APLICAÇÃO DE UM MODELO DE PROGRAMAÇÃO RECURSIVA AO
ESTUDO DO CRESCIMENTO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA NA REGIÃO
DE CAMPINAS, ESTADO DE SÃO PAULO, 1970/71 A 1976/77

ANTONIO CELSO GEMENTE

Orientador: FERNANDO CURI PERES

Dissertação apresentada à Escola Superior de
Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade
de São Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Economia Agrária.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
* setembro, 1978

A meus pais

AGRADECIMENTOS

A Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), pela oportunidade oferecida de frequentar o Curso de Pós-Graduação.

Ao Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA), que forneceu a maior parte dos dados utilizados neste trabalho, além do suporte financeiro através do Projeto "Projeção e Planejamento do Desenvolvimento Agrícola do Estado de São Paulo".

Ao Professor Fernando Curi Peres, pela valiosa orientação oferecida durante toda a fase de desenvolvimento do trabalho.

Aos Professores José Ferreira de Noronha e Rodolfo Hoffmann, pela leitura dos originais, contribuindo com importantes sugestões.

Aos colegas Antonio Carlos Roessing, Luiz Antonio Pinazza e Yuly Ivete Miazaki de Toledo, que participaram da realização de grande parte deste trabalho.

A Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI), representada pelos Eng^o Agr^o Adibe Jorge Roston e Eng^o Agr^o Carlos Lorenna, por suas contribuições a este trabalho.

Aos colegas, professores e funcionários do Departamento de Economia e Sociologia Rural da ESALQ.

A Fundação Ford, pelo suporte financeiro para a publicação deste trabalho.

A todos que, direta ou indiretamente, tenham auxiliado na realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Pág.
LISTA DE TABELAS	vii
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	1
1. INTRODUÇÃO	4
1.1 - Considerações Gerais	4
1.2 - O Problema	6
1.3 - Objetivos e Pressuposições	11
2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E FONTE DE DADOS	14
2.1 - A Área de Estudo	14
2.2 - História da Agricultura Paulista e Resumo das Políti cas Recentes Para o Setor Agrícola	20
2.3 - A Fonte de Dados	24
3. METODOLOGIA	26
3.1 - O Modelo Básico	26
3.2 - O Modelo Empírico	36
3.2.1 - As atividades	36
3.2.2 - O critério de otimização	47
3.2.3 - Modelo de expectativa de preços	50
3.2.4 - O conjunto das equações restritivas	53
3.2.4.1 - Restrições de terra	53
3.2.4.2 - Restrições de mão-de-obra	54
3.2.4.3 - Restrições financeiras	55

	Pág.
3.2.4.4 - Restrições de máquinas e animais de trabalho	57
3.2.4.5 - Balanço de insumos variáveis ...	58
3.2.4.6 - Balanço de produção, consumo e venda	59
3.2.4.7 - Balanço de pasto	60
3.2.4.8 - Balanço das culturas perenes ..	60
3.2.4.9 - Restrições de comportamento (coe ficientes de flexibilidade)	60
3.2.4.10 - Restrições não-negativas	61
3.2.5 - As disponibilidades (RHS)	61
3.2.5.1 - Terra	62
3.2.5.2 - Mão-de-obra	62
3.2.5.3 - Caixa (capital de giro)	65
3.2.5.4 - Crédito	66
3.2.5.5 - Máquinas	67
3.2.5.6 - Animal de trabalho	68
3.2.5.7 - Culturas perenes	68
3.2.5.8 - Coeficientes de flexibilidade ..	69
3.3 - A Estratificação e Extensão do Modelo	73
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	78
4.1 - Uso da Terra	78
4.2 - Composição das Atividades	84

	Pág.
4.2.1 - Culturas anuais e perenes	84
4.2.2 - Pecuária e pastagens	85
4.3 - Produtividade dos Fatores de Produção	89
4.3.1 - Retorno	90
4.3.2 - Produtividade da terra	91
4.3.3 - Produtividade do trabalho	93
4.3.4 - Produtividade do capital	94
4.4 - Proporcionalidade Entre os Fatores de Produção ...	99
4.4.1 - Trabalho e terra	99
4.4.2 - Trabalho e trator	107
4.4.3 - Animal de trabalho e outros fatores	109
4.5 - Uso do Capital Financeiro	113
4.6 - Retorno por Propriedade	116
4.7 - Confronto com os Dados Disponíveis	119
5. CONCLUSÕES	141
6. SUMMARY	144
7. BIBLIOGRAFIA	147
APÊNDICE 1	151
APÊNDICE 2	163
APÊNDICE 3	171

LISTA DE TABELAS

TABELA		Pág.
1	Área, em hectares, das principais culturas da DIRA de Campinas e sub-regiões	18
2	Distribuição por área, em hectares, e em porcentagem, das atividades pecuárias, florestais e algumas formações vegetais, na DIRA de Campinas e sub-regiões	19
3	Terra utilizada em culturas anuais, culturas perenes, pastagens e terra total utilizada, em hectares, por estrato de área e a cada ano	81
4	RETORNO, em mil cruzeiros de 1970, por estrato de área e por ano	90
5	Produtividade da terra, em cruzeiros de 1970 por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano. Produtividade do trabalho, em cruzeiros de 1970 por dias-homens empregados, por estrato de área e por ano. Produtividade do capital, por estrato de área e por ano	97
6	Relação TRABALHO/TERRA, em dias-homens empregados por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano	100
7	Relação FERTILIZANTES/TERRA, em quilogramas por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano. Relação INSUMOS MODERNOS/TERRA, em cruzeiros de 1970 por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano	104

TABELA

Pág.

8	Relação TRABALHO/TRATOR, em dias-homens empregados por dias-máquina utilizados, por estrato de área e por ano	107
9	Relação ANIMAL/TERRA, em dias-animal empregados por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano. Relação TRABALHO/ANIMAL, em dias-homens por dias-animal empregados, por estrato de área e por ano. Relação TRATOR/ANIMAL, em dias-máquina por dias-animal empregados, por estrato de área e por ano	111
10	Relação CAIXA/TERRA, em cruzeiros de 1970 por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano	115
11	Distribuição média da renda, em cruzeiros de 1970 por propriedade, por estrato de área e por ano ...	117
12	Resultados do teste usado no confronto com os dados observados, para cinco culturas, por estrato de área e para a região	124

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Pág.
1	Localização da DIRA de Campinas no Estado de São Paulo	15
2	Aproximação de uma função de produção usual através da P.L.	28
3	Esquema geral do modelo básico, mostrando as principais atividades e restrições em determinado período	35
4	Oferta regional de trabalhadores contratados ...	64
5	Arranjo das matrizes para a competição regional entre os sub-agregados	77
6	Terra utilizada em culturas anuais	82
7	Terra utilizada em culturas perenes	82
8	Terra utilizada em pastagens	83
9	Terra total utilizada	83
10	Índices de crescimento de pecuária bovina de corte	86
11	Índices de crescimento de pecuária de leite B ..	86
12	Índices de crescimento de pecuária de leite C ..	87
13	Índices de crescimento do RETORNO	91
14	Produtividade da terra	97
15	Produtividade do trabalho	98
16	Produtividade do capital	98
17	Relação TRABALHO/TERRA	101

FIGURA		Pág.
18	Relação FERTILIZANTE/TERRA	104
19	Relação INSUMOS MODERNOS/TERRA	105
20	Relação TRABALHO/TRATOR	108
21	Relação ANIMAL/TERRA	111
22	Relação TRATOR/ANIMAL	112
23	Relação TRABALHO/ANIMAL	112
24	Relação CAIXA/TERRA	115
25	RETORNO/PROPRIEDADE	118
26	Índices das áreas plantadas com algodão	125
27	Índices das áreas plantadas com batata da seca na DIRA	126
28	Índices das áreas plantadas com café	127
29	Índices das áreas plantadas com feijão das águas..	128
30	Índices das áreas plantadas com milho	129

RESUMO

O presente trabalho utiliza-se de um modelo de programação recursiva para reproduzir o padrão de crescimento da produção agrícola na Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Campinas, Estado de São Paulo, no período 1970/71 a 1976/77. Este é o seu principal objetivo, ao qual juntam-se dois outros: a discussão dos procedimentos complementares ao modelo básico necessários àquela reprodução, e a avaliação do desempenho do modelo. Os dados utilizados no trabalho foram fornecidos pelo Instituto de Economia Agrícola de São Paulo.

No capítulo de metodologia apresenta-se detalhadamente o modelo básico e o modelo empírico. O modelo de programação recursiva usa a técnica de programação linear para maximizar uma função de receita líquida das atividades agrícolas realizadas na região, sujeita a um conjunto de restrições, que traduzem as disponi-

bilidades de recursos; trata-se de um modelo dinâmico, em que as soluções de períodos anteriores são transferidas para o período corrente através de funções recursivas específicas. Como extensão deste capítulo, menciona-se que as propriedades agrícolas da região foram divididas em três estratos de área para atender a pressuposição que cada um adota caminhos diversos de evolução devido às diferentes proporções de recursos entre eles; assume-se também que existe homogeneidade nos estratos de área, o que os possibilita a obedecerem um único critério de otimização.

Os resultados são apresentados como se segue: (a) em termos de uso da terra, verificou-se que houve flexibilidade no seu uso para culturas anuais e pastagens, enquanto terras para culturas anuais foram restritivas; (b) na análise sobre as produtividades dos fatores terra, trabalho e capital, constatou-se que os maiores acrescimos na região ocorreram nesta ordem; (c) quanto às mudanças na proporcionalidade entre os fatores de produção, observou-se que as leves tendências no período não confirmam nenhuma hipótese clara a esse respeito; (d) com relação ao uso do capital financeiro, verificou-se que houve excesso de liquidez no sistema; (e) no caso da distribuição da receita líquida observada por propriedade, constatou-se que o grupo das grandes propriedades é nitidamente favorecido; (f) finalmente realizou-se um confronto com dados reais observados, para várias atividades escolhidas, evidenciando-se que poucos ajustamentos conseguem alguma explicação, segundo o teste utilizado.

No capítulo de conclusões, admite-se que o fraco desempenho do modelo está associado: (a) às poucas alternativas de tecnologia que se permitiu; (b) à ausência de competição regional; e (c) à diversidade e extensão regionais que ofereceram grandes obstáculos à simulação do crescimento da produção agrícola no período.

1. INTRODUÇÃO.

1.1 - Considerações Gerais

O conhecimento do setor agrícola de uma região, na medida em que este participa do processo através do qual se realiza o desenvolvimento da economia regional, torna-se indispensável para a análise das causas e implicações daquele processo. Neste trabalho a atenção é voltada para o caso da Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Campinas, no período que abrange os anos agrícolas de 1970/71 a 1976/77.

A base de que se partiu para empreender a tarefa de compreensão do crescimento agrícola regional foi a estruturação do processo de tomada de decisões da unidade produtiva agrícola em termos agregados. Tentou-se a simulação de como se procedem as decisões acerca do que e quanto produzir em uma determinada região, tendo-se em conta as condições internas e externas que as influenciam. Isto

foi realizado com o auxílio de um modelo de programação matemática que procura incorporar todos os elementos relevantes para o problema. 1/

O modelo de programação recursiva foi primeiramente desenvolvido por DAY (1963) e aplicado sucessivamente por HEIDHUES (1966), SINGH (1971) e AHN (1972). Trata-se de um critério de otimização sequencial, no qual as decisões de períodos anteriores influenciam as decisões do período corrente, e assim por diante, dentro dos limites de um horizonte de planejamento. Em cada período se estabelece uma função-objetivo linear (margem bruta) a ser maximizada, sujeita a um conjunto de restrições; estas traduzem a disponibilidade dos recursos existentes. A solução conseguida se transfere para os períodos subsequentes através de funções recursivas específicas.

O modelo é dinâmico (visto que consegue incorporar a variável tempo por meio do mecanismo recursivo), mas difere de outros modelos de programação dinâmica que assumem um único critério de otimização abrangendo todo o horizonte de planejamento. Dessa maneira, o modelo recursivo pode trabalhar com bastante flexibilidade, permitindo ajustamentos período a período e, portanto, com possibilidade de reverter expectativas, procedimento que parece melhor a-proximar-se do processo de tomada de decisões. Em contrapartida, esbarra em problemas como o do plano de investimentos, já que não dis

1/ O presente trabalho integra um projeto amplo de análise do comportamento do setor agrícola de São Paulo, a cargo do Instituto de Economia Agrícola da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo.

põe de um horizonte que iguale adequadamente as oportunidades presentes e futuras.

Os estabelecimentos agropecuários da região foram classificados em três estratos de área, representando as propriedades pequena, média e grande. As matrizes tecnológicas obedecem a ligeiras variações para atender a essa estratificação, o componente que as diferencia de fato são as diferentes disponibilidades de recursos entre os estratos. Paralelamente à construção das matrizes fez-se uso de um modelo simples de expectativa dos preços dos produtos agrícolas, cujos preços reais defasados de um ano foram inflacionados para acompanhar melhor o comportamento dos produtores numa economia inflacionária como a brasileira.

Para o primeiro período de funcionamento do modelo são necessários dados sobre a região que forneçam o suporte para o cálculo dos coeficientes técnicos e da capacidade disponível. Os dados de períodos posteriores servirão para testar o modelo na sua eficiência em reproduzir a história da agricultura regional.

1.2 - O Problema

As tentativas de entender o desenvolvimento agrícola fazem-se, necessariamente, integrando-o no conceito geral de desenvolvimento que diversas teorias buscam explicar. Mas as teorias desenvolvimentistas, por sua própria natureza, têm que tratar com grandes generalizações, e comumente assumem a forma de análises qualitativas; nestas, apenas as variáveis econômicas julgadas mais impor-

tantes são consideradas, com elevado grau de abstração. A formalização quantitativa do problema nem sempre é possível ou desejável dada a sua complexidade. Exemplos clássicos de esforços nesse sentido são o modelo de crescimento de VON NEUMANN (1945) e a análise inter setorial efetuada por LEONTIEF (1953) nos modelos de insumo-produto, ambos concorrendo para o desenvolvimento das técnicas de programação matemática.

O modo pelo qual se realiza a transformação na agricultura assume importância que se faz sentir conforme o estágio geral de desenvolvimento dos países. Segundo HAYAMI e RUTTAN (1971), o desenvolvimento é obtido quando se realiza a melhor escolha para o processo de mudança tecnológica na agricultura, em função dos recursos disponíveis. Isto é particularmente de interesse no caso de países menos desenvolvidos em que, via de regra, a agricultura é o setor tradicional da economia. Nesses países o desempenho da agricultura tem maior relevo pela quantidade de recursos aí empregados, e também pela responsabilidade de gerar porção considerável da renda e divisas nacionais. À medida que o grau de desenvolvimento é maior, a importância relativa da agricultura tende a diminuir, embora seu papel durante e após as fases mais intensas das mudanças na economia, seja quase sempre decisivo.

O Brasil conta com um parque industrial de porte, ao lado de um setor de serviços em expansão, mas existem disparidades regionais e intersetoriais na economia brasileira. A diferença entre a agricultura praticada no Sul — Sudeste e no Norte — Nordeste,

por exemplo, é grande em favor daquela; neste ambiente diferenciado parece claro que devam existir traços distintivos entre o esquema de desenvolvimento de ambas. Contribuições no sentido de esclarecer alguns aspectos de um ou outro tipo podem servir para compreendê-los melhor.

O mecanismo de preços é o principal componente que age sobre as decisões na esfera econômica, mas não é absolutamente o único. No caso da agricultura de países subdesenvolvidos, por exemplo, o agricultor nas regiões mais atrasadas ou distantes (ou mantido marginalizado nas regiões mais desenvolvidas) condiciona-se à subsistência. Isso leva, mesmo quando não se caracterizam casos extremos, às seguintes consequências: (a) o objetivo de perseguição de lucro máximo não é critério absoluto no processo de decisão; (b) os incentivos de mercado não obtêm pronta resposta; e (c) as políticas orientadas para o setor podem sofrer distorções nos seus resultados em relação aos objetivos originais.

Mesmo abstraindo-se do condicionamento primordial à subsistência na agricultura mais atrasada, ainda existem razões ponderáveis que explicam as mudanças geralmente lentas na agricultura. Sabe-se que esse setor abriga possibilidades de frustrações, que aumentam a incerteza das atividades realizadas, mais que em outros setores. Por esta razão a composição das atividades agrícolas tendem à diversificação e não à especialização, salvo poucas exceções. A unidade de produção na agricultura é a firma de muitos produtos, os quais concorrem entre si pelos recursos comuns disponíveis. Em al-

guns segmentos da agricultura existe a contrapartida da unidade de consumo que se constitui na família do proprietário e seus dependentes. Essas interdependências que se estabelecem entre os produtos que usam os mesmos insumos, e eventualmente entre consumo e renda, dão características especiais às atividades econômicas, principalmente quando se focaliza a oferta de produtos agrícolas. DAY (1963) enfatiza que as equações de oferta dos modelos econométricos com dados de séries temporais não consideram esses aspectos importantes porque são relativamente poucas as variáveis independentes que os integram.

A elasticidade da oferta reflete, entre outras coisas, a tecnologia empregada. A adoção de novas tecnologias, principalmente a mecânica, implica normalmente em grandes inversões que podem se tornar antieconômicas face à rápida e constante variação nos preços relativos dos produtos, e dos insumos tradicionais e modernos, em confronto com a lenta desincompatibilização ou especificidade da nova tecnologia tornada antieconômica.

