa para a torta de algodão, alimento concentrado mais utilizado, e que participou na determinação do capital de giro exigido pela unidade animal com 68,7% para o estrato 1; 58,6% para o estrato 2; 67,4% para o estrato 3 e 50,6% para o estrato 4. (apêndice 2, quadro 30).

4.1.2. Embora se possa dizer que boa parte dos produtores de leite não aplica nenhum programa de melhoramento genético a longo prazo, sendo raro aquele que se dedica à seleção do gado visando uma linhagem de raça pura, no momento, o que se verifica é o cruzamento de gado comum com raças européias (holandez principalmente) e o Gir leiteiro. Atinge-se hoje a uma grande porcentagem de rebanho de 1/2 e 3/4 de sangue ajustado à região com boas produções, o que veio refletir favoravelmente na determinação dos retornos do gado leiteiro para a função objetivo.

Com base nas conclusões obtidas, em caráter geral, su gere-se:

1. Tendo em vista que a atividade leiteira se mostra bastante favorável na região, onde já existe uma infraestrutu-

ra montada, pela tradição que está se formando e ainda pela grande porcentagem de áreas com pastagens (Quadro 7), de vacas no rebanho e composição genética, sugere-se que novos estudos sejam desenvolvidos dando enfoque à tecnologia existente e à uma tecnologia recomendada.

Em caráter específico:

2. Manejo mais racional dos pastos, com rodízios, adubação e formação de novas pastagens artificiais como meio de atenuar a baixa taxa de lotação e a impossibilidade de expandir a área (estrato 1, 2 e 3);

Calendário agrícola para distribuição de mão-de-obra para não ocorrer, como nas grandes empresas (estrato 4), uma deficiente alocação e má distribuição no ano, da mão-de-obra/unidade animal.

## 5. SUMÁRIO

Para fazer face aos inúmeros problemas agropecuários, o empresário agrícola, de um modo geral, procura alcançar o maior retorno em suas explorações.

A intuição, como a experiência na agricultura, produz uma ampla margem de incertezas e requer a necessidade de adotar decisões pessoais. Como o empresário agrícola, pelas suas limitações, não pode considerar todas as combinações possíveis dos fatores disponíveis, nunca tem a certeza de ter escolhido a melhor combinação.

Este estudo enfocando empresas com características leiteiras na Bacia de Lins, visa organizar econômica e eficientemente estas empresas. Para a consecução de tal objetivo utilizou-se o método da Programação Linear, que sendo um instrumental de análise normativa mostra como deveria ser uma relação econômica na determinação de qual é a melhor ou ótima ação para a unidade que se analisa.

Como objetivos específicos tem-se neste estudo:

- a) Desenvolver modelos que caracterizam a organização de quatro tipos de empresas leiteiras de tamanho e de tipos diferentes, dadas as condições iniciais com respeito à disponibilidade de recursos (terra capital e trabalho), nível tecnológico, preços dos insumos e dos produtos;
- b) Determinar a organização ótima destes quatro tipos de empresas com características leiteiras;
- c) Examinar as possíveis diferenças entre a organização atual das empresas e sua organização ótima;
- d) Apresentar sugestões de ordem privada e pública de acordo com os resultados obtidos.



A informação básica foi obtida de uma amostragem ao acaso com entrevistas diretas junto aos pecuaristas de Lins e região, sorteadas do rol de produtores que fazem entrega diária de leite, na Cooperativa de Laticínios Linense e Laticínios Campelins, bem como de materiais publicados e não publicados.

Os dados foram levantados nos meses de Janeiro e Fevereiro de 1970. Dividiu-se em quatro estratos: 1. empresas de entrega mensal entre 1 a 5 mil litros; 2. empresas de entrega mensal compreendida entre 5 a 10 mil litros; 3. empresas de entrega mensal compreendida entre 10 a 15 mil litros e 4. empresas com entrega mensal superior a 15 mil litros.

O modelo básico da Programação Linear constituiu-se de 30 atividades e 23 restrições.

Entre as principais conclusões tem-se:

Os planos ótimos obtidos mostraram resultados diferentes dos planos atuais;

A atividade leiteira se mostrou economicamente mais vantajosa que as atividades competitivas, para as empresas pequenas, médias e grandes, enquanto que o amendoim foi a menos rentável para as referidas empresas;

A atividade milho mostrou-se mais vantajosa que as atividades competitivas nas empresas muito grandes;

A atividade café, mesmo limitada em área nos modelos, utilizou plenamente as disponibilidades existentes de terra em café nos quatro tipos de estratos.