Uma tentativa de considerar todos esses aspectos importantes é o modelo de defasagem distribuída no tempo de NERLOVE (1958), que trabalha com os fatores incerteza e/ou rigidez nos ajustamentos das forças de oferta e demanda no curto e longo prazos. De forma semelhante procede o modelo de Henderson de utilização da terra (para oferta no curto prazo), do qual o modelo de programação recursiva é derivado diretamente.

Na unidade de produção agrícola dois componentes básicos atuam simultaneamente. O primeiro refere-se às condições internas da empresa que se traduz nas suas disponibilidades de recursos. Mudanças nessas disponibilidades alteram a proporção entre os fatores de produção e, portanto, a tecnologia. O segundo desses componentes diz respeito às condições externas onde existem a competiçãõ por recursos e a presença institucional na forma de políticas orientadas para o setor agrícola e os dispositivos legais. Este último incide sobre todas as unidades de produção, ao passo que a competição por recursos e a sua disponibilidade interna podem levar a que se distingam numa mesma região agregados que se comportam de modo diferenciado.

DAY (1963) sumariza o conjunto de forças que atuam na unidade de produção agrícola dizendo que "um modelo adequado de produção deveria incluir pelo menos as seguintes:

- (a) a interdependência de produtos que usam insumos comuns;
- (b) ajustamento no tempo;
- (c) mudança tecnológica;
- (d) ação política planejada;
- (e) mudanças nos componentes área e rendimentos das atividades produtivas;
- (f) incerteza;
- (g) demanda, oferta e interações de preços;
- (h) oferta agregada de fatores de produção;

- (i) taxas de investimento em fatores fixos no curto prazo; e
- (j) especialização regional e competição."

A eficiência na alocação de recursos, a capacidade de gerar empregos, a demanda por fatores não agrícolas e a oferta de produtos agrícolas, o impacto de políticas como o crédito rural, preços mínimos, e subsídios a insumos modernos, formação e utilização de capital, e o uso da terra, entre outros, são alguns pontos que interessam na avaliação do desempenho do setor agrícola. Os problemas no tratamento desse tema referem-se ao trabalho de coleta e levantamento dos dados necessários, e a forma pela qual se poderia envolver todas as variáveis relevantes sem perda de sua generalidade e precisão.

O modelo recursivo parece potencialmente poder captar todas aquelas forças econômicas mencionadas há pouco que incidem sobre os centros de decisão, desde que se disponha das informações necessárias. Os resultados a que chegaram outros autores no uso do modelo de programação recursiva, juntamente com as possibilidades de que é dotado, permitiam prever sua escolha como satisfatória para os objetivos que se tinha em mente.

1.3 - Objetivos e Pressuposições

Os objetivos deste estudo são os seguintes:

- (a) elaborar um modelo de programação recursiva capaz de reproduzir o padrão de evolução da produção agrícola de uma região durante determinado período;

(b) discutir os procedimentos complementares ao modelo básico necessários a esta reprodução;

(c) avaliar o desempenho do modelo na reprodução daquela evolução.

O estudo não persegue nenhum outro objetivo específico entre os que potencialmente permite o modelo, mas estudos adicionais de simulação ou projeções podem ser feitas com base na sua estrutura. ^{2/}

A pressuposição básica do trabalho é de que as decisões das unidades produtivas agrícolas obedecem a um critério único que representa o agregado das decisões individuais efetivamente realizadas.

Visto que dificilmente se pode fazer esta pressuposição para toda a região, isto é transposto para os sub-agregados dispostos em termos de estratos de área segundo o tamanho das propriedades. Nestes, a pressuposição é que cada um escolhe caminhos diversos no esquema produtivo que resultam de diferentes proporções entre seus recursos disponíveis.

As decisões de todos os estratos de área podem ser novamente agregadas caso se proceda à competição por recursos regionais usando uma técnica simples de partição de matrizes. Neste estudo, no entanto, não se procede desse modo, sendo o agregado regional

^{2/} Os trabalhos de SINGH (1971) e AHN (1972) contêm referências explícitas a esse respeito.

simplesmente o somatório dos valores obtidos nos estrados de área escolhidos.

2. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA E FONTE DE DADOS

2.1 - A Área de Estudo

A Divisão Regional Agrícola (DIRA) de Campinas abrange uma área geográfica de aproximadamente 2.300.000 hectares, localizada numa faixa de terra mais ou menos na porção Centro-Nordeste do Estado de São Paulo, conforme mostra a Figura 1.

As DIRAs do Estado de São Paulo originaram-se de pequenas modificações efetuadas no trabalho de divisão administrativa do Estado posto em prática a partir de 1967. De acordo com VOLLET (1974, p. 35): "A equipe técnica da Secretaria de Economia e Planejamento, que elaborou o modelo de regionalização, adotou o critério de polarização urbana, ou seja, a integração de alguns centros em torno de polos urbanos (cidades), que satisfizessem certas exigências no sentido de serem um foco de atração para esses centros".

Figura 1 - Localização da DIRA de Campinas no Estado de São Paulo.

A DIRA de Campinas conta com 67 municípios distribuídos por 6 sub-regiões que levam o nome da cidade sede:

1. Sub-região de Campinas;
2. Sub-região de Casa Branca;
3. Sub-região de Limeira;
4. Sub-região de Piracicaba;
5. Sub-região de Rio Claro;
6. Sub-região de São João da Boa Vista.

Duas particularidades com respeito à região escolhida para o estudo merecem atenção: a posição geográfica e econômica privilegiadas que lhe assegura alto grau de desenvolvimento, e sua extensão territorial, ambas concorrendo para a grande diversificação de atividades. A proximidade com o maior centro industrial do país — a área metropolitana do grande São Paulo — e contendo em seus próprios limites outros centros também bastante desenvolvidos, fazem-na uma região progressista.

A despeito da diversificação da região, que abrange grande heterogeneidade de solos, de topografia e de composição das atividades agropecuárias, o trabalho de VOLLET (1974) mantém quatro das seis sub-regiões atuais ainda agrupadas, incluindo uma outra quinta, contudo em função apenas do critério de contiguidade geográfica; as sub-regiões excluídas foram as de Piracicaba e Rio Claro. O autor conclui que nas sub-regiões finalmente agrupadas são escassas as propriedades rurais com grandes áreas, com predominância de culturas

permanentes, de pastagens naturais, de rebanhos bovinos de leite, e elevada porcentagem de área cultivada em relação à área total.

Na sub-região de Piracicaba se destaca a cultura da cana-de-açúcar e a bovinocultura de corte, enquanto na sub-região de Rio Claro a cana e o reflorestamento são predominantes. Já na sub-região de Campinas é característico a produção em pequenas propriedades do tipo empresa familiar como as de produtos hortigrangeiros, inclusive com uma importante zona de fruticultura temperada. É também bacia leiteira considerável em conjunto com a sub-região de Casa Branca (Mococa) que, além do leite, possui zonas especializadas em batata e cebola. Na sub-região de Limeira predomina a cultura de citrus e São João da Boa Vista é a sub-região menos caracterizada, mas onde se destacam o café, milho, algodão, e a batata, além de atividades pecuárias e florestais.

As principais atividades agropecuárias da DIRA de Campinas e das sub-regiões são mostradas nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1 - Área, em hectares, das principais culturas da DIRA de Campinas e sub-regiões.

CULTURAS	DIRA de Campinas e Sub-Regiões						
	DIRA	Campinas	Casa Branca	Limreira	Piracicaba	Rio Claro	S.J. da Boa Vista
Soma das áreas das principais culturas	712.518	79.302	108.100	191.543	178.828	55.757	98.878
Café	58.340 (7,91)*	12.385 (15,59)	22.795 (21,09)	1.557 (0,81)	713 (0,40)	4.398 (7,89)	14.512 (14,88)
Cana para Indústria	272.088 (38,18)	10.710 (13,51)	14.850 (13,74)	88.842 (35,84)	137.224 (78,89)	23.878 (42,83)	18.562 (18,75)
Cana para Forragem	8.911 (1,25)	1.586 (1,97)	2.088 (1,93)	1.149 (0,60)	1.230 (0,69)	1.400 (2,51)	1.480 (1,50)
Milho	192.182 (18,55)	28.918 (36,46)	32.858 (30,40)	19.430 (10,14)	17.048 (9,53)	13.315 (23,88)	20.817 (20,85)
Algodão	76.588 (10,75)	11.312 (14,28)	8.041 (8,38)	31.748 (16,57)	5.400 (3,02)	706 (1,27)	18.383 (18,57)
Amendoim das Águas	735 (0,10)	41 (0,05)	98 (0,09)	296 (0,15)	97 (0,05)	113 (0,20)	80 (0,09)
Amendoim de Seca	140 (0,02)	4 (0,01)	56 (0,05)	83 (0,03)	10 (0,01)	—	7 (0,01)
Laranja	82.481 (11,57)	8.434 (8,11)	3.248 (3,00)	53.853 (28,12)	4.220 (2,36)	4.378 (7,85)	10.328 (10,45)
Arroz	42.543 (5,97)	3.753 (4,73)	9.847 (8,92)	8.014 (4,18)	7.489 (4,19)	5.663 (10,16)	7.977 (8,07)
Mandioca	19.283 (2,71)	860 (0,83)	3.028 (2,80)	5.225 (2,73)	3.169 (1,77)	1.308 (2,35)	5.893 (5,86)
Batata das Águas	7.489 (1,05)	345 (0,44)	5.263 (4,87)	40 (0,02)	140 (0,08)	151 (0,27)	1.550 (1,57)
Batata de Seca	3.088 (0,43)	322 (0,41)	1.771 (1,64)	—	119 (0,07)	8 (0,01)	868 (0,88)
Batata de Inverno	1.836 (0,23)	313 (0,39)	514 (0,48)	33 (0,02)	6 (0,00)	—	770 (0,78)
Tomate Enverdeado	1.650 (0,23)	977 (1,23)	47 (0,04)	154 (0,08)	381 (0,21)	2 (0,00)	89 (0,09)
Tomate Rasteiro	8 (0,00)	4 (0,01)	—	4 (0,00)	—	—	—
Feijão das Águas	8.685 (1,22)	2.017 (2,54)	1.556 (1,44)	1.409 (0,74)	1.860 (1,04)	517 (0,93)	1.386 (1,32)
Feijão de Seca	9.478 (1,33)	1.318 (1,66)	3.933 (3,64)	1.173 (0,61)	1.794 (1,00)	893 (1,24)	585 (0,57)
Banana	553 (0,08)	251 (0,32)	28 (0,02)	31 (0,02)	84 (0,05)	5 (0,01)	156 (0,16)
Soja	4.019 (0,56)	831 (0,80)	1.772 (1,64)	299 (0,16)	—	—	1.317 (1,33)
Cebola	3.220 (0,45)	79 (0,10)	2.842 (2,72)	3 (0,00)	49 (0,03)	3 (0,01)	144 (0,15)

FONTE: Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo, IEA, 1974.

(a) Os números entre parênteses referem-se à porcentagem em relação à área total na DIRA e sub-regiões.

Tabela 2 - Distribuição por área, em hectares, e em porcentagem, das atividades pecuárias, florestais e algumas formações vegetais, na DIRA de Campinas e sub-regiões.

ATIVIDADES		DIRA de Campinas e Sub-Regiões						
		Campinas	Casa Branca	Lineira	Piracicaba	Rio Claro	S.J. da Boa Vista	DIRA
Soma das Áreas em Pecuária	Área	134.470	236.955	89.588	126.878	178.219	184.404	949.914
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Pasto Natural	Área	70.458	98.305	44.065	78.317	62.645	100.486	454.276
	%	52,40	41,59	49,19	61,73	35,15	54,49	47,82
Cerrado	Área	2.053	15.084	8.411	11.925	47.701	13.544	98.718
	%	1,53	6,38	9,36	9,40	26,77	7,34	10,39
Pasto Formado	Área	81.959	122.966	37.112	36.636	67.873	70.374	396.920
	%	46,08	52,03	41,43	28,87	38,08	38,18	41,78
Soma das Áreas em Atividades Florestais	Área	23.567	32.706	20.213	19.768	50.466	40.013	186.735
	%	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Mata Natural	Área	13.709	23.276	12.856	4.779	26.293	12.790	93.703
	%	58,17	71,17	63,60	24,18	52,10	31,96	50,18
Cerradão	Área	48	932	3.285	3.142	9.904	4.475	21.788
	%	0,20	2,85	16,25	15,89	19,62	11,18	11,67
Pinus	Área	301	529	75	74	1.637	2.542	5.158
	%	1,28	1,62	0,37	0,37	3,24	6,35	2,76
Eucalipto	Área	9.502	7.969	3.997	11.768	12.634	20.206	66.076
	%	40,32	24,37	19,77	59,53	25,03	50,50	35,38
Quiri	Área	7	—	—	5	—	—	12
	%	0,03	—	—	0,03	—	—	0,01

FONTE: Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo, IEA, 1974.

2.2 - História da Agricultura Paulista e Resumo das Políticas Recentes Para o Setor Agrícola

Em linhas gerais, o desenvolvimento histórico da agricultura em São Paulo alcança importância com o advento da cultura cafeeira por volta da última metade do século XIX, vinda do Estado do Rio de Janeiro através do Vale do Paraíba, e daí passando às terras novas e melhores do Planalto Atlântico em direção ao oeste do Estado de São Paulo. O ano de 1929 assinala a derrocada da economia cafeeira em vista da queda vertiginosa das cotações gerais na Bolsa de Valores de Nova York. Mas simultaneamente muitos fatos novos haviam modificado o panorama da economia desde o surgimento do café: a abolição da escravatura, a imigração estrangeira, a proclamação da República, a I.^a Grande Guerra e outros acontecimentos em sequência desembocaram no fim da década de vinte para encontrar o ambiente social inteiramente transformado. A industrialização ganhara corpo, a população urbana aumentara de número e importância, e o setor rural volta-se para atender à demanda das cidades, em meio à desvalorização das terras e à crise externa. ^{3/}

O esfacelamento do sistema de colonato que já andara desarticulado com a progressão do café para áreas mais afastadas, a ascensão do imigrante italiano e a recente imigração japonesa, foram os fatores conjugados que influenciaram o aparecimento de peque

^{3/} Este histórico apresentado baseia-se em grande parte no texto correspondente do volume "Desenvolvimento da Agricultura Paulista", IEA, 1971.

nas e médias propriedades com sentido comercial nas zonas próximas aos grandes centros urbanos da época. As produções de subsistência e a parceria vão sendo progressivamente marginalizadas ou virtualmente afastadas para locais cada vez mais distantes ou estagnados.

Segue-se um período de diversificação agrícola que se estende até a II.^a Guerra Mundial, em que ocorre grande desenvolvimento da cultura algodoeira ao lado de mudanças políticas que fortalecem o governo central passando este a intervir diretamente em muitos setores da economia, inclusive a agricultura. No decorrer da guerra, toma impulso no Estado a produção de açúcar e álcool, em função das dificuldades do comércio com o Nordeste brasileiro, o produtor tradicional de cana-de-açúcar. Após o fim da guerra, impulsionado pelo recente surto de industrialização e pela obtenção de divisas através da venda dos estoques armazenados dos produtos exportáveis, o país continua aceleradamente o processo de substituição de importações com crescimento industrial, e enfrenta as primeiras crises de abastecimento urbano e alta geral dos preços. Data desta época a valorização dos produtos de consumo interno como o amendoim, o milho e o arroz, juntamente com os hortigranjeiros.

Na década de 50 intensificam-se os instrumentos de apoio à industrialização — como a manipulação de taxas cambiais, impostos sobre produtos agrícolas de exportação — ao mesmo tempo em que recrudesce o processo inflacionário. As medidas então tomadas favorecem nitidamente as áreas urbanas com a agricultura envolvida em taxaões e tabelamentos. Não obstante, o café fora parcialmente rea

bilitado (com mais intensidade fora do Estado de São Paulo) pela boa cotação internacional no início da década, a cana-de-açúcar produzida na região suplantava a produção nordestina, e o milho aumentava de produtividade com a difusão de sementes híbridas, ao passo que as culturas alimentícias e tradicionais sofriam decréscimos de produtividade devido à falta de incentivos e ao controle de preços. A pecuária se solidifica, em parte devido a que a compra de terras funciona como reserva de valor face à inflação crescente.

O início dos anos 60 é marcado por agitações sociais e políticas que resultam no estabelecimento de um novo regime a partir de 1964.

A política oficial em relação à agricultura nos anos recentes formam um conjunto de medidas pouco mais que imediatistas, que não apontam para uma direção definida, antes atendem a necessidades ditadas por contingências do momento. Em parte, ainda se mantém a orientação praticada no auge do período de substituição de importações (1955-61) de privilégio ao setor urbano a expensas da agricultura, mas com algumas mudanças.

A agricultura de exportação, por exemplo, recebeu incentivos, enquanto se persiste no congelamento de preços dos produtos alimentares básicos. Os anos que se seguiram à mudança do regime, até por volta de 1967/68, foram de busca da estabilização política e luta contra inflação em que a agricultura tradicional de alimentos sofreu rígido controle governamental.

A partir de 1969, por um período que se estendeu até 1972/73, o Brasil conheceu um período de euforia com taxas de crescimento elevadas, exportações crescentes e com a inflação em declínio por causa da austeridade praticada durante os primeiros anos do novo regime. Essa situação sofre inflexão a partir de 1974/75.

Nesse intervalo, as políticas para o setor agrícola podem ser resumidas em:

(a) incentivos à exportação dos produtos agrícolas que contavam com boa perspectiva no comércio internacional (exemplo: taxas de câmbio mais realistas, isenção de alguns impostos sobre exportação, etc.);

(b) controle de preços de produtos destinados ao mercado interno (exemplo: tabelamento de alimentos);

(c) incentivos gerais (exemplo: crédito agrícola subsidiado, garantia de preços mínimos, subsídios diretos ao uso de insumos modernos, incentivos fiscais, etc.).