Com respeito aos recursos disponíveis o fator terra foi a mais poderosa limitação à expansão da atividade leiteira naquelas empresas nas quais esta atividade mostrou-se mais rentável. Devido a pequena disponibilidade de terras para compra na região, a expansão da atividade terá que ser feita de modo

mais racional através de manejo de pastos, capineiras e forrageiras.

A mão-de-obra só foi fator limitante para as empresas pequenas e médias quando a disponibilidade para compra foi igualada à quantidade de força de trabalho existente.

O fator capital não se constitui fator limitante principalmente nos dias de hoje, devido a uma maior abertura e flexibilidade dos financiamentos bancários.

## SUMMARY

The general objective of agricultural enterprises, from the point of view of the farmer, is to obtain the highest return possible from various activities. However, the uncertainty and risk which exists in agriculture forces the farmer to make many decisions, the results of which he cannot completely control. In addition, the farmer or farm manager cannot consider all of the possible input and output combinations and thus is not certain whether he has, in fact, chosen the best combination.

This study focuses on dairy farmers in Lins and seeks to improve their economic efficiency. Linear programming (L.P.) was chosen as the most appropriate analytical tool to achieve this objective, as L.P. is capable of handling diverse activities subject to the many resource constraints that farmers face.

The specific objectives of this study are:

- a) Develop empirical models which characterize the organization of four different sized dairy farms of diverse types, given the initial resource constraints (land, labor and capital), technology, and product and factor prices.
- b) Determine the optimal organization for the four different sized dairy operations.
- c) Examine whether differences exist between the actual and optimal farm organizations.
- d) Present suggestions that could aid both private and public decision-makers.

The basic data was obtained from a random sample of farmers who delivered milk daily to the Cooperativa de Laticí

nios Linense e Laticínios Campelins as well as from published and unpublished material.

The farm level data were collected in January and February, 1970. The farms were stratified into four groups: 1. Dairy farms delivering between 1 and 5 thousand liters per month (small farms); 2. Those delivering between 5 and 10 thousand liters (medium farms); 3. Those delivering between 10 and 15 thousand liters (large farms), and 4. Those delivering more than 15 thousand liters per month (very large farms).

The basic L.P. model is made up of 30 activities and 23 constraints.

The optimal plans revealed differences from those actually observed.

For small, medium and large farms, milk production is the most profitable activity, while peanuts was the least profitable activity for these farms.

For the very large farms, corn was the most profitable activity.

Coffee production also entered into the set of activities for each of the four strata defined.

With respect to resource use, land was the primary constraint on expanding milk production for the farms where milk was the most profitable activity. Due to the limited availability of land which can be purchased in the area, expansion of milk production will have to occur through pasture improvement and the provision of forage crops.

Labor was only a limiting or constraining factor for the small and medium farms when the available hired labor force was exhausted.

Capital was not one of the principle limiting factors due to the availability of funds from various financial institutions.

1. ALVARENGA, Sonia C. Estudo das Características e Análise da Produção de Leite na Grande Bacia Leiteira de Goiânia, Goiás, 1966/67. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1969, 118 p. (Tese de M.S.).
2. BARROCAS, José M. Programação Linear. In: I Curso Nacional de Elaboração, Análise e Avaliação de Projetos Agrícolas. Campinas, São Paulo, Abril de 1968, 47 p. (mimeografado)
3. BARROS, Henrique de, Programação Linear. In: A Empresa Agrícola Observação, Planejamento, Gestão. Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, cap. IX, 1968, pp.263-4
4. BOULDING, B. e SPIVEY, W.A. Linear Programming and the Theory of Firm. Columbus, Ohio, The McMillan Company, 1ª ed. 1960, 227 p.
5. BRASIL. IBGE. Lins, Estado de São Paulo. Coleção de Monografia nº 478, 1970, 20p.
6. BRASIL. Ministério da Agricultura. Levantamento de Reconhecimento dos solos do E.de São Paulo. Rio de Janeiro, Boletim nº 12, 1960, pp. 25, 184 e 581.
7. BURT, O.R. e ALLISON, J.R. Farm Management Decisions with Dynamic Program, in: Journal of Farm Economics, XLV, nº 1, Fevereiro de 1963, pp. 121-136.
8. CAINELLI, Cesar. La Programacion Lineal y sus Aplicacion em Administracion Rural, in: Curso Internacional de Programacion de Fincas, Mendoza, Argentina, 1964, pp. 1-25.