As políticas acima não foram aplicadas sistematicamente durante o período. Assim, os incentivos fiscais contemplaram apenas algumas regiões como a Amazônia, Nordeste, e outras, com resultados ainda não totalmente avaliados; a isenção de impostos sobre exportações oscilam de produto a produto, e conforme a época; a garantia de preços mínimos, na maioria dos casos revela-se incapaz de cumprir sua função como suporte da produção; os subsídios têm sido criticados pelo seu paternalismo e discriminação em favor de gru

pos de médios e grandes proprietários; e os tabelamentos de produtos básicos têm com frequência obrigado à importação de produtos de fora do país para normalizar o abastecimento.

Em compensação, nas regiões e para os produtores que têm acesso aos benefícios da política agrícola (cujo núcleo é o crédito agrícola subsidiado), constata-se o incremento da produtividade em função do uso maciço principalmente de fertilizantes e maquinaria agrícola. É o caso da soja e da cana-de-açúcar no Sul e Sudeste, que contaram ainda com excelentes condições no mercado externo. O café, após a política de erradiação durante os anos 60 recebeu no vo ânimo recentemente; o trigo não conseguiu a meta desejada, apesar de ser talvez o único produto com preço mínimo sistematicamente acima dos custos de produção por ocasião da colheita; e a pecuária está quase estagnada na criação extensiva com baixo índice tecnológico.

O quadro descrito é bastante geral, e naturalmente a região em estudo possui particularidades que a distingue do caso brasileiro como um todo.

2.3 - A Fonte de Dados

A fonte básica dos dados utilizados nesse estudo foram os levantamentos estatísticos executados pelos técnicos da Coordenadoria de Assistência Técnica Integral (CATI) sob a coordenação do Instituto de Economia Agrícola (IEA), órgãos da Secretaria da

Agricultura do Estado de São Paulo. Esses levantamentos servem para se proceder a estimativas e previsões de safras agrícolas no Estado.

O preenchimento dos questionários é efetuado cinco vezes durante o ano agrícola, nos meses de setembro, janeiro (ou fevereiro), março (ou abril), e junho, com ligeiras variações entre os mesmos para atender aos objetivos propostos. A amostragem inclui as propriedades agrícolas acima de 3 hectares, distribuídas em 12 estratos de área. As estimativas até 1973 foram obtidas de maneira a possuir erros padrões de mais ou menos 5% do seu valor, a nível de Estado; a partir de 1974 um projeto específico do IEA amplia a amostra para obter estimativas que não apresentem erros padrões maiores que mais ou menos 10% ao nível das DIRAs do Estado de São Paulo, segundo o trabalho de CAMPOS e PIVA (1974).

Os levantamentos são representativos para os principais produtos do Estado, mas não tratam, ou não se preocupam, com atividades demasiadamente localizadas ou com áreas especializadas, já que os objetivos são mais gerais. Também, com raras exceções (café e laranja, que têm questionários especiais), a unidade de observação é a propriedade e não os produtos; estes são levantados conjuntamente.

Além desses dados primários, utilizou-se também de dados diversos presentes nas publicações do IEA, especialmente o boletim Informações Econômicas, de edição mensal, e os Prognósticos anuais.

3. METODOLOGIA

3.1 - O Modelo Básico

O modelo de programação recursiva (M.P.R.) se utiliza da técnica normal da programação linear (P.L.), na qual um critério de otimização é estabelecido para se atingir determinado objetivo — maximização ou minimização de uma função linear — com limites impostos por um conjunto de restrições. O caso que interessa imediatamente a este estudo é sua aplicação para maximizar a receita líquida esperada da unidade produtiva agrícola.

A P.L. pode ser apresentada, em termos matemáticos, da seguinte forma:

Maximizar

$$\pi = z_1x_1 + z_2x_2 + \dots + z_nx_n, \quad (1)$$

sujeito à

$$\begin{aligned}
 a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n &\leq b_1 \\
 a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n &\leq b_2 \\
 a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n &\leq b_m
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

e,

$$x_j \geq 0, \text{ com } j = 1, 2, \dots, n \tag{3}$$

A equação (1) é a função-objetivo, com π (margem bruta ou receita líquida) sendo uma função linear; x_i ($i=1,2,\dots,m$) são as atividades integrantes do processo produtivo; e z_i os coeficientes respectivos das atividades, que são constantes positivas, negativas ou nulas.

As inequações em (2) mostram os coeficientes a_{ij} associados a cada atividade (variáveis x_i), formando uma matriz retangular, de dimensão $m \times n$, que representa a estrutura de produção, enquanto o conjunto das constantes b_i estabelece os limites de cada restrição.

A inequação (3) garante que se uma solução ótima existe as atividades correspondentes terão valores positivos ou nulos.

Uma função de produção, de acordo com a aproximação neo-clássica, assume a forma $y = f(x_1, x_2, \dots, x_n)$, em geral contínua e diferenciável, onde y representa a produção dependente da quantidade utilizada dos insumos x_i ($i=1,2,\dots,n$). Num plano bi-dimensional, apropriado para uma apresentação simplificada, estuda-se a produtividade de um fator de produção mantendo-se os demais constantes:

$$y = f(x_1 | x_2, \dots, x_n) .$$

A P.L. assume um tipo de função de produção linear para cada atividade produtiva com todas suas implicações. As mais importantes são: (a) o retorno constante à escala, e (b) a proporção fixa entre os insumos.

Essas dificuldades podem ser parcialmente superadas pelo desdobramento de uma mesma atividade produtiva em quantos processos se quiser, pela mudança na proporção dos fatores. Obtem-se então a função linear "quebrada" de produção formada por processos de produção lineares que podem ser acionados simultaneamente; no limite, se reproduz qualquer tipo de função contínua, como se observa no exemplo da Figura 2, onde y_1 , y_2 , etc., representam os diferentes processos.

Figura 2 - A aproximação de uma função de produção usual através da P.L.

Existem outros problemas relacionados à maximização de receita líquida (margem bruta) esperada da unidade de produção agrícola: como exemplo pode-se mencionar a característica estática dos modelos de programação normalmente usados para este fim, e o fato da respectiva função utilidade quase sempre depender de modo estrito do nível de renda. Por conseguinte, obtém-se com frequência altos graus de especialização nas atividades, o que não encontra confirmação empírica porque eliminou-se riscos, incerteza, e ajustamentos no tempo.

Ademais, tem-se imperfeições mais ou menos importantes que envolvem desde a abordagem necessariamente precária de investimentos e mudanças tecnológicas, até o tratamento simplificado ou ausente do impacto das políticas voltadas para a agricultura. A aplicação desses modelos usuais de programação não se presta aos casos que exigem componentes dinâmicos, a exemplo do que ocorre quando se estuda o crescimento da produção agrícola regional. Os problemas identificados há pouco podem ser resolvidos por meio do M.P.R.

A diferença fundamental que distingue o M.P.R. daquele usual que se utiliza da P.L. estática é a incorporação implícita da variável tempo através das equações recursivas que conferem o componente dinâmico ao primeiro. Na verdade, trata-se de uma extensão da técnica de P.L., mas que abrange ou considera soluções de períodos anteriores no cumprimento de um objetivo, o qual pode também ser ampliado para uma função lexicográfica que não conte apenas com a maximização da receita líquida esperada.

AHN (1972) estabelece em seu trabalho quatro objetivos principais, dispostos em termos de prioridade absoluta, que com põem um exemplo claro do que seja uma função lexicográfica:

- (1) satisfação das necessidades de consumo de subsistência;
- (2) possibilidade de escolha entre consumo e poupança;
- (3) inflexibilidade na opção quanto à composição das atividades; e, finalmente, sujeito às três anteriores;
- (4) maximização da receita líquida esperada.

Tem-se, desse modo, a superação de uma das limitações ~~que se~~ apresentam quando se trabalha com a P.L. estática. No exemplo de função lexicográfica acima percebe-se também que, paralelamente ao deslocamento da regra exclusiva original (maximização da receita lí quida esperada) incorpora-se outro componente de importância, dado pelo terceiro objetivo daquela função. Este objetivo cuida de impedir a conhecida tendência à especialização que ocorre na P.L. Sua incorporação deriva-se diretamente do modelo de curto prazo de utilização da terra de Henderson. O modelo de Henderson dispõe que a alocação de terra se faz pela maximização da receita líquida, mas com limites inferiores e superiores para as atividades produtivas. A seguir mostra-se o esquema deste tipo de modelo.

$$\text{Maximizar } \pi = z_1 x_1 + z_2 x_2 + \dots + z_n x_n \quad (4)$$

$$\begin{array}{lcl} \text{em que} & x_1 & \text{-----} \leq (1 + \alpha_1) x_1^* \\ & x_2 & \text{-----} \leq (1 + \alpha_2) x_2^* \\ & & \vdots \\ & x_n & \text{-----} \leq (1 + \alpha_n) x_n^* \end{array} \quad (5)$$

$$\begin{array}{lcl} & -x_1 & \text{-----} \leq - (1 - \beta_1) x_1^* \\ & -x_2 & \text{-----} \leq - (1 - \beta_2) x_2^* \\ & & \vdots \\ & -x_n & \text{-----} \leq - (1 - \beta_n) x_n^* \\ \\ & x_1 + x_2 + \text{-----} + x_n & \leq \bar{x} \end{array} \quad (6)$$

onde $x_1^*, x_2^*, \dots, x_n^*$ são as áreas atualmente plantadas; $\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ e $\beta_1, \beta_2, \dots, \beta_n$ são, respectivamente, a porcentagem máxima de aumento e diminuição da área plantada; $\bar{x}$ a disponibilidade total de terra; e z_n as receitas líquidas esperadas por unidade de área.

O modelo, tal como se apresenta, projeta a solução em um período para frente, sendo esta dada pelos x_1 ; daí sua característica de curto-prazo. A evolução do modelo para sua forma dinâmica é feita substituindo-se as inequações em (5) pela sua equivalente, por exemplo,

$$x_1(t) \leq (1 + \alpha_1) x_1^* (t - 1) \quad (7)$$

ao mesmo tempo em que se dinamiza, por seu lado, a função-objetivo.

A versão dinâmica do modelo de Henderson, com seus coeficientes de flexibilidade, aproxima-se bastante do modelo de de fasagem distribuída no tempo de Nerlove, no ponto em que ambos desenvolvem uma metodologia para a determinação da curva de oferta do produto no curto prazo. Com a diferença que o primeiro é mais abrangente e algo simplificado em relação ao segundo, porque este considera cada produto independentemente, mas com o suporte de hipóteses mais precisas.

Formalmente, o M.P.R. pode ser expresso por:

$$\pi(t) = \sum_{j=1}^n z_j(t) x_j(t) \quad , \quad (8)$$

sujeito à

$$\sum_{j=1}^n a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad (9)$$

e

$$x_j(t) \geq 0 \quad (10)$$

com

$$b_i(t) = f_i \left[x_j^*(t-1), b_i(t-1), c_i(t) \right] \quad (11)$$

onde $t = 0, \dots, \theta$; $j = 1, \dots, n$; $i = 1, \dots, m$.

A equação (8) é uma medida da receita líquida (margem bruta) da agricultura regional a cada ano. O vetor $x(t) = \left[x_j(t) \right]$, de dimensão n , descreve as atividades que compreendem as de produção, consumo, compra, investimento e financeiras. Os coeficientes $z_j(t)$ formam um vetor de dimensão n que, para as atividades de pro-

dução, representam a diferença entre a receita e os custos variáveis, por unidade; ou os custos variáveis, no caso de atividades que por si não têm receita (pastagens, por exemplo); é evidente que o seu sinal será positivo e negativo, respectivamente. Do mesmo modo, quando a j -ésima atividade for de compra de insumos, $z_j(t)$ será negativo; por exemplo: $z_j(t)$ é o valor negativo do salário, no caso da aquisição dos serviços de trabalho temporário não familiar, etc.

No caso das atividades de investimentos, o $z_j(t)$ correspondente pode assumir o valor negativo da estimativa do custo anual das máquinas, representado por juros e depreciação linear. E finalmente para as atividades financeiras de empréstimo e poupança, $z_j(t)$ é o valor negativo da taxa de juros, e o valor do custo de oportunidade do dinheiro se depositado em agências financeiras, respectivamente.

As atividades de consumo familiar e outros encargos desse tipo, podem ser tratadas no mecanismo recursivo, onde uma parte da produção do período corrente é imobilizada para consumo no período seguinte, segundo uma proporção a ser estabelecida para cada situação. As amortizações e débitos anteriores são incorporados como obrigações fixas, as quais são funções das soluções $x_j^*(t-k)$ dos períodos anteriores.

O sistema de inequações dado em (9) serve para restringir o nível das atividades por um conjunto de limitações designadas pelo vetor $b(t) = \begin{bmatrix} b_1(t) \end{bmatrix}$, de dimensão m , que estabelece (a) a disponibilidade de recursos, tanto ao nível da empresa agrícola

(terra, trabalho familiar, etc.), como a nível regional (limite de crédito, mão-de-obra assalariada, etc.); (b) as restrições financeiras que "amarram" a disponibilidade de capital de giro às exigências das atividades produtivas; e (c) as restrições de comportamento, como os limites de flexibilidade da produção, e uma medida do processo de mudança tecnológica em termos de adoção e ajustamento.

A matriz dos coeficientes $a_{ij}(t)$, de dimensão $m \times n$, representa a estrutura técnica e institucional da empresa. Conforme o tipo de restrição, esta pode ser fracionada compativelmente em sub-períodos para atender a épocas mais, ou menos exigentes. Isto ocorre, por exemplo, com os serviços de máquinas e de trabalho manual no preparo da terra ou na colheita, épocas de pico de utilização dos insumos.

A desigualdade em (10) afirma claramente que as atividades não podem ser negativas e, no máximo, não figuram na solução ótima (indicada pelos asterísticos), quando então $x_j^*(t) = 0$.

A relação vista em (11) assevera que as restrições dependem das soluções passadas $x_j^*(t-1)$, dos níveis das disponibilidades prévias $b_i(t-1)$, e de um vetor $c(t) = [c_1(t)]$ que fornece informações exógenas ao modelo.

Esquematicamente:

Tipos de Restrições	Atividades de Produção ⁽¹⁾		Atividade de compra	Atividade de investimento	Atividade das finanças	Limites (RHS)
	Tecnologia tradicional	Tecnologia moderna				
Terra	a_{ij}	a_{ij}	$a_{ij}^{(2)}$	$0^{(4)}$	0	b_i
Trabalho	a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}	$0^{(4)}$	0	b_i
Máquinas e Equipamentos	a_{ij}	a_{ij}	$a_{ij}^{(3)}$	a_{ij}	0	b_i
Liquidez	a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}	b_i
Comportamento	a_{ij}	a_{ij}	0	a_{ij}	0	b_i
Recursos Regionais	0	0	a_{ij}	a_{ij}	a_{ij}	b_i

Figura 3 - Esquema geral do modelo básico, mostrando as principais atividades e restrições em determinado período.⁽⁵⁾

(1) Incorpora-se diferentes tecnologias pela alteração dos respectivos coeficientes.

(2) Caso de aluguel e compra de terras.

(3) Caso de aluguel de máquinas.

(4) Nesse caso os investimentos são feitos apenas em máquinas; culturas perenes, por exemplo, não estão aqui consideradas.

(5) Figura adaptada de AHN (1972).

3.2 - O Modelo Empírico

3.2.1 - As atividades

As atividades que constam do modelo são:

- (a) atividades produtivas agrícolas anuais, por tecnologia;
- (b) atividades produtivas agrícolas perenes;
- (c) atividades produtivas de pecuária;
- (d) atividades de consumo (animal e humano);
- (e) atividades financeiras (de empréstimo e poupança);
- (f) atividades de investimento (em maquinaria e implementos e culturas perenes);
- (g) atividades de pastagem;
- (h) atividades de compra;
- (i) atividades de venda;
- (j) atividades de transferência;
- (k) atividades intermediárias.

. O primeiro grupo das atividades produtivas agrícolas anuais inclui batata das águas e da seca, algodão, cana, mandioca, tomate envarado e soja. Esta última não figura para o estrato pequeno, aparece no estrato médio a partir do ano agrícola de 1973/74, e no estrato grande durante todo o período. No caso do tomate, este igualmente não aparece como atividade para o estrato pequeno porque, apesar de seu plantio exigir áreas não muito grandes, ele é explorado na base de arrendamento apenas nos estratos superiores.

A cana foi transformada em atividade anual porque é comum o produtor dividir a área em talhões que se alternam em plantio (de ano e meio), soca e ressoca (2 ou 3 vezes); assim, para cada hectare de cultura com cana-de-açúcar pressupõe-se um rodízio perfeito através da média dos custos e receitas como se procedesse sempre de modo a se ter as várias fases da cultura simultaneamente.

Deste primeiro grupo, apenas batata das águas e algodão possuem duas tecnologias distintas, que se distinguem principalmente pelo tipo de energia de tração utilizada nas operações de preparo do solo, plantio, tratos culturais e colheita, caso usem intensivamente maquinaria, ou usem intensivamente trabalho animal e/ou humano. Neste estudo, a diferença marcante é em termos de tecnologia mecânica, enquanto que a tecnologia bioquímica é considerada de modo secundário e com diferenças bem menos acentuadas (em adubação, por exemplo). Este fato é uma limitação do modelo que, contando com mais alternativas de tecnologia, teria melhores condições de descrever as mudanças tecnológicas efetuadas na região durante o período analisado. A falta de maiores informações sobre o rendimento das culturas frente a novas tecnologias (novas variedades, por exemplo) empobrecem o modelo.