9. CANDLER, W e MANNING, R. A modified Simplex Procedure for Problem with Decreasing Average Cost, in: Journal of Farm Economics, XLIII, nº 4, Novembro de 1961 pp. 859-875.
10. CESAL, Lon. Métodos Quantitativos em Análise Econômica. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970, pp. 29-30. (mimeografado).
11. CHAVES, Raimundo N. de M. Programação Linear num Projeto de Armazenagem e Secagem de Grãos. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970. 59 p. (Tese de M. S.).
12. \_\_\_\_\_ et alii. Uma Ração de Custo para Frangos, in: Ceres, Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, XVII, nº 94, Out/Dez. de 1970, pp. 290-313.
13. CHOMBART, J.L. et alii. Moderna Gestion de las Explotaciones Agrícolas. Madrid, Ed. Mundi-Prensa, 1ª ed. 1965, pp. 408-423.
14. CRISTANCHO, C. Maciel. Maximização do Lucro, na Empresa Agrícola, pela Programação Linear. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1965. 71 p. (Tese de M. S.).
15. DAYLEY, R.T. e McALEXANDER, R.H. Use of Modification Vectors in Adjusting Linear Programming Solutions, in: Journal of Farm Economics, XLI, nº 3, agosto de 1959, pp. 649-653.
16. DEARDEN, John. Computers in Business Management. Illinois Dow Jones Irwin Inc. 2ª ed., 1967, pp. 191-4.

17. DORFMAN, Robert. Mathematical of Linear Programming: A Non Mathematical Exposition, in: Agricultural Economics Research, XLIII, nº 5, parte 1, dezembro de 1953, pp. 797-825.
18. \_\_\_\_\_ et alii, Programacion Lineal y Analisis Economica. Madrid, Aguillar S.A. de Ediciones, 2ª ed., 1969, 572 p.
19. DRIEBEEK, Norman J. Applied Linear Programming. Massachusetts, Addison Wesley Publishing Company. cap. 8 1969. pp. 91-106.
20. ECOS GONZALES, Tomas et alii. Diagnóstico do Uso de Fatores de Produção de Leite, em Rezende Rio de Janeiro, 1967/68. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1970, 70p. (Tese de M.S.).
21. ESTACIO, Fernando F.B.S. A Programação Linear, In: Análise e Planejamento da Empresa Agrícola, Lisboa, Fundação Calouste Gulbenkian, Comunicação nº 17, 1964, pp. 561-606.
22. FERREIRA, Leo R. A Fruticultura e Suas Possibilidade no Desenvolvimento da Zona da Mata de Minas Gerais. (título provisório) Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1971. 156 p. (Tese de M.S.).
23. FRAZER, J. Ronald. Programacion Lineal Aplicada. Mexico, ed. Técnica S.A., 1968, 1ª ed. 204 p.
24. GARVIN, Walter W. Introdution to Linear Programming. New York, McGraw-Hill Book Company: cap. 4, 1960 pp. 49-61.
25. GASS, Saul I. Programacion Lineal. Metodos y Aplicaciones. Mexico, Ed. Cia. Editorial Continental S.A., 2ª ed., 1967, 342 p.



26. GROWOIG, D.E. Decision Mathematics. New York, McGraw-Hill Book Company, cap. 4, parte 1, 1967, pp.54-80.
27. HADLEY, George. Linear Programming. Massachusetts, Addison Wesley Publishing Company Inc. cap. II, 2ªed. 1963. pp. 379-400.
28. \_\_\_\_\_ Non Linear and Dynamic Programming. Massachusetts, Addison Wesley Publishing Company Inc 1964, pp. 212-51.
29. HARRISON, John O. A Programação Linear e a Pesquisa Operacional. in: Pesquisa Operacional como Instrumento de Gerência, Rio de Janeiro, USAID, 1966, pp.229-48.
30. HEADY, E.O. e CANDLER, W. Linear Programming Methods. Ames, the Iowa State College Press, 1960, 597 p.
31. HILLIER, F.S. e LIEBERMAN. G.J. Introduction to Operations Research. California, Holden-Day Inc, 3ª ed., cap. 5, parte 3, 1968, pp. 127-207.
32. KAUFMANN, A. e CRUON, O. La Programacion Dinamica. Mexico Cia. Editorial Continental S.A., 1ª ed. 1967, pp. 7-8.
33. KNIGHT, Donald O. Modernas Técnicas de Planejamento e Controle da Produção. Rio de Janeiro, USAID, 1965, pp. 328-334.
34. LEVIN, R.I. e KIRKPATRICK, C.A. Quantitative Approaches to Management. New York, McGraw-Hill Book Company 1965, pp. 197-266.