Uma diferença fundamental do modelo exposto em confronto com os demais revisados na bibliografia é a sua multiplicidade de atividades as mais variadas numa região ampla e complexa como a DIRA de Campinas. Embora o esforço de síntese nesse caso tenha sido bem maior, por outro lado não se escapou de simplificações que

podem comprometer o desempenho do modelo.

O segundo grupo das demais atividades agrícolas anuais, inclui milho, arroz de sequeiro, feijão das águas e da seca. Com exceção do arroz, as demais possuem duas tecnologias distintas, nos moldes já descritos anteriormente. Alguma coisa pode ser dita com relação à existência destas culturas como intercalares, e sua importância como subsistência para a população dos trabalhadores familiares. Usou-se um critério bastante simplificado no caso de consumo dos produtos retidos na propriedade. Quanto ao cultivo intercalar, este não foi considerado; as culturas de subsistência são tratadas separadamente no custo de produção do IEA, não havendo custos alternativos que considerassem cultura intercalar.

O fato de feijão e batata das águas e da seca usarem a terra simultaneamente não é correto, mas em vista das modificações que teriam que ser feitas apenas para atendê-lo, isto foi desprezado. O mesmo aconteceu com a técnica de rotação de culturas, eventualmente um expediente muito usado. A separação das culturas anuais em dois grupos, por sua vez, explica-se porque o tratamento dispensado ao segundo grupo difere do primeiro pelas necessidades de ligações com as atividades de consumo, compra e venda; o segundo grupo, juntamente com o leite, formam os itens de consumo humano e animal.

. As atividades produtivas agrícolas perenes incluem o café e citrus de modo geral. Na categoria de citrus incluem-se as laranjas, limões, pomelos e outras frutas cítricas. Neste caso usou-se os dados e coeficientes do item "Laranja" do custo de produção

do IEA como uma variável representativa de toda a categoria.

Há argumentos que validam tal procedimento: a laranja é a atividade preponderante; seus custos de produção e operacionais se comparam, de modo muito aproximado, aos das restantes frutas cítricas, segundo opiniões de técnicos; tinha-se, como se verá, a divisão dos tipos de terras com culturas perenes, a esse dado (dos melhores disponíveis) seria desperdiçado caso não se incluísse outras frutas cítricas; além do mais, mesmo considerando apenas laranjas, a rigor dever-se-ia então dar espaço às diversas variedades que também diferem entre si, o que não era possível. A questão de preços e épocas de colheita era a mais crítica porque sujeita a variações, e daí o argumento final para a padronização de acordo com a disponibilidade das informações do IEA.

Quanto ao café, cabe dizer que algumas modificações foram introduzidas nos custos de produção originais, de acordo com consultas a outras fontes. Ainda que a tecnologia considerada tenha sido única, é provável a existência na prática de muitas outras.

Não foi admitida a possibilidade de erradicação das culturas perenes. Apenas considerou-se uma depreciação física linear da cultura em termos da sua vida útil, traduzidas pela subtração de $1/26$ e $1/20$, respectivamente do café e citrus em produção, a cada ano. No caso das geadas que atingiram os cafezais em 1972 e 1975, havia a alternativa de considerá-las exogenamente através do vetor $c(t) = \left[c_1(t) \right]$ para os anos em questão; o mesmo poderia ocorrer com relação à crise da laranja por volta de 1974 e 1975.

Outro detalhe que deve ser lembrado é que nem todas as atividades agrícolas da região foram incluídas. As exceções mais flagrantes são as várias atividades hortigranjeiras, reflorestamento e culturas como cebola, amendoim, etc. As justificativas para a exclusão destas atividades prendem-se a que, ou ficam confinadas a áreas restritas, em sub-regiões especializadas (caso da fruticultura temperada na sub-região de Campinas), ou são inexpressivas para a região como um todo (caso do amendoim e outras). Fez-se uma tentativa, ademais, no sentido de descontar as exigências mais importantes tomadas por aquelas atividades, como mão-de-obra residente disponível, disponibilidade de crédito, etc. O rigor de tais descontos é, no entanto, duvidoso.

. As atividades de pastagens incluem pasto natural e pasto artificial. Normalmente estas atividades requerem investimento como destoca ou reforma, mas neste trabalho decidiu-se transformá-las em atividades anuais.

No caso das pastagens naturais foram levados em conta os custos das sementes por hectare para plantio à lanço de capim gordura e o trabalho humano para executá-la; como previu-se a reforma a cada 8 anos e mais o trabalho anual de roçada, o custo da reforma foi dividido por 8, e somado ao da roçada, para obter-se o custo anual. No caso das pastagens artificiais, tratou-se de verificar qual o tipo de pasto mais utilizado para este fim, e o seu custo de produção é que foi levado em conta, do mesmo modo que para a pastagem natural. Completando, resta afirmar que ao pasto natural confe-

riu-se o preço pago pelas sementes no comércio local, e os coeficientes técnicos foram retirados do trabalho de PERROCO (1973), enquanto que para pasto artificial optou-se pelo custo do colônio plantado por mudas dado pelo IEA.

. As **atividades pecuárias** incluem gado de corte, produção de leite B e C, e suinocultura tipo banha e tipo carne.

Esta última figura apenas nas propriedades correspondentes ao estrato médio, constituindo cerca de 20 a 30% do total de suínos deste estrato. Suinocultura parece ser uma atividade que se encontra em transição na região, embora de modo lento, e como suíno tipo carne é de produção especializada, com raças apuradas e alta tecnologia, decidiu-se inclui-la somente no grupo de propriedades que era, provavelmente, o mais tecnificado.

No caso de pecuária bovina de corte, consultou-se especialistas que forneceram a composição média do rebanho para esta atividade, e com base nessa composição usou-se os requerimentos estabelecidos por Perroco, adaptados para a composição observada na região. A composição foi mantida constante durante todo o período, seguindo ainda parecer dos especialistas, e atendendo às atividades de cria, recria e engorda, que são normalmente realizadas.

Na produção de leite C, os coeficientes foram retirados da publicação "Agricultura em São Paulo" e adaptados de acordo com a composição do rebanho, específica, obtida da mesma fonte a que se recorreu no caso da pecuária bovina de corte. Os dados referem-se diretamente à bacia leiteira de Campinas, referidos sempre ao

produtor médio.

Na produção de leite B, utilizou-se de dados internos do IEA, maciçamente influenciados pela técnica usada na bacia leiteira do Vale do Paraíba, a maior do Estado e que fornece as informações básicas para o Instituto. Mas a composição do rebanho e exigências não devem diferir muito entre as duas bacias leiteiras, visto ser atividade que requer padrões bastante rígidos de manejo, além dos próprios rigores da legislação.

Devido ao consumo na propriedade de leite C, e pelas ligações entre si, ambas as produções de leite possuem atividades intermediárias.

Para suínos tipo banha os dados basearam-se numa publicação da CATI e nos tomados de PERES (1974), dos quais resultou uma composição de rebanho submetida ainda a técnicos do Departamento de Zootecnia dos Não-Ruminantes da ESALQ. Para suíno tipo carne, o mencionado Departamento da ESALQ forneceu os custos de produção e os coeficientes técnicos, assim como a composição do rebanho.

. Atividades de consumo dizem respeito ao consumo alimentar humano e animal: de arroz, feijão e leite C, para aquele, e de milho, para este. As exigências foram tomadas em termos de uma relação fixa a cada ano, conforme o número de trabalhadores familiares ou número de unidades animal, e o número de animais de trabalho, respectivamente. Nem todas as atividades pecuárias recebem milho, apenas suíno tipo carne e pecuária de leite B, como parte da ração dispensada a estas criações, e animais de trabalho.

. Atividades financeiras incluem as de empréstimo e poupança. As atividades de empréstimo esgotam-se ao nível de crédito rural disponível para o setor na região; durante o período, houve oscilações nas taxas de juros que além disso, privilegiaram alguns itens, razão pela qual divide-se em dois grandes grupos: crédito para investimento e crédito para custeio. Este último ainda subdivide-se em crédito para compra de fertilizantes, insumos modernos (taxas diferenciais durante o período), e outro item geral para as demais operações. O volume de crédito para investimento abrange todo o elenco constante deste item, embora o trabalho restrinja seu uso à aquisição de máquinas e implementos. Outros tipos de investimentos como barragens, benfeitorias, currais, etc., não figuram no modelo, nem investimento para controle da erosão, formação de pastagens e destoca, e mesmo os investimentos em culturas perenes não tomam recursos dessa fonte. A atividade de poupança, por seu turno, aparece como um custo de oportunidade dado ao capital monetário frente às atividades produtivas; para tanto, tomou-se como complemento o conhecimento dos agricultores das taxas de remuneração das cadernetas de poupança. As fontes de crédito que não as oficiais foram desprezadas, bem como as operações financeiras que cobrem a comercialização dos produtos.

. As atividades de investimento incluem investimentos no complexo trator-implemento, em colhedadeiras de soja e investimentos em culturas perenes. De todos os implementos usados no trabalho agrícola, fez-se uma seleção dos mais importantes e que constam

do custo de produção do IEA. Com base na série de dados disponíveis estimou-se a relação média trator/implemento durante o período para cada grupo de propriedades (estrato). As outras máquinas e implementos que não fazem parte da relação participam dos custos apenas em termos de seus respectivos custos diários operacionais sem levar-se em conta sua aquisição e depreciação. Os investimentos em animais de serviço foram desprezados porque em todos os estratos constatou-se queda de sua participação nas tarefas agrícolas, ou senão permaneceram em número relativamente constante; a essa constatação serviu de apoio o levantamento do número de muares presentes nas propriedades.

Os financiamentos para máquinas sofrem um período de carência de 2 anos, após os quais as obrigações em termos de juros simples e pagamento do principal em 7 anos são descontados do retorno líquido anual. Para o complexo trator-implemento imputou-se uma vida útil de 10 anos com depreciação linear, restando um valor de sucata de 10% do preço de aquisição; no caso das colhedeiras, a diferença está apenas no tempo de vida útil, que é de 14 anos. Os tratores de várias potências foram por sua vez transformados num equivalente-padrão de 61 HP através da ponderação de seus respectivos preços, que se julga acompanhar de perto, ou pelo menos manter uma determinada proporção estável, com o rendimento nas operações. O trator de 61 HP justifica-se por ser uma máquina de porte médio a grande, no que acompanha as tendências mostradas pela agricultura da região, e por ajustar-se perfeitamente aos dados mais recentes do IEA que já no seu custo de produção para 1977/78 utiliza-o como média.

O fato de o modelo não incluir todos os tipos de investimento não o compromete, e conforme a colocação de DAY (1963), um plano detalhado de investimento não se torna absolutamente necessário porque sua ausência é justificada considerando-se que na medida em que se estabelece o nível ótimo das atividades, isto faz com que os fatores que são fixos no curto-prazo, como benfeitorias, instalações várias, etc., fiquem também determinados.

. Atividades de compra incluem aquisições de insumos variáveis mais os itens de consumo (exceto leite C) para suprir eventuais faltas caso a produção própria não seja suficiente. Porém, mais significativas são as compras de insumos variáveis a exemplo dos serviços de trabalho, fertilizantes (N, P e K), corretivo e insumos modernos (sementes e defensivos). Destes, com exceção dos serviços de trabalho e do insumo corretivo dos solos, lembra-se que há a possibilidade de serem adquiridos através do uso direto do crédito ou, alternativamente, por meio do uso de recursos próprios. Isto torna os mecanismos financeiros-monetário mais flexíveis e reais devido às possibilidades que se apresentam. Outros custos variáveis (principalmente custos diários de operações com máquinas e animais) são descontados diretamente da receita bruta.

. As atividades de venda complementam as atividades produtivas que se prestam ao consumo humano e animal, sendo simplesmente uma forma apropriada de incorporar as ligações e balanços que se fazem necessários para a coerência do sistema. Esta mesma forma foi utilizada também para o caso das culturas perenes que, embora não es

tenham ligadas a consumo na propriedade, recebem igual tratamento devido às diferentes produtividades no período de maturação.

Há também a questão da venda da mão-de-obra familiar que foi uma maneira de fornecer um custo de oportunidade aos serviços do trabalho familiar, fenômeno que parece ocorrer com alguma frequência na região, em razão da sazonalidade das tarefas agropecuárias.

. Atividades de transferência dizem respeito, em primeiro lugar, às possibilidades do uso da terra; esta foi dividida em três categorias: terra para culturas anuais, terra para culturas perenes e terra para pastagens. A transferência permite que se proceda ao seu uso com alternativas, desde que se obedeça a uma direção: terras de melhor qualidade podem ser tomadas por atividades (culturas) menos exigentes em solo.

Em segundo lugar, as transferências referem-se também à simples acomodação como, por exemplo, facilitar os requerimentos de consumo de milho dos animais de tração.

. Atividades intermediárias são apenas um desdobramento das atividades de culturas perenes, que cobrem os anos de plantio até a maturação completa da cultura. Em cada uma dessas fases, tanto os custos como as receitas diferem entre si como referido no caso da cana, mas neste caso a transformação em atividade anual não era desejável. Optou-se então pelo desdobramento do seguinte modo: a decisão de investir (plantio) projeta a média da receita líquida obtida pela divisão entre a diferença da receita total e custo total

e o período de vida útil da cultura, a cada ano (obedecendo aos diferentes níveis de rendimento de cada fase), com a exclusão dos custos no período corrente. Uma vez realizado o plantio, a área plantada passa à fase seguinte no próximo período, obrigatoriamente.

Um exemplo: o café possui cinco vetores (atividades) para representá-lo: (1) plantio, (2) café no 1º ano, (3) café no 2º ano, (4) café no 3º ano, e (5) café em produção. As atividades intermediárias cobrem as fases de plantio até o cafezal entrar em produção quando então chamou-se-lhe, junto com citrus em produção, de "atividades produtivas agrícolas perenes".

3.2.2 - O critério de otimização

O critério de otimização estabelece a função objetivo explícita a cada período, sujeita a um conjunto de restrições que serão expostas adiante. O critério de otimização para um dos grupos de propriedades (estrato) num determinado ano t é dado por:

$$\begin{aligned} \pi(t) = & \sum_{j=1}^9 \left[z_j(t) x_j(t) - c_j(t) x_j(t) \right] - \sum_{j=10}^{16} c_j(t) x_j(t) + \\ & + \sum_{j=17}^{18} z_j(t) x_j(t) - \sum_{j=19}^{26} c_j(t) x_j(t) + \\ & + \sum_{j=27}^{29} \left[z_j(t) x_j(t) - c_j(t) x_j(t) \right] - \sum_{j=30}^{31} c_j(t) x_j(t) - \\ & - \sum_{j=32}^{33} c_j(t) x_j(t) - \sum_{j=42}^{43} c_j(t) x_j(t) - \sum_{j=44}^{45} c_j(t) x_j(t) - \end{aligned}$$

$$- \sum_{j=46}^{61} c_j(t) x_j(t) + \sum_{j=62}^{71} z_j(t) x_j(t) + \sum_{j=72}^{72} z_j(t) x_j(t), \quad (12)$$

onde: $z_j(t)$, $j=1, \dots, 9$, é o retorno bruto da j -ésima atividade com uma ou mais tecnologias (em Cr\$ por ha);

$c_j(t)$, $j=1, \dots, 9$, são os custos variáveis que incidem na j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por ha). Representam apenas aqueles que não figuram explicitamente como atividades de coluna, tratando-se principalmente de custos operacionais de máquinas, implementos e animais de trabalho, mais o diferencial entre o salário do tratorista e o trabalhador residente;

$c_j(t)$, $j=10, \dots, 16$ são os custos variáveis semelhantes aos de $j=1, \dots, 9$, mas que incidem sobre a j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por ha);

$z_j(t)$, $j=17, 18$, é a expectativa de retornos líquidos "atuais" da j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por ha). Não deve ser computado na receita líquida "efetivamente realizada", pois que é apenas uma medida da vantagem relativa de se investir em culturas perenes;

$c_j(t)$, $j=19, \dots, 26$, são custos que se identificam com os $j=1, \dots, 9$, mas neste caso referem-se ao estágio da vida útil da j -ésima atividade, desde o plantio até sua franca produção, no ano t (em Cr\$ por ha);

$z_j(t)$, $j=27, \dots, 29$, é o retorno bruto da j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por unidade-matriz);

$c_j(t)$, $j=27, \dots, 29$, são os custos variáveis da j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por unidade-matriz);

$z_j(t)$, $j=30, 31$, são os custos variáveis da j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por unidade-matriz). Diferem de $j=27, \dots, 29$ porque leite desdobra-se também em atividade de consumo;

$c_j(t)$, $j=32, 33$, são os custos variáveis da j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por ha);

$c_j(t)$, $j=42, 43$, é uma medida que acompanha a decisão de acionar a j -ésima atividade no ano t (em Cr\$ por unidade-máquina). Usa-se o critério de depreciação linear aplicado à diferença entre o preço de aquisição da unidade e 10% do seu valor original ao cabo da vida útil;

$c_j(t)$, $j=44, 45$, é a taxa de juros da j -ésima atividade no ano t ;

$c_j(t)$, $j=46, \dots, 61$, é o coeficiente da j -ésima atividade no ano t . Este conjunto de coeficientes é bastante diversificado porque acompanha variáveis muito diferentes entre si englobadas nas atividades de compra. Assim, $c_j(t)$ com $j=47, 48$ é um número unitário puro que contabiliza para a função-objetivo os gastos com insumos modernos, que podem ser adquiridos diretamente ou através do crédito; $c_j(t)$ com $j=49, \dots, 54$ tem o mesmo sentido anterior, mas agora relacionado à compra de fertilizantes (em Cr\$ por tonelada, acrescido ou não da taxa de ju-

ros); $c_j(t)$ com $j=55, \dots, 58$ refere-se ao salário pago à mão-de-obra residente e à mão-de-obra contratada, nos três sub-períodos em que esta última se divide (em Cr\$ por ~~homens-dias~~); $c_j(t)$ com $j=59$ refere-se à compra de corretivo (em Cr\$ por tonelada); e finalmente, $c_j(t)$, com $j=60, \dots, 62$, diz respeito à compra de arroz, milho e feijão (em Cr\$ por saca);

$z_j(t)$, $j=62, \dots, 68$, é a receita bruta da j -ésima atividade (em Cr\$ por saca ou litro ou caixa), e $z_j(t)$, $j=69, \dots, 71$ é o salário da mão-de-obra familiar dividida em três sub-períodos no ano t (em Cr\$ homens-dias). As atividades correspondentes a $j=62, \dots, 71$ são atividades de venda;

$z_j(t)$, $j=72$, é a taxa de remuneração para o capital monetário aplicado em caderneta de poupança;

$x_j(t)$, $j=1, \dots, 72$, são as atividades colunas.