35. LOFTSGARD, L.D. e HEADY, E.O. Application of Dynamic Programming Models for Optimun Farm and Home Plans, in: Journal of Farm Economics, XLI, nº 1 fevereiro 1959, pp. 51-62.
36. MAGALHÃES, Carlos A. de. Análise Econômica da Pecuária Leiteira em Competição com Outros Empreendimentos Agropecuários, através da Programação Linear, Zona da Mata de Minas Gerais (título provisório). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1971, 154p. (Tese de M.S.).
37. MANNE, Alan S. Análise Econômica nas Decisões das Empresas. Rio de Janeiro, USAID, 1967, pp. 25.
38. MARTINS, Josildo. Viabilidade Econômica da Produção de Bovinos de Corte em Empresas Rurais de Características Seleccionadas na Zona da Mata, Estado de Minas Gerais. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1971, 151 p. (Tese de M.S.)
39. McPHERSON, W.W. e FARIS, J.E. Price Mapping of Optimun Changes in Interprises, in: Journal of Farm Economics XL, nº 4, novembro de 1958, pp. 821-34.
40. MESQUITA, Alamir. Análise Econômica da Habilidade de Produção de Café na Competição de Recursos em Fazendas Típicas da Zona da Mata, Estado de Minas Gerais. (título provisório). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1971. (Tese de M.S.).
41. NERLOVE, M. e BACHMAN, K. A Análise de Mudanças na Oferta Agrícola: Problemas e Enfoque. in: Journal of Farm Economics, XLII, nº 3, agosto de 1960, pp. 531-54. (tradução).

42. OLIVEIRA, Antonio J. Possibilidades Econômicas da Atividade Florestal na Zona da Mata de Minas Gerais (título provisório). Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. (Tese de M.S. em andamento).
43. PANAGIDES, Stahis. Erradicação do Café e Diversificação da Agricultura, in: Rev. Brasileira de Economia, Jan/Março 1969, 23:1, pp. 41-71.
44. PELLEGRINI, Luiz M. Administração de Empresas Agropecuárias in: IDORT, Instituto de Racionalização do Trabalho, março 1971, pp. 45-50. (mimeografado).
45. \_\_\_\_\_ A Linear Programming Analysis of Optimum Farm Organization in the Municípios de São Joaquim da Barra Orlandia and Sales de Oliveira, State of São Paulo, Brasil. Lafayette, Purdue University, 1968, 169 p. (Tese de M.S.).
46. PERES, Fernando C. Produtividade dos Recursos na Bacia Leiteira de Brasília, 1967/68: Subsídios a um Programa de Crédito. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1969, 57p. (Tese de M.S.).
47. PETIT, Michel. Comment on the Relationship between Linear Programming and the Economic Theory of the Firm, in: American Journal of Agricultural Economics, LII, nº 2, maio de 1970, pp. 332-3.
48. POMPEU MAGALHÃES, José et alii. Estudo Econômico da Bacia Leiteira de Fortaleza, ano de 1967. Fortaleza, Banco do Nordeste do Brasil, 1969, 38 p.

49. RASK, Norman. Tamanho Mínimo e Combinação de Atividade para Pequenas Propriedades: Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Faculdade de Ciências Econômicas, 1965 88 p. (mimeografado).
50. SÃO PAULO. Instituto de Economia Agrícola. Diversas publicações
51. SCHATTAN, Salomão. Aulas de Programação Linear. São Paulo, Instituto de Economia Agrícola, pp. 7-8.
52. SENGUPTA, J.K. e FOX, K.A. Optimization Techniques in Quantitative Economics Models. Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 1969, pp. 149-191.
53. SIMONSEN, Mario H. Teoria Microeconômica, Vol. II. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1968, pp. 156-9.
54. STOCKTON, R. Stansbury. Introdução à Programação Linear. São Paulo, Edit. Atlas S.A., 1ª ed. 1968, 151 p.
55. SUGAI, Yoshihiko. Planejamento Básico de Uma Empresa Agropecuária, pela Programação Linear. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1967, 87 p. (Tese de M.S.).
56. SWANSON, Earl R. Programmed Solutions to Practical Farm Problemas, in: Journal of Farm Economics, XLIII, nº 2, maio de 1961, pp. 386.
57. TOLLINI, Helio. Produtividade Marginal e Uso dos Recursos: Análise da Função de Produção de Leite em Leopoldina, Minas Gerais, Ano Agrícola 61/62. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa, 1964. 89 p. (Tese de M.S.).