As atividades estão descritas no Apêndice 1.

3.2.3 - Modelo de expectativa de preços

Todos os coeficientes da função objetivo são exógenos e, em sua maioria, representam os preços de produtos e insumos, além das taxas de juros de empréstimo e poupança, similares de expectativa de renda "atualizada" como no caso das atividades de investimento em culturas perenes, etc. Com o intuito de se aproximar

mais do processo real de decisão dos produtores concebeu-se um modelo simples de expectativa de preços dos produtos agrícolas ao passo que para os preços de insumos adotou-se a pressuposição de conhecimento perfeito por parte dos agricultores. É fácil imaginar a utilidade deste procedimento se se recordar que as decisões sobre o plantio faz-se "ex-ante", isto é, antes do conhecimento do preço final; este, como se sabe, varia bastante de um ano a outro para os produtos do setor agrícola. Via de regra sua expectativa não coincide exatamente com a realidade, daí as decisões um tanto distintas caso o agricultor soubesse por antecipação o preço final dos seus produtos.

Optou-se por um modelo simplificado de formação de expectativa de preços dos produtos. Numa economia não fortemente inflacionária, a simples defasagem de um período nos preços dos produtos talvez fosse suficiente para cobrir os principais efeitos procurados por um modelo de expectativa, em vista do peso preponderante que reconhecidamente se confere às experiências passadas recentes. Neste estudo tenta-se explicar a formação de expectativa de preços em termos inflacionários para as condições do Brasil. Para tanto tentou-se o modelo geral sumarizado adiante.

Dados P como sendo índice dos preços recebidos pelos agricultores do Estado de São Paulo (Instituto de Economia Agrícola - média ponderada dos índices dos preços recebidos pelos 21 principais produtos agrícolas) e I como sendo o índice geral de preços (índice 2 da Fundação Getúlio Vargas), tem-se:

$$p = \frac{d(\ln P)}{dt} = \frac{dP}{dt} \cdot \frac{1}{P} = \text{taxa de crescimento do índice de preços recebidos pelos agricultores ,}$$

e

$$i = \frac{d(\ln I)}{dt} = \text{taxa de crescimento da inflação.}$$

Com estes elementos, estimou-se originalmente a regressão linear com as séries temporais de crescimento dos índices disponíveis deste 1948, tomando-se o ano de 1966 = 100, que assume a forma:

$$p_t = \alpha_1 + \beta_1 i_{t-1} + \gamma_1 i_{t-2} + \delta \alpha_2 + \delta \beta_2 i_{t-1} + \delta \gamma_2 i_{t-2} + \varepsilon_t \quad (13)$$

onde α_1 e α_2 = interceptos;

β_1 , β_2 e γ_1 , γ_2 = coeficientes da regressão;

δ = variável binária; $\delta = 0$ se $\delta \varepsilon t = 1948, \dots, 1963$; e

$\delta = 1$ se $\delta \varepsilon t = 1964, \dots$

ε_t = termo de erro.

A variável binária é inserida para tentar capturar a mudança na tendência inflacionária a partir de 1964. Devido ao pequeno número de observações não foi possível capturar de maneira similar o recrudescimento inflacionário desde 1973.

O ajustamento da regressão original (13) fez-se "passo a passo", o que consiste em incluir a cada vez uma nova variável independente das relacionadas inicialmente a partir do conjunto mais

simples para decidir quais teriam maior poder de explicação. Revelou-se assim o seguinte modelo como o que melhor se ajustou aos dados:

$$p_t = \alpha_1 + \beta_1 i_{t-1} + \delta\beta_2 i_{t-1} + \epsilon_t \quad (14)$$

Tendo-se (14) foram estimados os respectivos coeficientes para um determinado ano, obtendo-se então p_t que, por sua vez, serviu de base para inflacionar igualmente os preços dos produtos agrícolas do ano anterior, usados por fim na função-objetivo. A cada ano, a partir do inicial, era acrescentada uma nova observação, de maneira que se teve sete regressões.

3.2.4 - O conjunto das equações restritivas

3.2.4.1 - Restrições de terra

$$\sum_{j=1}^{16} a_{1j} x_j(t) + \sum_{j=37}^{37} a_{1j} x_j(t) \leq b_1(t) \quad ; \quad i=1 \quad (15)$$

$$\sum_{j=17}^{26} a_{1j} x_j(t) - \sum_{j=37}^{37} a_{1j} x_j(t) + \sum_{j=38}^{38} a_{1j} x_j(t) \leq b_1(t), \quad (16)$$

com $i=2$,

$$\sum_{j=32}^{33} a_{1j} x_j(t) - \sum_{j=38}^{38} a_{1j} x_j(t) \leq b_1(t) \quad ; \quad i=3 \quad (17)$$

A inequação (15) assegura que a exigência de terras pelas culturas anuais mais a quantidade tomada eventualmente pelas culturas perenes não pode ultrapassar o limite disponível de terra de

qualidade I (para culturas anuais).

A inequação (16) garante que as requisições de terras para culturas perenes (primeiro termo), subtraídas da parcela eventualmente transferida para terra I (segundo termo), mais a parcela tomada por pastagens (terceiro termo), seja inferior ao limite fixado de terra de qualidade II (terras para culturas perenes).

A inequação (17) diz que os coeficientes de terra para pastagens menos a porção que se transfere para terra II não são maiores que o limite de terra de qualidade III (terras para pastagens).

3.2.4.2 - Restrições de mão-de-obra

$$\sum_{j=1}^{33} a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=54}^{57} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=69}^{71} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t), \quad (18)$$

com $i=4,5,6$,

$$\sum_{j=54}^{54} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i=7 \quad (19)$$

$$\sum_{j=55}^{57} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i=8,9,10 \quad . \quad (20)$$

A inequação (18) assevera que o somatório dos coeficientes técnicos de mão-de-obra para as atividades produtivas (primeiro termo) somados aos dias-homens vendidos com base no custo de oportunidade da mão-de-obra familiar (terceiro termo) tem que respeitar a disponibilidade de mão-de-obra familiar na i -ésima restrição, acrescida da possibilidade de compra de dias-homens correspon-

dentes de mão-de-obra residente e contratada (segundo termo).

A inequação (19) limita a compra de dias-homens em termos de trabalhadores residentes, e a inequação (20) o faz igualmente para unidades de trabalho contratados em três diferentes sub-períodos durante o ano agrícola.

3.2.4.3 - Restrições financeiras

$$\begin{aligned}
 & \sum_{j=10}^{16} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=17}^{26} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=30}^{31} a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=45}^{45} a_{ij} x_j(t) + \\
 & + \sum_{j=50}^{58} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=59}^{61} a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=62}^{63} a_{ij} x_j(t) - \\
 & - \sum_{j=69}^{71} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=72}^{72} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i=11 \quad (21)
 \end{aligned}$$

$$\sum_{j=45}^{45} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=50}^{53} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i=12 \quad (22)$$

Em (21) tem-se o mais importante fluxo monetário-financeiro uma vez que todos os desembolsos (ou quase todos) nele figura, e também algumas atividades que contribuem para a liquidez do sistema. Generalizando, a inequação (21) diz que a disponibilidade de caixa (capital de giro) no ano t , acrescida do montante de crédito de custeio mais a metade do valor das vendas de leite e mão-de-obra familiar (para impedir uma liquidez que não seria real) são obriga-

toriamente superiores, ou pelo menos iguais ao capital financeiro usado na poupança mais o dispêndio com custos operacionais e insumos variáveis.

A inequação (22) estabelece o nível máximo de crédito de custeio disponível no ano $\underline{t}$.

$$\sum_{j=42}^{43} a_{ij} x_j(t) \leq b_i \quad ; \quad i = 13 \quad (23)$$

$$\sum_{j=42}^{43} a_{ij} x_j(t) \leq \sum_{j=44}^{44} a_{ij} x_j(t) \quad ; \quad i = 14 \quad (24)$$

Em (23) limita-se os investimentos pelo montante total de crédito disponível para este fim no ano $\underline{t}$. Na verdade, esta restrição dificilmente seria limitante visto que o limite oferecido suplanta em muito a exigência, por incluir todos os tipos de investimentos, a maioria dos quais não foi considerado neste trabalho.

Em (24) garante-se que todo o desembolso para as atividades de investimento em maquinaria provém do crédito para essa finalidade.

$$\sum_{j=72}^{72} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i = 15 \quad (25)$$

A inequação (25) impõe que a poupança no ano $\underline{t}$ não pode exceder a um limite dado pela disponibilidade de recursos pró-

prios no mesmo ano.

3.2.4.4 - Restrições de máquinas e animais de trabalho

$$\sum_{j=1}^{26} a_{ij} x_j(t) + \sum_{j=32}^{33} a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=42}^{42} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) ; \quad (26)$$

com $i=16, 17, 18,$

$$\sum_{j=42}^{42} a_{ij} x_j(t) \leq b_i ; \quad i=19 \quad . \quad (27)$$

Em (26) assegura-se que a exigência em dias-máquina do conjunto trator-implemento para culturas anuais e perenes (1º termo) somado aos mesmos tipos de necessidades para pastagens (2º termo) são condicionados à disponibilidade prévia do estoque de maquinaria (transformadas em dias-máquina) mais a liberação de novas unidades permitida pelo investimento (o 3º termo). Este último, por sua vez, tem um limite imposto por (27). A disponibilidade de máquinas subdivide-se no ano em três sub-períodos assinalados por $i = 16, 17, 18$.

$$\sum_{j=1}^{26} a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=34}^{36} a_{ij} x_j(t) \leq 0 ; \quad i=20, 21, 22 \quad (28)$$

$$\sum_{j=34}^{36} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) ; \quad i=23, 24, 25 \quad (29)$$

A inequação (28) é tão somente um arranjo especial na matriz para facilitar a atividade de consumo de milho dos animais de serviço. Conjugada com (29) estabelece que o total de dias-animal exigido pelas atividades produtivas que os utilizam não deve exceder sua restrição prévia a cada sub-período no ano t .

$$\sum_{j=9}^9 a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=43}^{43} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i=26 \quad (30)$$

$$\sum_{j=43}^{43} a_{ij} x_j(t) \leq b_i(t) \quad ; \quad i=27 \quad (31)$$

As inequações (30) e (31) tem o mesmo significado que (26) e (27), mas nesse caso trata-se de colhedeira para soja. O seu uso é limitado pela disponibilidade prévia mais o investimento, sendo que este por sua vez tem um limite superior.

3.2.4.5 - Balanço de insumos variáveis

Este é um conjunto de restrições que estabelece a correspondência entre quantidade utilizada e quantidade comprada de fertilizantes, corretivo e insumos modernos. Abaixo um único exemplo, para corretivo que é o mais simples:

$$\sum_{j=1}^{26} a_{ij} x_j(t) - \sum_{j=58}^{58} a_{ij} x_j(t) \leq 0 \quad ; \quad i=28 \quad (32)$$

A quantidade usada (1º termo) é menor ou igual à quantidade comprada (2º termo) no ano t . Os demais insumos variáveis referidos seguem o mesmo padrão.

3.2.4.6 - Balanço de produção, consumo e venda

$$\sum_{j=16}^{16} a_{1j} x_j(t) + \sum_{j=60}^{60} a_{1j} x_j(t) \geq \sum_{j=64}^{64} a_{1j} x_j(t) + \sum_{j=40}^{40} a_{1j} x_j(t), \quad (33)$$

com $i=33$,

$$\sum_{j=40}^{40} a_{1j} x_j(t) \geq b_1(t) \quad ; \quad i=37 \quad (34)$$

Em (33) tem-se que a produção somada à quantidade comprada fora da propriedade, serão pelo menos iguais ao volume de vendas acrescido do consumo. O exemplo ilustra o caso do arroz, mas é o mesmo para feijão, leite C e milho, sendo que o consumo deste último reserva-se aos animais de serviço ou pecuária. Isto é também válido para o caso especial de leite B que não faz parte dos itens de consumo; nesse caso, em (33) apenas os primeiros termos de cada membro representariam a produção e venda, respectivamente.

Tratamento ligeiramente diverso ocorre com as culturas perenes, mas em essência trata-se do mesmo mecanismo de balanço entre produção e venda, tal como no caso de leite B, diferindo deste por apresentar várias etapas que correspondem aos estágios de maturação da cultura com diferentes níveis de produtividade.

A desigualdade em (34) estabelece que o consumo tem que suprir, numa proporção fixa, as necessidades do número de trabalhadores familiares.

3.2.4.7 - Balanço de Pasto

$$\sum_{j=29}^{31} a_{ij} x_j(t) \leq \sum_{j=32}^{33} a_{ij} x_j(t) \quad ; \quad i=43 \quad (35)$$

A exigência em pastagens deve ser menor que a respectiva disponibilidade.

3.2.4.8 - Balanço das culturas perenes

$$\sum_{j=19}^{26} a_{ij} x_j(t) = b_i(t) \quad ; \quad i=44, \dots, 51 \quad (36)$$

A equação (36) traduz o fato que, desde que se procedeu ao plantio de culturas perenes em anos anteriores, e porque não se incorporou erradicação, as áreas correspondentes ao investimento inicialmente permanecem constantes no ano t , cobrindo todos os estágios de maturação das culturas.

3.2.4.9 - Restrições de comportamento (coeficientes de flexibilidade)

Os coeficientes de flexibilidade desempenham o importante papel de explicitar, de modo mais ou menos rigoroso, o comportamento dos agricultores face às questões de risco, incerteza e ajustamento no tempo. Além dessas restrições, pode-se arrolar também os limites superiores impostos à adoção de nova tecnologia, especialmente em relação à mecanização, já tratados quando dos comen-

tários sobre os investimentos.

Mais detalhes da justificativa do uso dos coeficientes de flexibilidade e a maneira de calculá-los são dados na secção 3.2.5.8. De maneira geral, obedecem às seguintes sentenças:

$$\sum_j a_{1j} x_j(t) \leq b_1(t) \quad ; \quad i=52,54,\dots,88,90$$

$$\sum_j a_{1j} x_j(t) \geq b_1(t) \quad ; \quad i=53,55,\dots,87,89,91$$
(37)

onde a j -ésima atividade produtiva representada no sistema (37) pode variar entre limites superiores e inferiores no ano t .

3.2.4.10 - Restrições não-negativas

Estas restrições integram a própria estrutura do programa, visto que este não permite uma atividade que possua valor negativo e, portanto, irreal.

$$x_j(t) \geq 0 \quad ; \quad j=1,\dots,72$$
(38)

3.2.5 - As disponibilidades (RHS)

Recorda-se que as disponibilidades (ou limites) do M.P.R., devem obedecer a

$$b_i(t) = f_i \left[x_j^*(t-1) , b_i(t-1) , c_i(t) \right] ,$$

que é a equação geral do mecanismo recursivo. Este tem sua eficiência

cia explicativa diminuída quando se recorre ao vetor $c(t) = [c_1(t)]$ porque sua presença indica a inclusão de variáveis exógenas. A seguir tem-se uma exposição sobre como se obteve os limites significantes, excluídas as linhas de balanço.

3.2.5.1 - Terra

A limitação em terra fez-se com três tipos: (1) terras para culturas anuais; (2) terras para culturas perenes; (3) terras para pastagem. A quantidade de terra manteve-se constante ao longo de todo o período, e seu cálculo foi efetuado com o auxílio dos questionários do IEA (item "Utilização das Terras"), corrigidos por dados preliminares do projeto Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo, IEA, 1974; os questionários informam sobre os estratos de área, ao passo que os dados do projeto o fazem para a área total da DIRA.

3.2.5.2 - Mão-de-obra

Este item foi dividido em três tipos: (1) mão-de-obra familiar; (2) mão-de-obra residente; e (3) mão-de-obra contratada.

A separação entre as duas primeiras objetiva distingui-las no consumo dos produtos alimentares, e nas oportunidades de emprego dentro e fora da propriedade, atividade permitida somente aos trabalhadores familiares. Existe um diferencial de salário entre as categorias (2) e (3); o custo de oportunidade para a categoria (1) é igual ao salário percebido pela categoria (2).

A mão-de-obra familiar e residente somadas formam a categoria "Trabalhadores Residentes", do Prognóstico Agrícola 77/78, a cujos dados aplicou-se a fórmula:

$$T.R. (1976) = T.R. (1971) [1 + \delta]^5 \quad (39)$$

onde, T.R. = nº de "Trabalhadores Residentes";

δ = taxa de crescimento (negativa, no caso).