58. YARON, O e HEADY, E.O. Approximate and Exact Solution to Non Linear Programming Problem with Separable Objective Function, in: Journal of Farm Economics , XLIII, nº 1, fevereiro de 1961, pp. 57-70.
59. ZEPP, G.A. e McALEXANDER, R.H. Predicting Aggregate Milk Production: An Empirical Study, in: Journal of Farm Economics LI, nº 3. agosto de 1969, pp. 642-649.

## APÊNDICE 1

## Limitações e Extensões da Programação Linear

Um problema prático que satisfaça completamente todas as pressuposições da Programação Linear é sem dúvida, muito raro.

GRAWOIG (26) analisou a contradição da hipótese da linearidade, quando assume uma função linear para cada restrição e para a função objetivo. Em realidade esta raramente é linear e as restrições são quase sempre não lineares.

FRAZER (23) diz que uma limitação a uma maior aplicação da Programação Linear é a natureza estática do modelo (coeficientes das variáveis, preços, etc, são constantes) ao supor que as instalações disponíveis para a produção são fixas, o que é válido à curto prazo.

HILLIER E LIEBEMEN (31) lembram que a Programação Linear assume que todos os coeficientes do modelo são constantes quando na realidade eles não são frequentemente conhecidos ou mesmo constantes.

DORFMAN (17) discute as limitações matemáticas intrínsecas sobre as quais se apoia a Programação Linear, e entre elas refuta a hipótese de divisibilidade lembrando que a alocação ótima dos meios de produção fixos entre as diferentes atividades possíveis não podem dar respostas divisíveis, pois os valores fracionados são irrealizáveis na prática.

A rigidez das pressuposições poderia limitar ainda mais uma maior aplicação da Programação Linear. Fazendo estas, parte do conjunto simplificador da própria Programação Linear, o posterior aperfeiçoamento destes modelos levou à extensões naturais, o que não se discutirá, muito profundamente, neste estudo, para evitar longas descrições teóricas por fugir, em

parte, da metodologia imposta, que foi a Programação Linear. Fez-se, porém, alguma referência para facilitar futuros estudos.

DORFMAN (17) lembra que estas limitações são comuns à maioria dos modelos que no passado têm sido entendidos pelos economistas em geral como de utilidade, não impedindo, assim a aplicação da Programação Linear à muitas classes gerais de problemas.

Muitos dos trabalhos que veem se realizando no campo de programação, ultimamente tem procurado ampliar sua aplicação simplificando as restrições impostas.

BARROCAS (2) admite que pelo fato da Programação Linear ser um método matemático, levou os estudiosos desta técnica à analisar e discutir as suas pressuposições com um rigor e exigências do próprio raciocínio matemático, o que facilitou na detecção das insuficiências que outros métodos menos elaborados e refinados não conseguiram detalhar.

DORFMAN (17) acentua que a Programação Linear é uma técnica bastante flexível, de larga aplicabilidade, pelo fato de poder ser solucionada numericamente e por permitir transcender suas pressuposições, quando necessário.

Assim FRAZER (23) salienta que "em geral a programação matemática proporciona outras oportunidades semelhantes, principalmente a programação não linear e a programação dinâmica e que outras técnicas, como a programação paramétrica e a programação de números inteiros proporcionam métodos para manejar situações específicas que são geralmente do tipo da Programação Linear.

Assim entre as extensões e generalizações, destacam-se:

1. Programação não linear. Quando as pressuposições

de linearidade e aditividade são quebradas. Citam-se neste sentido os trabalhos de YARON e HEADY (58) PETIT (47) e CANDLER e MANNING (9).

2. Programação Linear Paramétrica. Tem por objetivo o comportamento das soluções de um problema de Programação Linear quando os coeficientes das equações de restrições da função objetiva ou as próprias restrições variam. Para GASS (25) os campos mais desenvolvidos na programação linear paramétrica são os relacionados com variações na função objetivo e nas restrições. Ao permitir a variação de um parâmetro, a programação linear paramétrica tem aumentado muito a sua aplicação, principalmente quando se pretende analisar diferentes programas ótimos em que as disponibilidades de um determinado fator restritivo variam dentro de certos limites. Nesse sentido vale a pena salientar os trabalhos de DAYLEY e Mc ALEXANDER (15) NERLOVE e BACHMAN (41).