Usando-se δ expandiu-se os dados para os anos extremos: 1970 e 1977. A essa série temporal aplicou-se um pequeno desconto por causa de algumas atividades excluídas.

A separação entre mão-de-obra familiar e residente fez-se através da média dos percentuais de familiares dos proprietários na população trabalhadora residente, obtida a cada ano nos questionários do IEA, para cada estrato (grupo de propriedades).

A mão-de-obra familiar dividiu-se em três sub-períodos, mas a mão-de-obra residente foi imobilizada durante todo o ano agrícola.

A respectiva equação recursiva assumiu a seguinte forma:

$$\lambda [M.O.(t)] = [(1 + \delta) M.O.(t-1)] \lambda \quad (40)$$

onde: M.O. = nº de trabalhadores (familiares ou residentes) no sub-período;

δ = taxa de crescimento dada em (39);

λ = coeficiente de conversão (dias de trabalho por sub-período).

Para mão-de-obra contratada pressupôs-se oferta perfeitamente elástica durante todo o horizonte, quer dizer, não houve limites à sua aquisição, conforme ilustra a figura abaixo.

Figura 4 - Oferta regional de trabalhadores contratados.

A colocação de limites para mão-de-obra contratada por estrato não teria sentido porque a mobilidade da força de trabalho temporária é grande na região, e dificilmente se conseguiria limites adequados. Mesmo para a competição regional, a fixação de disponibilidades não seria fácil porque ter-se-ia que contar com alguns coeficientes migratórios inter-regiões, além das taxas de crescimento agrícola populacional e de urbanização regionais.

Outros itens do modelo, principalmente oferta de insumos variáveis, seguiram o mesmo padrão de ofertas perfeitamente elásticas, mas nesses casos a suposição não compromete tanto quanto no caso de mão-de-obra. Um meio de superar tais obstáculos é proje-

tar, ou utilizar, funções de oferta válidas para a região, ou ainda elaborar equações de tendência para a quantidade de insumos.

3.2.5.3 - Caixa (capital de giro)

A disponibilidade de caixa foi calculada como uma proporção da receita bruta (para cada grupo de propriedades) do ano agrícola anterior, segundo o critério recursivo:

$$CX(t) = CX(t-1) + \delta [RET^*(t-1)] - \sum_{n=2}^6 [OF(t-n)] \quad (41)$$

com $n = 2, \dots, 6$, desde que $n \in t = 1970/71, \dots, 76/77$, e

onde: CX = disponibilidade de capital de giro (caixa);

δ = taxa de poupança do estrato;

RET = retorno (receita líquida observada);

OF = obrigações fixas;

* = indica valores da solução ótima.

A taxa de poupança δ é uma medida do quanto da renda é retida após o dispêndio geral com bens de toda a espécie consumidos na propriedade. O RETORNO (RET) é substituto da RECEITA (função objetivo) mas com as receitas reais ao invés das esperadas das culturas, suprimindo as contribuições das atividades de plantio de culturas perenes e investimento em maquinaria (porque traduzem tão somente uma medida de decisão sobre o acionamento dos vetores respectivos), e as taxas de juros para crédito de investimento.

As obrigações fixas referem-se ao pagamento de juros simples mais amortizações do principal (em 7 parcelas) dos investimentos em maquinaria com prazo de carência de 2 anos. Assumiu-se a pressuposição que no início do horizonte de planejamento não existiam obrigações fixas, por falta de dados a esse respeito.

3.2.5.4 - Crédito

As restrições de crédito para cada ano (de custeio e investimento) foram tomadas exogenamente. A partir do trabalho de ARAUJO (1977), executado com dados depurados dos questionários do IEA, estabeleceu-se uma proporcionalidade em termos de cruzeiros de crédito por hectare (devido à estratificação que não era inteiramente compatível) chegando-se a um percentual sobre quanto de crédito receberia cada grupo de propriedades. Essa porcentagem foi aplicada às séries disponíveis sobre o montante do crédito destinado à DIRA publicados no boletim Informações Econômicas.

A exemplo do ocorrido com mão-de-obra tentou-se um "desconto" do crédito de custeio que iria para aquelas atividades excluídas do modelo. Assinale-se que nesse caso o "desconto" foi mais rigoroso. Quanto ao crédito para investimento não houve "descontos", mas como um grande número de atividades de investimentos não foram consideradas, teve-se, efetivamente, oferta ilimitada desse tipo de crédito.

Lembra-se que tanto crédito como mão-de-obra e oferta de maquinaria deveriam originalmente sofrer competição regional.

3.2.5.5 - Máquinas

As disponibilidades do complexo trator-implementos também dividiu-se em três sub-períodos para atender a momentos de pico na sua utilização. A equação recursiva encontra-se abaixo:

$$TRT(t) = TRT(t-1) + [MINVTRT*(t-1)] \lambda \quad (42)$$

onde: TRT = disponibilidade de trator-implemento (em dias-máquina);

MINVTRT = investimento em trator-implemento (em número de unidades);

λ = coeficiente de conversão (dias de uso no sub-período).

Com respeito à depreciação física para as máquinas, o expediente utilizado foi simplesmente tomar a taxa líquida de crescimento potencial máximo para aquisição de recursos semi-fixos no curto prazo. Essa taxa representa o comportamento dos agricultores face à adoção e difusão de nova tecnologia (no modelo as mudanças tecnológicas referem-se principalmente a diferenças no grau de mecanização); por outro lado, há que se considerar um limite para a oferta desse insumo a curto prazo.

O procedimento adotado foi o seguinte:

$$LMSPTRT(t) = [1 + \delta] \left[\frac{TRT(t-1)}{\lambda} + MINVTRT*(t-1) \right] \quad (43)$$

onde: LMSPTRT(t) = limite máximo de investimento em número de unidades;

δ = taxa de crescimento potencial máximo.

Os demais símbolos têm o mesmo significado que em (42). A taxa δ calculou-se como a taxa geométrica de crescimento do número de tratores (transformados em equivalente de 61 HP), a partir dos dados brutos constantes dos questionários do IEA para o intervalo 1970 a 1975.

Para a colhedeira de soja procedeu-se de igual maneira.

3.2.5.6 - Animal de trabalho

Pelo decréscimo constante do número de animais de trabalho na agricultura da região, novamente utilizou-se da taxa geométrica para se estimar exogenamente a disponibilidade de animal de trabalho. Neste caso tem-se:

$$\lambda [LMSPANT(t)] = [(1 + \delta) LMSPANT(t-1)] \lambda \quad (44)$$

onde: LMSPANT = nº de animais de trabalho;

λ = coeficiente de conversão (dias de uso por sub-período);

δ = taxa de decréscimo.

3.2.5.7 - Culturas perenes

O mecanismo recursivo para os limites das atividades intermediárias que cobrem os vários estágios de maturação das culturas perenes já foi parcialmente explicado em outras secções.

Para o café ter-se-ia:

$$\text{TFCFPRD}(t) = \lambda [\text{TFCFPRD}(t-1)] + \text{TFCF3AN}(t-1)$$

$$\text{TFCF3AN}(t) = \text{TFCF2AN}(t-1) \quad (45)$$

até $\text{TFCF1AN}(t) = \text{CAFINV}^*(t-1)$

onde: TFCFPRD = hectares de café em produção;

λ = taxa de depreciação linear (fração da vida útil da cultura);

TFCF3AN = hectares de café com 3 anos após o plantio;

TFCF2AN = hectares de café com 2 anos após o plantio;

TFCF1AN = hectares de café com 1 ano após o plantio;

CAFINV = hectares de café investidos (plantados);

* = solução ótima.

O sistema de equações visto em (45) simplesmente garante a transferência dos vários anos para o seguinte deixando sujeitos aos coeficientes de flexibilidade os anos de plantio quando se decide sobre o investimento em culturas perenes.

O mesmo tipo de tratamento foi dispensado a citrus.

3.2.5.8 - Coeficientes de flexibilidade

Os coeficientes de flexibilidade, encarregam-se de garantir que a área plantada (ou as unidades-animal) permaneçam dentro de um intervalo determinado pelos respectivos limites inferiores e superiores calculados a partir da solução do ano anterior, conforme se vê abaixo, exemplificado para o caso do milho, com duas tecnologias:

$$\sum_{j=14}^{15} a_{ij} x_j(t) \geq (1 - \beta) \sum_{j=14}^{15} x_j^*(t-1) \quad ; i=71 \quad (46)$$

em que a i -ésima linha estabelece o limite mínimo da j -ésima atividade no ano $\underline{t}$, com β sendo o coeficiente inferior.

Da mesma forma:

$$\sum_{j=14}^{15} a_{ij} x_j(t) \leq (1 + \alpha) \sum_{j=14}^{15} x_j^*(t-1) \quad ; i=70 \quad (47)$$

em que a i -ésima linha estabelece o limite máximo da j -ésima atividade no ano $\underline{t}$, com α sendo o coeficiente superior.

O maior ou menor rigor nas estimativas desses coeficientes é questão mais de padronização do que propriamente de precisão, pois sua importância comprova-se na medida em que contribui mais, ou menos, para explicar a realidade, que é seu único teste. O essencial é ter em mente o que se está querendo representar com sua utilização; é evidente também que o seu emprego não deve variar período a período, ao contrário, sua validade deve estender-se ao longo do horizonte de planejamento. Em suma, a escolha é feita ex-ante e segundo os critérios mais razoáveis tendo-se em vista o fim pretendido. Assim, as maneiras usuais de cálculo resumem-se em:

(1) Método das taxas médias:

Utiliza-se da taxa média histórica de variação, tomando separadamente os limites superiores e inferiores. De acordo com a notação utilizada anteriormente, o coeficiente α superior seria o valor absoluto do primeiro termo de (48), e β seria o valor ab

soluto do primeiro termo em (49).

Há variações nesse método, uma das quais sugere acrescentar (ou subtrair) da variação média o desvio padrão do respectivo aumento (ou diminuição). Outra ainda sugere que se tome ao invés da variação média, a variação máxima tanto superior como inferior.

$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{x_j(t) - x_j(t-1)}{x_j(t-1)} \geq 0 \quad (48)$$

$$\frac{1}{m} \sum_{t=1}^m \frac{x_j(t) - x_j(t-1)}{x_j(t-1)} \leq 0 \quad (49)$$

(II) Estimativa dos mínimos quadrados:

$$x_j(t) = \gamma_1 x_j(t-1) \quad (50)$$

$$x_j(t) = \gamma_2 x_j(t-1) \quad (51)$$

Nesse caso, a equação (50) reúne os pontos acima de uma reta de 45 graus no plano área em t versus área em $t-1$, sendo que a estimativa de γ_1 através de mínimos quadrados fornece indiretamente α (porcentagem de variação para cima). Do mesmo modo, em (51) tem-se os pontos abaixo da reta de 45 graus, sendo que γ_2 permite obter-se β (porcentagem de variação para baixo). Alternativamente, pode-se estimar uma única reta com todos os pontos no plano considerado, quando α seria igual a β ; ou ainda acrescentar novas variáveis independentes em (50) e (51) que tenham poder de explicação.

(III) Método dos pontos selecionados

É um método mais simples, usado quando o nível da atividade no decorrer do tempo apresenta forte tendência numa direção (para cima ou para baixo), e muito útil quando há ausência de dados.

$$x_j(t_n) = x_j(t_0) [1 + \delta]^{t_n - t_0} \quad (52)$$

onde δ em (52) é a taxa geométrica de crescimento; no caso, o valor absoluto de δ tomará o lugar de α ou β anteriores.

Para a obtenção dos coeficientes de flexibilidade usados neste trabalho, simplesmente escolheu-se pontos médios entre aqueles acima e abaixo da linha de 45 graus no espaço área em t e área em $t-1$, para os coeficientes α e β , respectivamente; isto se aproxima do método (I). A escolha descartou automaticamente os extremos que não parecem adequados porque permitem rápidas especializações.

Devido à falta de informações para o ano de 1969/70, usou-se os dados de 1970/71 para o cálculo dos limites inferiores e superiores do ano inicial, ou seja, assumiu-se a pressuposição que as áreas plantadas (ou unidades-animal) em 1969/70 permaneceram as mesmas no ano seguinte. Para o caso dos limites de comportamento nos investimentos em máquinas, utilizou-se do método (III), em que $t_n = 1975$ e $t_0 = 1970$.

3.3 - A Estratificação e Extensão do Modelo

A região foi estratificada, segundo o tamanho das propriedades, como se segue:

- (a) Estrato I: de 3,1 a 10,0 hectares (pequeno ou inferior)
- (b) Estrato II: de 10,1 a 100,0 hectares (médio ou intermediário)
- (c) Estrato III: acima de 100,0 hectares (grande ou superior)

Originalmente pensou-se em trabalhar com quatro estratos de área porque na região prevalece propriedades de pequenas a médias com maior frequência. Porém isso não se tornou necessário, porque com os três estratos de área finalmente estabelecidos, teve-se material suficiente para os objetivos pretendidos. Resta afirmar que as denominações dos estratos atuais são apenas e simplesmente designativas, e não pretendem corresponder a uma dada classificação rígida para as propriedades da região.

A razão de se proceder à estratificação é uma tentativa de resolver parcialmente o problema da agregação. Estratificou-se, em última análise, porque espera-se que os estratos de área sejam mais homogêneos do que a região inteira. Para tanto são necessárias pressuposições tão mais restritivas quanto maior for a diversidade no sub-agregado.

Usa-se muitas vezes a expressão "propriedade típica" para significar que aquele conjunto determinado de propriedades age como se fosse uma única, grande e vasta propriedade, porque a deci-

são sobre ela é tomada uniformemente, dada sua estrutura técnica e institucional.

Para serem agregadas em um mesmo grupo, as propriedades devem possuir:

- (a) quantidades proporcionalmente iguais de recursos disponíveis;
- (b) mesma expectativa de receita líquida; e
- (c) idênticos coeficientes técnicos.

Diz AHN (1972): "Para propriedades que se encontram sob as mesmas condições exógenas numa zona relativamente homogênea quanto ao clima e topografia, suas decisões formam um agregado que representa seu comportamento e, portanto, sua resposta produtiva. Entretanto, a menos que as unidades produtivas sejam também razoavelmente homogêneas com respeito às suas condições econômicas endógenas, especialmente quanto à disponibilidade de recursos, a agregação pode levar — e leva — a erros sérios na análise regional".

A estratificação serve para a diferenciação principalmente da composição das atividades, das mudanças na proporcionalidade dos fatores, e conseqüentemente, das mudanças tecnológicas ao longo do período.

Os coeficientes técnicos de produção da região mantiveram-se, por suposição, inalterados, além de serem também basicamente os mesmos para todos os estratos; as diferenças entre eles se reduzem apenas à exclusão ou inclusão de poucas atividades. A

questão da constância dos coeficientes técnicos resume-se no fato que, embora se possa imaginar um sem número de combinações técnicas na região, dificilmente seria viável sua incorporação, ou pela falta de dados disponíveis ou pela extensão demasiada que se daria a matriz em vista da grande variedade das atividades que a integram. Seria necessário um trabalho especial de campo que estava totalmente fora das cogitações originais. Outro fator que pesou nessa decisão é creditado à estabilidade que se esperava para a região num período exíguo de 7 anos; supôs-se que todas as alternativas técnicas de que se dispunha já se encontravam à disposição no ano inicial, o que não é difícil de se aceitar.

As justificativas para os mesmos coeficientes técnicos nos três estratos envolvem questões de maior profundidade. A raiz do problema situa-se na questão dos retornos à escala que se constitui em ponto controvertido no caso da agricultura. A existência de economia interna de escala, segundo alguns autores ^{4/}, parece ser determinada muito mais pelo tipo de tecnologia empregada — que, por seu turno, depende diretamente da proporcionalidade entre os fatores de produção e, portanto, de sua disponibilidade — que propriamente do tamanho físico da propriedade.

Naturalmente, na programação linear o retorno à escala é constante para cada processo (tecnologia) mas aqui trata-se de verificar se o tamanho das propriedades implicaria em diferentes pro

4/ SCHULTZ, RAUP e outros, citados por AHN (1972).

cessos conforme seu crescimento em área disponível. Em outras palavras, se propriedades maiores deveriam possuir processos que diferissem daqueles empregados nas propriedades menores. Com exceção clara de alguns casos, como utilização de maquinaria, isto não é necessário.

Não há dúvidas de que o fator terra, por exemplo, pode apresentar retornos decrescentes, constantes e crescentes, dentro de intervalos, conforme sua qualidade, mas não existem indícios seguros de que grandes propriedades tenham maior proporção de terras boas que pequenas propriedades. E mesmo nesse caso não se esclarecia inteiramente (a menos que todas as terras boas estivessem em mãos dos grandes proprietários) a controvérsia da economia de escala referida tão somente ao tamanho das propriedades. A influência exclusiva destas não parece destruir o realismo de iguais coeficientes técnicos entre os estratos quando se parte de um agregado, e também de um módulo mínimo alcançado na amostra (maior que 3,0 hectares).

Em síntese, a discussão tenta mostrar que há iguais oportunidades entre os estratos no sentido da possibilidade de acesso a tecnologias disponíveis, tornadas enfim desiguais na medida em que a disponibilidade dos e proporcionalidade entre os fatores de produção corresponder a tal desigualdade.