3. Programação Quadrática. Para HADLEY (28) é um problema da programação não linear, tendo restrições e uma função objetivo que é a soma de uma forma linear e quadrática. KNIGHT (33) lembra que as equações sendo de 2º grau, os resultados gráficos são curvas em vez de linhas retas como acontece na Programação Linear.

4. Programação Convexa. Para BARROCAS (2) a sua aplicação aparece quando as restrições são representadas por funções não lineares que exigem alterações consideráveis, não só na formulação do modelo como na própria resolução.

5. Programação Inteira. Quebra a pressuposição da divisibilidade. Tem sua importância agrícola naqueles problemas nos quais são necessários valores inteiros de algumas ou todas variáveis num programa ótimo.

6. Programação Dinâmica. Já desenvolvida por KAUFMANN e CRUON (32) que a definiram como um método de otimiza-



ção dos fenômenos sequenciais que se encontram nos estudos econômicos onde o problema pode ser dividido em estágios. Ao admitir sequências está aceitando a mudança de coeficientes, e restrições. Como aplicação prática citam-se os trabalhos de LOFTSGARD e HEADY (35) BURT e ALLISON (7) e ZEPP e Mc ALEXANDER (59).

Existem outros processos cujas implicações proporcionam uma oportunidade para sair dos confins da Programação Linear pelo fato de se dispor na literatura de muitas técnicas de cálculos sobre programação matemática.

## APÊNDICE 2

Coeficientes Técnicos Determinados na Amostragem para os Quatro Estratos de Empresas com Características Leiteiras Consideradas, Bacia de Lins, Estado de São Paulo.

QUADRO 1. Coeficientes Técnicos da Atividade Milho Grão, por Estrato, para as Empresas Com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	10,69	13,73	12,91	9,59
Força animal nas "águas"	d/a	1,53	2,22	1,35	1,74
Capital de giro	Cr\$	233,36	318,72	277,65	201,21

QUADRO 2. Coeficientes Técnicos da Atividade Milho para Alimentação, por Estrato, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	10,69	13,73	12,91	9,59
Força animal nas "águas"	d/a	1,53	2,22	1,35	1,74
Capital de giro	Cr\$	233,36	318,72	277,65	201,21

QUADRO 3. Coeficientes Técnicos da Atividade Milho para Silagem, por Estrato, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	-	-	1,00	1,00
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	-	-	9,95	9,95
Força animal nas "águas"	d/a	-	-	1,53	1,53
Capital de giro	Cr\$	-	-	233,36	233,36
Disponibilidade silagem	t	-	-	-32,50	-32,50

QUADRO 4. Coeficientes Técnicos da Atividade Amendoim, por Estrato, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	1,00	1,00	1,00	-
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	24,83	23,02	21,61	-
Força animal nas "águas"	d/a	4,95	4,92	3,85	-
Capital de giro	Cr\$	375,71	380,09	379,40	-

QUADRO 5. Coeficientes Técnicos da Atividade Café, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Trabalho fixo na "seca"	d/h	35,50	35,50	35,50	35,50
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	41,30	41,30	41,30	41,30
Força animal nas "águas"	d/a	7,44	7,44	7,44	7,44
Capital de giro	Cr\$	300,92	300,92	300,92	300,92
Limite da área para café	ha	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 6. Coeficientes Técnicos da Atividade Pasto, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para pastagem	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	3,00	3,00	3,00	3,00
Disponibilidade de pasto	U.P. <sup>a/</sup>	-1,54	-1,23	-0,87	-0,83

a/ Unidade de pasto

QUADRO 7. Coeficientes Técnicos da Atividade Forrageira, por Estrato, para Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para forrageira	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	18,80	34,70	34,70	34,70
Força animal nas "águas"	d/a	2,77	8,83	7,44	8,83
Capital de investimento	Cr\$	322,46	301,92	300,92	297,94
Disponibilidade forragem	t	-55,45	-50,26	-54,48	-51,16

QUADRO 8. Coeficientes Técnicos da Atividade Compra de Trabalho Temporário na Seca, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Trabalho fixo na "seca"	d/h	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Total de trabalho "seca"	d/h	1,00	1,00	1,00	1,00
Capital de giro	Cr\$	7,00	7,00	7,00	7,00

QUADRO 9. Coeficientes Técnicos da Atividade Compra de Trabalho Temporário nas Águas, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Total de trabalho "águas"	d/h	1,00	1,00	1,00	1,00
Capital de giro	Cr\$	7,00	7,00	7,00	7,00

Os coeficientes técnicos das atividades de venda de trabalho fixo na "seca e "águas" são respectivamente 1,00 para trabalho fixo na "seca" e 1,00 para trabalho fixo nas "águas".

QUADRO 10. Coeficientes Técnicos da Atividade Compra de Capital de Giro, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de giro	Cr\$	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Capacidade de empréstimo	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 11. Coeficientes Técnicos da Atividade Compra de Capital de Investimento, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de investimento	Cr\$	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Capital de empréstimo	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 12. Coeficientes Técnicos da Atividade de Transferência de Milho para Silagem, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Disponibilidade silagem	t	-	-	-1,00	-1,00
Disponibilidade de milho alimentação	t	-	-	1,00	1,00

QUADRO 13. Coeficientes Técnicos da Atividade Transferência de Terra de Cultura para Pastagem, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Terra para pasta- gem	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

QUADRO 14. Coeficientes Técnicos da Atividade Transferência de Terra de Cultura para Forrageira, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Terra para forra- geira	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

QUADRO 15. Coeficientes Técnicos da Atividade de Transferência de Pastagem para Cultura, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para cultura	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Terra para pasta- gem	ha	1,00	1,00	1,00	1,00



QUADRO 16. Coeficientes Técnicos da Atividade de Transferência de Pastagem para Terra de Forrageira, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970.

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para pastagem	ha	1,00	1,00	1,00	1,00
Terra para forrageira	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00

QUADRO 17. Coeficientes Técnicos da Atividade de Transferência de Terra de Forrageira para Terra de Pastagem, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para pastagem	ha	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Terra para forrageira	ha	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 18. Coeficientes Técnicos da Atividade Compra de Força Animal na "Seca", por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Força animal na "seca"	d/a	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Capital de giro	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 19. Coeficientes Técnicos da Atividade Compra de Força Animal nas "Águas", por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

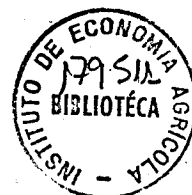
Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Força animal nas "águas"	d/a	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Capital de giro	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 20. Coeficientes Técnicos da Atividade Transferência de Forrageira para Terra para Forragem, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Terra para forragem	ha	-4,69	-9,15	-13,56	-23,38
Disponibilidade de forrageira	t	237,90	459,90	725,30	1196,20

QUADRO 21. Coeficientes Técnicos da Atividade Transferência de Forrageira Picada por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Disponibilidade de forrageira	t	1,00	1,00	1,00	1,00
Disponibilidade de forrageira picada	t	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00



QUADRO 22. Coeficientes Técnicos da Atividade de Transferência de Investimento de Gado de Leite, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de Investimento	Cr\$	-1,00	-1,00	-1,00	-1,00
Disponibilidade de investimento para gado de leite	Cr\$	1,00	1,00	1,00	1,00

QUADRO 23. Coeficientes Técnicos da Atividade de Compra de Estábulo e Currais, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de Investimento	Cr\$	93,98	108,32	72,41	55,48
Disponibilidade de estábulo e currais	Cr\$/UA	-93,98	-108,32	-72,41	-55,48

QUADRO 24. Coeficientes Técnicos da Atividade de Compra de Silos, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de investimento	Cr\$	-	-	15,41	26,71
Disponibilidade de silo	Cr\$/UA	-	-	-15,41	-26,71

QUADRO 25. Coeficientes Técnicos da Atividade de Compra de Cercas, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de investimento	Cr\$	77,61	74,56	66,46	49,65
Disponibilidade de cerca	Cr\$/UA	-77,61	-74,56	-66,46	-49,65

QUADRO 26. Coeficientes Técnicos da Atividade de Compra de Máquinas e Equipamentos, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Capital de investimento	Cr\$	10,18	102,76	76,06	74,93
Disponibilidade de máquinas e equipamentos	Cr\$/UA	-10,18	-102,76	-76,06	-74,93

Coeficientes da Atividade Gado de Leite. Mediu-se e determinou-se os coeficientes da atividade gado de leite em unidade animal (UA) entendendo-se por esta o valor resultante da conversão do número de animais do rebanho, de acordo com as várias categorias, considerando-se o consumo de alimento por categoria. Os coeficientes determinados se apresentam nos quadros 27 e 28, lembrando-se que a atividade de gado de leite II foi incluída no modelo para permitir a expansão do rebanho através da compra de novos animais, desde que o modelo assim o determine, utilizando-se para tal de capital de investimento.