Mesmo não se procedendo à competição regional, senão de forma indireta, indicar-se-á um modo como isto pode ser efetuado tomando-se o exemplo do princípio de decomposição utilizado por AHN

(1972). O princípio de decomposição pode ser definido como um processo de partição de matrizes que permite a agregação dos estratos, mantendo-se a estrutura da decisão técnica e institucional de cada um. Trata-se de se efetivar a competição regional por recursos tais como os serviços da mão-de-obra contratada, o crédito, etc.

Tome-se o exemplo de uma região que foi dividida em três estratos de área chamados dos pequenos, médios e grandes, para os quais se utilizará das letras p, m e g, respectivamente, além da letra r para se referir à região. A figura abaixo, extraída do próprio AHN (1972), mostra a estrutura do princípio de decomposição.

Função-objetivo regional	→	$Z_j^p(t) + Z_j^m(t) + Z_j^g(t)$	RHS
Matriz insumo-produto para cada t_i po de estrato	→	$A_{ij}^p(t)$ <div></div> 0 <div></div> 0	$\leq B_i^p(t)$
	→	<div></div> 0 <div></div> $A_{ij}^m(t)$ <div></div> 0	$\leq B_i^m(t)$
	→	<div></div> <div></div> 0 <div></div> 0 <div></div> $A_{ij}^g(t)$	$\leq B_i^g(t)$
Restrições Regionais	→	$R_{kj}^p(t)$ $R_{kj}^m(t)$ $R_{kj}^g(t)$	$\leq B_i^r(t)$

Figura 5 - Arranjo das matrizes para a competição regional entre os sub-agregados.

Onde: $Z_j(t)$ acompanhado da respectiva indicação representa o retorno líquido total de cada estrato; $B(t)$ as disponibilidades; e $A_{ij}(t)$ a matriz total dos coeficientes técnicos e institucionais.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Uso da Terra

A distribuição da terra efetivamente utilizada mostra que no primeiro estrato de área (pequenos produtores), a terra tipo I (culturas anuais) foi inteiramente tomada desde o ano agrícola inicial de 1970/71, representando 45% da área total, seguida da terra tipo II (culturas perenes) com 24%, e da terra tipo III (pastagens) com 31%. Ao final do período (1976/77), a participação de cada tipo situa-se em torno de 32%, 39% e 29%, respectivamente. Nota-se que, ao somar-se as terras dos tipos I e II como sendo de "culturas", a sua participação relativa permanece a mesma no período, em torno de 70%.

No segundo estrato de área (médios produtores), terra I participa, no início do período, com 40%, seguida de terra II com 13%, e terra III com 47%. Ao final do período, os valores são,

respectivamente, 35%, 21% e 44%. Há ligeira diminuição relativa de pastagens, e as terras para culturas anuais atingem o limite disponível no ano de 1973/74.

Finalmente, no terceiro estrato de área (grandes produtores), a sequência é 26%, 8% e 66%, no início, para alcançar 30%, 14% e 56%, no final do período, para as terras tipo I, II e III, respectivamente. Neste estrato não se atinge o limite para terra tipo I. É grande a participação de pastagens, embora decresça essa importância, em termos relativos, durante o período.

O declínio relativo do conjunto das culturas anuais no primeiro e segundo estratos explica-se, evidentemente, pelos limites atingidos. No caso das culturas perenes, seu crescimento se deve tanto à disponibilidade de terras como pelo modo de sua incorporação, que parece beneficiar essas culturas; além disso, os coeficientes de flexibilidade nesse caso foram dos mais elásticos, e houve também ausência de erradicação.

À exceção de terra I, os demais tipos de terra não atingiram seus limites respectivos. Na terra tipo II incluem-se apenas café e laranja, e sua ocupação é muito baixa: nos três estratos de área, coincidentemente, cerca de 45% do total disponível dessa categoria são utilizadas, em cada um deles. Para a terra tipo III, o limite é flexível porque havia a possibilidade de transferência das atividades aí realizadas para as terras que restaram de culturas perenes, de acordo com as matrizes construídas.

Observando-se a Tabela 3, e as Figuras 6, 7, 8 e 9, sobre o aproveitamento da terra, vê-se que é crescente o seu uso em todos os estratos e para todas as categorias, com exceção de terra tipo III. As quantidades e categorias de terras disponíveis para utilização foram tomadas com base num critério misto de seu uso efetivo e capacidade de uso.

Em síntese, tem-se os seguintes problemas relacionados ao tratamento dado às terras:

a) houve flexibilidade no uso de alguns tipos de terras (II e III) porque na agregação foram excluídas certas atividades como a dos hortigranjeiros, reflorestamento, atividades de destoca e limpeza do terreno, etc., devido à inviabilidade imediata de se montar matrizes do porte e nível de detalhes para incluí-las;

b) o procedimento na classificação das terras limitou-as a poucas categorias, e isto levou a que se tivesse restrições nas terras para culturas anuais;

c) a escassez de alternativas tecnológicas agravou o problema do uso da terra I ao mesmo tempo que resultou na inflexibilidade no uso dos demais recursos.

Estes pontos, principalmente o último, serão confirmados adiante, nas demais secções do capítulo.

Tabela 3 - Terra utilizada em culturas anuais, culturas perenes, pastagens e terra total utilizada, em hectares, por estrato de área e a cada ano.

ANOS	TERRA EM CULTURAS ANUAIS			TERRA EM CULTURAS PERENES			TERRA EM PASTAGENS			TERRA TOTAL UTILIZADA		
	Estratos de Área			Estratos de Área			Estratos de Área			Estratos de Área		
	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	19.832 (100) ^a	177.384 (100)	222.459 (100)	10.365 (100)	56.514 (100)	86.481 (100)	13.459 (100)	214.876 (100)	550.684 (100)	43.656 (100)	448.774 (100)	839.624 (100)
1971/72	19.832 (100)	179.058 (101)	241.843 (109)	12.967 (125)	66.932 (118)	79.025 (119)	12.512 (93)	201.975 (94)	486.608 (90)	45.311 (104)	447.965 (100)	817.276 (97)
1972/73	19.832 (100)	202.442 (114)	241.754 (109)	16.352 (158)	76.968 (136)	89.805 (135)	13.364 (99)	190.300 (89)	455.115 (83)	49.548 (113)	469.710 (105)	786.674 (94)
1973/74	19.832 (100)	218.294 (123)	259.948 (117)	18.969 (183)	91.998 (163)	98.347 (150)	14.301 (106)	179.706 (84)	423.267 (77)	53.102 (122)	489.998 (109)	781.562 (93)
1974/75	19.832 (100)	218.294 (123)	269.159 (121)	20.383 (197)	103.221 (183)	110.741 (167)	15.332 (114)	205.589 (96)	460.443 (84)	55.547 (127)	527.104 (117)	840.343 (100)
1975/76	19.832 (100)	218.294 (123)	281.814 (127)	21.760 (210)	115.725 (205)	121.346 (182)	16.466 (122)	232.628 (108)	501.709 (91)	58.058 (133)	566.647 (126)	904.869 (108)
1976/77	19.832 (100)	218.294 (123)	288.304 (130)	23.543 (227)	129.887 (230)	133.929 (201)	17.714 (132)	266.978 (124)	526.189 (95)	61.089 (140)	615.159 (137)	948.422 (113)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Figura 6 - Terra utilizada em culturas anuais
 FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 7 - Terra utilizada em culturas perenes.
 FONTE: Resultados do Modelo

Figura 8 - Terra utilizada em pastagens.
FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 9 - Terra total utilizada.
FONTE: Resultados do Modelo.

4.2 - Composição das Atividades

4.2.1 - Culturas anuais e perenes

No primeiro estrato é onde estão mais flagrantes as mudanças na composição das atividades porque o limite de terra para culturas anuais é atingido desde o período inicial. Tomando-se os anos extremos, tem-se que as culturas que aumentaram sua área plantada foram, em ordem decrescente do índice de aumento (1970/71 = 100), e segundo os resultados do modelo: cana (390), café (245), laranja (218) e feijão da seca (168). As que diminuíram foram: arroz (26), milho (38), batata da seca (45), feijão das águas (53), mandioca (85), e algodão (91). Batata das águas permaneceu com área constante.

Para o segundo estrato as seguintes culturas aumentaram: café (295), cana (223), laranja (211), feijão das águas (187), algodão (130), e tomate (118). E diminuíram: batata da seca (41), milho (68), arroz (73), feijão da seca (92), batata das águas (94), e soja (96) ^{5/}. Mandioca permaneceu com área constante.

Quanto ao terceiro estrato aumentaram: soja (396), feijão das águas (231), algodão (230), café (228), laranja (169), cana (146), feijão da seca (130), e tomate (108). Diminuíram: batata da seca (41), milho (68), e arroz (73). Mandioca e batata das águas permaneceram com áreas constantes.

^{5/} Para soja, neste estrato, 1973/74 = 100.

As culturas que francamente diminuíram em todos os estratos, a partir das quais o fizeram, foram batata da seca, milho e arroz, nesta ordem no segundo e terceiro estratos, e em ordem invertida no primeiro estrato.

As culturas francamente ascendentes foram cana, café, laranja e algodão, excluindo-se esta última no primeiro estrato. De um modo geral maior número de culturas cresceram em área plantada no período, em proporção direta com o tamanho das propriedades expresso nos estratos de área.

4.2.2 - Pecuária e pastagens

No caso de pecuária e pastagens houve um crescimento moderado no período, com exceção da produção de leite B, quando se comparam os anos extremos. Esse crescimento gradual contrasta com o crescimento vertiginoso de culturas perenes.

Pecuária bovina de corte (ver Figura 10) aumentou no primeiro estrato de 12%, de 9% no segundo estrato, e de 16% no terceiro estrato. Pecuária de leite B (ver Figura 11) apresentou crescimento de 342%, 273% e 44% no período, para o primeiro, segundo e terceiro estratos de área, respectivamente. Pecuária de leite C (ver Figura 12), do mesmo modo, cresceu de 13%, 107% e 1%.

Figura 10 - Índices de crescimento de pecuária bovina de corte.
 FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 11 - Índices de crescimento de pecuária de leite B.

FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 12 - Índices de crescimento de pecuária de leite C.

FONTE: Resultados do Modelo.

Suinocultura tipo banha permaneceu estável no primeiro e terceiro estratos de área, enquanto que no segundo estrato (médios produtores) o crescimento no período foi de 1,77 vezes o valor inicial de 1970/71; suinocultura tipo carne apresenta-se apenas neste último estrato onde obteve crescimento de 2,66 vezes no período. Parece que suinocultura foi atividade com tendência à especialização no modelo utilizado.

Tomando-se 1970/71 = 100, a área com pastagem artificial alcançou, em 1976/77, os índices 125 e 32, para o segundo e terceiro estratos, respectivamente; no primeiro estrato a área em pasto artificial permaneceu constante. E pastagem natural, apresentou índices de 147, 124 e 133, para o primeiro, segundo e terceiro estratos de área, respectivamente.

As atividades pecuárias têm grande importância na região, especialmente a de leite. Porém era preciso cuidado no uso dos seus coeficientes para os quais não se tinha a mesma confiança dispensada aos de culturas anuais, por exemplo, de modo que sua inclusão fez-se com cautela para se evitar especializações ou cargas excessivas. Ao final parece que o comportamento das atividades pecuárias foi acima da expectativa porque bastante coerente, com exceção de suinocultura. Os resultados obedecem de perto ao conhecimento que se possui do problema: o crescimento de pecuária bovina de corte fez-se realmente no estrato grande, enquanto leite B tende para pequenos e médios, e leite C também, com boa distribuição entre eles; talvez a atividade de leite B tenha contado com crescimentos acima

do real. No entanto houve um crescimento moderado de pecuária que é compatível com a tendência na região até esta data.

4.3 - Produtividade dos Fatores de Produção

A análise a ser feita comportaria dois procedimentos. Um seria analisar estritamente os resultados do modelo em termos dos recursos que foram realmente utilizados, e outro consistiria em incluir a folga dos recursos disponíveis. A impressão que se tem é que se deve lançar mão de ambos, embora negligenciando às vezes pequenos detalhes. Para dar um exemplo diga-se que mão-de-obra familiar e residente não foram totalmente esgotadas num estrato qualquer, e mais: houve evasão de mão-de-obra familiar devido ao custo de oportunidade a ela dispensado; mas a mão-de-obra residente não usada e sem custo de oportunidade, por suposição implícita, deve permanecer na propriedade. O problema com mão-de-obra deve-se à sua incorporação à princípio programada para a competição regional, em que um estrato de área poderia alugar ou vender os serviços de sua mão-de-obra familiar e residente para outro, e também às imprecisas informações sobre o número de dias trabalhados, que variam tanto que a subdivisão dos períodos para atender a propósitos detalhados deveria ser muito mais partilhada, e nesse caso os dados seriam difíceis de se obter. Situação semelhante ocorre também com terra, serviços de animais de trabalho, de máquinas, etc.

4.3.1 - Retorno

O RETORNO (ver definição na secção 3.2.5.3), em cruzeiros de 1970 (ver Tabela 4 e Figura 13), é sempre crescente nos três estratos de área, e seu crescimento dinâmico é diretamente proporcional ao tamanho das propriedades. Até o ano de 1974/75, inclusive, os índices de crescimento comportaram-se normalmente. Nos dois últimos anos do período (1975/76 e 1976/77) se acelera bruscamente o crescimento anterior. Os estratos correspondentes às pequenas, médias e grandes propriedades, aumentaram o RETORNO em, respectivamente, 219%, 271% e 410% no período. A região inteira teve aumento de aproximadamente 329% comparando-se 1970/71 com 1976/77.

Tabela 4 - RETORNO, em mil cruzeiros de 1970, por estrato de área e por ano.

Anos Agrícolas	Estratos de Área		
	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	32.876,20 (100) ^a	175.470,00 (100)	168.834,00 (100)
1971/72	33.341,35 ^b (101)	198.295,30 (113)	198.909,00 (118)
1972/73	44.009,07 (133)	262.497,65 (150)	279.495,76 (165)
1973/74	50.742,80 (154)	320.122,74 (182)	321.904,00 (190)
1974/75	52.289,28 (159)	360.080,16 (205)	436.944,96 (259)
1975/76	77.299,66 (235)	528.952,00 (302)	673.618,30 (399)
1976/77	104.842,89 (319)	651.191,40 (371)	860.403,60 (510)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

(b) Deflacionados pelo índice 2 da Fundação Getúlio Vargas.

Figura 13 - Índices de crescimento do RETORNO.
 FONTE: Resultados do Modelo

4.3.2 - Produtividade da terra

A produtividade da terra (ver Tabela 5 e Figura 14) é dada pela relação entre a receita líquida observada (em Cr\$ de 1970, com valores deflacionados pelo índice 2 da Revista Conjuntura Econômica, F.G.V.), e a quantidade total de terra utilizada (em hectares): RETORNO/TERRA . Em todos os estratos de área a produtividade da terra é crescente durante todo o período considerado (exceção para o ano 1971/72 no primeiro estrato), e segue uma lógica esperada: a produtividade decresce em termos absolutos a partir do estrato pe

queno em direção ao estrato grande. Mas em termos dinâmicos, o que se verifica é exatamente o oposto, ou seja, a tendência no período é a de diminuir a diferença entre as produtividades nos estratos, o que significa que o terceiro estrato tem a maior taxa de crescimento da produtividade da terra. Caso se considere a área total disponível (constante no período), o padrão não se modifica indicando novamente que o valor do RETORNO teve acréscimos mais rápidos nos grupos de propriedades maiores. É evidente que a produtividade, quando se leva em conta a área total, decresce, porque há terras ociosas nos três estratos.

Outro fator que auxilia na explicação da tendência as sinalada é a disponibilidade dos diferentes tipos de terra. Assim, o estrato das grandes propriedades teve possibilidade de crescer relativamente mais usando a terra I que é a de melhor qualidade, e portanto de maior rentabilidade, enquanto os demais estratos contaram apenas com o crescimento livre em terra II e III, no que se igualaram às oportunidades do estrato grande. O estrato das pequenas propriedades não pode aumentar a utilização de terra I, e o estrato médio o fez parcialmente durante os 3 primeiros anos.

Considerando a região como um todo a produtividade da terra cresceu 251%, de Cr\$ 283,16/ha, em 1970/71, para Cr\$ 994,93/ha em 1976/77 (Cr\$ de 1970). Estes resultados estão fortemente influenciados pelos preços de café e soja que atingiram altos níveis nos últimos anos.

4.3.3 - Produtividade do trabalho

A contratação de mão-de-obra temporária se faz durante todo o período no estrato superior, enquanto no estrato médio ela toma impulso depois dos anos iniciais. No estrato pequeno não há contratação em nenhum momento durante todo o período, ao contrário, há sempre sobra de mão-de-obra residente e venda dos serviços de mão-de-obra familiar; no estrato médio, as vendas dos serviços do trabalho familiar são bem mais escassas, e a partir dos anos iniciais registra-se o aproveitamento completo da mão-de-obra residente; no estrato superior, tanto uma como outra são sempre aproveitadas. A participação da mão-de-obra familiar é maior quanto menor é o tamanho das propriedades, e o confronto entre os dois estratos extremos nesse sentido mostra uma diferença marcante.

A produtividade do trabalho é dada por RETORNO/TRABALHO , em que o dividendo é expresso em cruzeiros de 1970 e o divisor em número total de dias-homens empregados. Neste caso serão desprezados o potencial de trabalho representado pela categoria mão-de-obra residente, eventualmente não utilizada, nem se descontará o número de dias-homens da categoria mão-de-obra familiar que façam uso do custo de oportunidade (este último aspecto, quando ocorre, tende a aumentar a produtividade do trabalho caso se deduza igualmente quantidade e preço respectivos desse fator).