QUADRO 27. Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite ~~II~~ por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Trabalho fixo na "seca"	d/h	2,42	2,73	2,59	4,28
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	3,38	3,82	3,62	6,00
Força animal nas "águas"	d/a	0,68	0,35	0,23	0,17
Força animal na "seca"	d/a	0,64	0,37	0,17	0,13
Capital de giro	Cr\$	37,96	45,84	60,05	57,76
Capital de investimento	Cr\$	-	-	-	-
Disponibilidade de máquinas e equipamentos	Cr\$	10,18	102,76	76,07	74,93
Disponibilidade de cerca	Cr\$	77,51	74,56	66,46	49,65
Disponibilidade de estábulos e currais	Cr\$	93,98	108,32	72,41	55,48
Disponibilidade de forragem picada	t	0,58	1,02	1,16	0,91
Disponibilidade de investimento em gado de leite	Cr\$	584,95	588,43	712,12	716,19
Disponibilidade de pasto	UPa/	1,00	1,00	1,00	1,00
Disponibilidade de milho para alimentação	t	0,16	0,18	0,26	0,26
Disponibilidade de silo	Cr\$	-	-	15,41	26,57
Disponibilidade de silagem	t	-	-	0,21	0,22

a/ Unidade de pasto.

QUADRO 28. Coeficientes Técnicos da Atividade Gado de Leite II, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Recurso	Unidade	Estrato 1	Estrato 2	Estrato 3	Estrato 4
Trabalho fixo na "seca"	d/h	2,42	2,73	2,59	4,28
Trabalho fixo nas "águas"	d/h	3,38	3,82	3,62	6,00
Força animal na "seca"	d/a	0,64	0,37	0,17	0,13
Força animal nas "águas"	d/a	0,68	0,35	0,23	0,17
Capital de giro	Cr\$	37,96	45,84	69,05	57,76
Capital de investimento	Cr\$	584,95	588,43	712,12	716,19
Disponibilidade de máquinas e equipamentos	Cr\$	10,18	102,76	76,07	74,93
Disponibilidade de cerca	Cr\$	77,61	74,56	66,46	49,65
Disponibilidade de estábulos e currais	Cr\$	93,98	108,32	72,41	55,48
Disponibilidade de forragem picada	t	0,58	1,02	1,16	0,91
Disponibilidade de investimento em gado de leite	Cr\$	-	-	-	-
Disponibilidade de pasto	UP	1,00	1,00	1,00	1,00
Disponibilidade milho para alimentação	t	0,16	0,18	0,26	0,26
Disponibilidade de silo	Cr\$	-	-	15,41	26,57
Disponibilidade de silagem	t	-	-	0,21	0,22

À guisa de orientação, cabem ainda algumas informações complementares sobre a atividade leiteira, baseadas na amostra levantada, que são a taxa de lotação por hectare, produção média (Quadro 29) e itens que determinaram o capital de giro (Quadro 30) para cada estrato.

QUADRO 29. Rebanho Leiteiro Estudado: Taxa de Lotação das Pastagens e Produção Média Diária por Vaca em Lactação, por Estrato, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Estrato	Produção Leiteira		Taxa de Lotação UA/ha
	"Seca (litros)"	"Águas"	
1	7,4	6,4	1,54
2	7,8	6,9	1,23
3	8,0	7,0	0,87
4	8,3	7,3	0,83

QUADRO 30. Participação Porcentual dos Itens que Compõem o Capital de Giro da Atividade Gado de Leite, para as Empresas com Características Leiteiras, da Bacia de Lins, Estado de São Paulo, 1970

Itens	Estrato	Estrato	Estrato	Estrato
	1	2	3	4
Alimentação adquirida	68,7	58,6	67,4	50,6
Vacinas e medicamentos	8,5	13,5	11,2	15,9
Energia para a picadeira	14,1	14,4	9,6	13,7
Combustível trator e graxa, óleo, filtros	-	7,3	6,5	8,0
Sal comum, mineral e farinha de ossos	8,7	6,2	5,3	11,8
Total	100,0	100,0	100,0	100,0