Vê-se pela Tabela 5 e Figura 15 correspondentes, que a produtividade do trabalho é também crescente nos três estratos de área. Entretanto, cresce relativamente mais no estrato superior, onde

de alcança 3,86 vezes o valor do ano inicial; segue-se o estrato inferior com 2,88 vezes, e o estrato médio, com 2,27 vezes.

Em termos absolutos, o período começa com maior produtividade do trabalho no estrato médio, seguindo-lhe o estrato inferior, e depois o superior; a partir de 1973/74, inclusive, as posições dos estratos inferior e médio se invertem até o final do período (esta mudança, em relação ao crescimento dinâmico, opera-se já em 1972/73). Vale ressaltar o crescimento muito grande da produtividade do trabalho no estrato inferior (em termos absolutos) nos últimos anos, e no estrato superior (em termos dinâmicos) durante todo o período; a posição ocupada pelo estrato médio é nitidamente de superioridade inicial, que se deteriora ao longo do período.

Na região, a produtividade de trabalho cresce cerca de 3,02 vezes no período.

4.3.4 - Produtividade do capital

A produtividade do capital é dada pela relação RETORNO/CAIXA. O CAIXA mede a disponibilidade monetária para fazer frente aos gastos imediatos com compra de insumos, de serviços de trabalho, e outros custos. Conforme se observa pela Tabela 5 e Figura 16, no primeiro estrato a produtividade do capital é a maior em todo o período quando se refere ao valor absoluto, com ênfase nos dois últimos anos; a sequência privilegia o segundo, seguido do terceiro estrato de área. O crescimento total obedece quase a mesma ordem, mas invertendo-se a posição do terceiro e segundo estratos, com 108%,18%

e 51% de aumento nos estratos pequeno, médio e grande, respectivamente, em relação ao ano inicial. O padrão parece-se com a produtividade do trabalho, com o estrato pequeno se distanciando dos demais, enquanto o estrato médio e grande se aproximam, indicando a estagnação relativa daquele.

Confrontando-se os resultados em termos de evolução da produtividade do capital a partir do ano inicial, o padrão não se define. No primeiro estrato há um decréscimo no ano de 1971/72, seguido por uma estabilização nos três anos seguintes para aumentar nos dois últimos anos. No estrato médio, a produtividade é oscilante e está abaixo do valor inicial nos dois anos seguintes, se estabiliza nos próximos dois anos, e aumenta nos restantes. No terceiro estrato, o padrão é semelhante aos demais, mas a recuperação ascendente se dá no ano de 1974/75. Uma explicação parcial para a posição do estrato intermediário é que o crescimento do CAIXA neste caso ultrapassa a velocidade com que cresce o mesmo nos demais estratos, quando comparado com o crescimento dos RETORNOS respectivos.

Para a região, a produtividade do capital é de 2,20 em 1970/71, e de 2,98 em 1976/77, correspondendo a um crescimento de cerca de 1,35 vezes, no período.

Considerando-se todos os dados de produtividade para a região, verifica-se que a maior contribuição adveio da produtividade da terra, que aumentou 3,51 vezes no período, seguindo-se a produtividade do trabalho com 3,02 vezes, e por fim a produtividade do

capital de giro, em torno de 1,35 vezes. De todos os estratos, é ní tido e um pouco paradoxal que o estrato julgado a priori como o mais eficiente — o estrato médio — teve um comportamento até aqui que o coloca como o mais lento em ganhos de produtividade, à exceção da produtividade da terra. O estrato grande, por sua vez, experimentou visível melhoria, e liderou todos os aumentos relativos nos índices de produtividade. E o estrato pequeno pode-se dizer que manteve sua posição durante o período, mantendo-se como intermediário no ganho relativo de produtividade.

Tabela 5 - Produtividade da terra, em cruzeiros de 1970 por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano. Produtividade do trabalho, em cruzeiros de 1970 por dias-homens empregados, por estrato de área e por ano. Produtividade do capital, por estrato de área e por ano.

ANOS	PRODUTIVIDADE DA TERRA			PRODUTIVIDADE DO TRABALHO			PRODUTIVIDADE DO CAPITAL		
	Estratos de Área			Estratos de Área			Estratos de Área		
	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	753,07 (100) ^a	391,00 (100)	201,08 (100)	16,59 (100)	16,94 (100)	9,93 (100)	2,98 (100)	2,92 (100)	1,69 (100)
1971/72	735,83 (98)	442,66 (113)	243,38 (121)	17,16 (103)	18,78 (111)	11,91 (120)	2,81 (94)	2,51 (86)	1,59 (94)
1972/73	888,21 (118)	558,85 (143)	355,29 (117)	22,95 (138)	21,94 (129)	15,15 (153)	3,38 (113)	2,65 (91)	1,79 (106)
1973/74	956,16 (127)	653,31 (167)	411,87 (205)	26,86 (162)	24,32 (144)	17,44 (176)	3,36 (113)	2,46 (84)	1,68 (99)
1974/75	1010,01 (134)	683,13 (175)	519,96 (259)	28,28 (170)	26,09 (154)	21,75 (219)	3,36 (113)	2,47 (84)	1,99 (118)
1975/76	1331,42 (177)	933,48 (239)	744,44 (370)	37,66 (227)	34,86 (206)	31,27 (315)	4,91 (165)	3,26 (112)	2,54 (150)
1976/77	1716,23 (228)	1058,57 (271)	907,19 (451)	47,77 (288)	38,50 (227)	38,31 (386)	6,19 (208)	3,45 (118)	2,56 (151)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Figura 14 - Produtividade da terra.

FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 15 - Produtividade do trabalho.
 FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 16. - Produtividade do capital
 FONTE: Resultados do Modelo.

4.4 - Proporcionalidade Entre os Fatores de Produção

A proporcionalidade entre os fatores de produção deve mostrar qual a tendência observada nos três estratos de área, pois é basicamente o aspecto que distingue os comportamentos respectivos. A análise será feita a partir dos recursos efetivamente usados, não se considerando a folga existente, senão para registrar al gum fato relevante; neste sentido, ainda são válidas as observações feitas anteriormente a esse propósito.

4.4.1 - Trabalho e terra

A evolução da relação TRABALHO/TERRA é apresentada na Tabela 6 e Figura 17 correspondentes. O número de dias-homens empregados por hectare de terra utilizada é maior nas propriedades pequenas (mesmo desprezando-se a mão-de-obra residente não empregada e a venda dos serviços da mão-de-obra familiar), seguindo-se as propriedades médias, e as grandes propriedades. Durante o período não se observa grandes alterações, mas percebe-se que os estratos pequeno e médio tendem a se aproximar, ao passo que este último se distancia do estrato grande.

A menor taxa de crescimento na relação TRABALHO/TERRA, no período, pertence ao estrato pequeno que praticamente se mantém estabilizada até o final; passa de 27,38 dias-homens (d-H) por hectare, em 1970/71, para 29,38 d-H/ha, em 1976/77. No estrato médio, a taxa de crescimento daquela relação é quase sempre crescente,

mas de modo lento, passando de 23,07 d-H/ha, em 1970/71, a 27,49 d-H/ha, em 1976/77, sendo que é a maior taxa de crescimento dos três estratos. No estrato grande a taxa de crescimento se estabiliza a partir do ano de 1972/73, e muda de 20,25 d-H/ha, no início do período, para 23,68 d-H/ha, ao final.

Tabela 6 - Relação TRABALHO/TERRA, em dias-homens empregados por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano.

ANOS	TRABALHO/TERRA ^a			TRABALHO/TERRA ^b			TRABALHO/TERRA ^c		
	I			II			III		
	Estratos de área			Estratos de área			Estratos de área		
	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	48,73 (100) ^d	33,03 (100)	20,25 (100)	45,38 (100)	23,07 (100)	20,25 (100)	27,38 (100)	23,07 (100)	20,25 (100)
1971/72	48,28 (99)	26,96 (82)	20,43 (101)	42,88 (94)	23,56 (102)	20,43 (101)	28,09 (102)	22,07 (96)	20,43 (101)
1972/73	45,96 (94)	25,47 (77)	23,45 (116)	38,70 (85)	25,47 (110)	23,45 (116)	27,75 (101)	23,81 (103)	23,45 (116)
1973/74	44,60 (91)	26,87 (81)	23,61 (117)	35,60 (78)	26,87 (116)	23,61 (117)	27,84 (102)	25,58 (111)	23,61 (117)
1974/75	45,88 (94)	26,18 (79)	23,90 (118)	35,72 (79)	26,18 (113)	23,90 (118)	29,08 (106)	25,49 (110)	23,90 (118)
1975/76	39,35 (81)	26,77 (81)	23,80 (117)	35,35 (78)	26,77 (116)	23,80 (117)	29,16 (106)	26,77 (116)	23,80 (117)
1976/77	35,91 (74)	27,49 (83)	23,68 (117)	35,92 (79)	27,49 (119)	23,68 (117)	29,38 (107)	27,49 (119)	23,68 (117)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) A relação I inclui todo o trabalho.

(b) A relação II exclui de I a categoria mão-de-obra residente não utilizada.

(c) A relação III exclui de II os serviços da categoria mão-de-obra familiar vendidos fora da propriedade.

(d) Os números entre parênteses são índices.

Figura 17 - Relação TRABALHO/TERRA.

FONTE: Resultados do Modelo.

As diferenças são poucas, tanto entre os estratos como entre os anos, durante o período, sugerindo que o comportamento nos estratos praticamente não se modifica em termos da taxa de substituição entre os fatores terra e trabalho. Mas existem alguns problemas que podem ser visualizados na medida em que se tenta ampliar a análise, da maneira como se segue.

A produtividade do trabalho pode ser dividida em dois componentes: $\text{RETORNO/TRABALHO} = (\text{RETORNO/TERRA}) \cdot (\text{TERRA/TRABALHO})$. O primeiro componente mede aproximadamente um tipo de tecnologia de nominada biológica (poupadora de terra), enquanto o segundo componente estima o grau de tecnologia mecânica (poupadora de trabalho).

No presente modelo, as opções permitidas para o componente RETORNO/TERRA foram bastante limitadas, principalmente pela ausência de alternativas tecnológicas, traduzida por (a) no máximo duas tecnologias para algumas das atividades produtivas, e (b) pelo fato de que as tecnologias diferenciadas o eram com ênfase no uso de maquinaria. Isto fez com que a produtividade da terra, paradoxalmente, se devesse a outras causas, e não em função de ganhos reais em produtividade. Explica-se: o aumento na produtividade da terra se deve a que o RETORNO cresceu mais rapidamente que a ocupação de novas áreas, e ocorreu desse modo porque, em primeiro lugar, o índice de preços dos produtos agrícolas cresceu mais que o índice geral de preços usado na deflação para cruzeiros de 1970 e, em segundo lugar, pela eficiência com que o modelo escolhe as atividades que possuam receitas líquidas maiores; e resta ainda outras contribuições que a estrutura do modelo ofereceu, na forma de subsídios e superestimativas do fluxo monetário do capital de giro, como se verá adíante.

O uso extensivo da terra, em todos os estratos de á-rea, dado pela relativa facilidade com que se teve acesso a novas áreas, com exceção de terra tipo I (culturas anuais), é também um fa

to que ajuda a compreender os resultados do modelo. Para corroborá-lo, basta notar a relação FERTILIZANTES/TERRA, que seguramente é um índice cujo crescimento mostra tecnologia biológica poupadora de terra. Acompanhando-se pela Tabela 7 e Figura 18 correspondentes, observa-se que o crescimento nesta relação ocorre apenas nos estratos superiores (onde não houve limites tão restritivos para uso da terra I), ao passo que no estrato inferior (com limites atingidos desde o início para esta categoria) a quantidade de fertilizantes, em kg/ha, cai ao longo de todo o período. Curiosamente, o uso de adubos aumentava no estrato médio, quando a partir de 1974/75, este começa a cair, embora lentamente. Isto se explica quando se observa que o limite para terra tipo I (a que mais usa adubação) fora atingido um ano antes, e após um período de ajustamento em que a quantidade por hectare permanece constante, ocorre decréscimos nos anos seguintes.

A relação INSUMOS MODERNOS/TERRA (ver Tabela 7 e Figura 19) também enfatiza o mesmo ponto de vista (insumos modernos é representado basicamente por sementes, defensivos, rações e medicamentos). Em termos absolutos a relação entre cruzeiros de 1970 gastos com insumos modernos e hectares de terra utilizada é francamente maior no estrato inferior, no início do período, seguida do estrato médio e do superior; ao longo do tempo, no entanto, ela se deteriora para o primeiro enquanto cresce para os dois últimos, já com o estrato médio alcançando o maior valor ao fim do período, e com a maior porcentagem de aumento em relação a 1970/71.

Tabela 7 - Relação FERTILIZANTES/TERRA, em quilogramas por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano. Relação INSUMOS MODERNOS/TERRA, em cruzeiros de 1970 por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano.

ANOS	FERTILIZANTES/TERRA			INSUMOS MODERNOS/TERRA		
	Estratos de área			Estratos de área		
	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	126,17 (100) ^a	73,03 (100)	46,78 (100)	182,69 (100)	105,60 (100)	87,09 (100)
1971/72	120,92 (96)	73,62 (101)	52,10 (111)	175,25 (96)	102,95 (97)	86,41 (99)
1972/73	113,53 (90)	77,86 (107)	57,33 (122)	172,80 (95)	105,95 (100)	100,05 (115)
1973/74	112,58 (89)	82,33 (113)	61,04 (130)	186,45 (102)	134,70 (128)	118,67 (136)
1974/75	112,52 (89)	82,66 (113)	63,04 (135)	230,70 (126)	166,40 (158)	135,37 (155)
1975/76	112,47 (89)	80,97 (111)	61,72 (132)	205,71 (107)	150,57 (143)	122,46 (141)
1976/77	112,25 (89)	77,80 (106)	62,90 (134)	163,75 (90)	166,88 (158)	123,79 (142)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Figura 18. - Relação FERTILIZANTE/TERRA.

Fonte: Resultados do Modelo.

Figura 19 - Relação INSUMOS MODERNOS/TERRA.

FONTE: Resultados do Modelo.

O item insumos modernos é usado nos três tipos de terra, o que permite inferências comparáveis entre os estratos. Tem-se a registrar que o estrato médio possui atividades, como suinocultu-ra tipo carne, que não esteve disponível para os demais estratos, sendo atividade que cresceu no período, e que se utiliza de insumos modernos na forma de rações; outras atividades, como tomate e soja, contemplam apenas os dois estratos superiores de área.

O outro componente dado por TERRA/TRABALHO é o inverso do que se tem na Tabela 4, e foi o ponto de partida para a dis-

cussão. Pode-se especular, com base nas poucas e frágeis indicações, que o estrato inferior, ao contrário de todas as expectativas, cresce "poupando" mais trabalho que terra, quando comparado com os demais, que fazem o inverso em relação àquele, e de modo mais intensivo o estrato intermediário. Ao se considerar estes resultados como parcialmente válidos, verifica-se que os estratos extremos tendem a adotar um caminho de crescimento que inverte as possibilidades de incorporação dos seus recursos relativamente mais abundantes: terra, nos estratos superiores, e trabalho no estrato inferior. A comprovação ou negação dessa hipótese se efetivaria, caso se conseguisse ampliar as opções tecnológicas no presente modelo, acompanhadas de uma divisão de terras pormenorizada, e procedendo à competição regional com novo tratamento para as diversas categorias de mão-de-obra. Voltar-se-á ao tema se se comprovar que outros indicadores apontam no sentido sugerido.

A análise da proporcionalidade entre os fatores de produção coloca outro problema. Trata-se do horizonte de planejamento em consideração: quanto mais extenso for o período maior será a visibilidade quanto à formação de tendências no processo do desenvolvimento regional; portanto, é de se esperar que num período de sete anos não haja mudanças quantitativas ou qualitativas drásticas.

4.4.2 - Trabalho e Trator

A relação TRABALHO/TRATOR mantém-se em todo o período numa escala cujo valor cresce do estrato inferior ao superior, a indicar que naquele precisa-se de menor quantidade de trabalho para cada unidade de máquina empregada. A taxa de substituição de trabalho por máquina ao longo do período é maior no estrato superior, ao passo que é quase estacionária no estrato médio, e menor no estrato inferior, onde é mais correto afirmar que a substituição se faz de máquina por trabalho. Os dados podem ser vistos em detalhes na Tabela 8 e Figura 20.

Tabela 8 - Relação TRABALHO/TRATOR, em dias-homens empregados por dias-máquina utilizados, por estrato de área e por ano.

ANOS	Estratos de área		
	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	17,63 (100) ^a	22,74 (100)	27,62 (100)
1971/72	17,61 (100)	18,50 (81)	24,33 (88)
1972/73	16,85 (96)	20,34 (89)	26,86 (97)
1973/74	17,66 (100)	20,65 (91)	25,69 (93)
1974/75	18,39 (104)	20,32 (89)	26,03 (94)
1975/76	20,03 (114)	20,98 (92)	26,78 (97)
1976/77	19,45 (110)	22,60 (99)	26,53 (96)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Figura 20 - Relação TRABALHO/TRATOR.

FONTE: Resultados do Modelo.

De maneira aparente, isto entra em conflito com a discussão anterior que dizia ser o estrato dos pequenos produtores relativamente mais "poupador" de trabalho. Explica-se esta aparente contradição pelo fato de que, a despeito de no total ser verdadeira a afirmação, na relação específica TRABALHO/TRATOR o mesmo não ocorre porque, ao mesmo tempo em que o estrato em questão "poupa" trabalho, ele igualmente o faz — e de modo mais acelerado — com os serviços de máquinas. E isto devido ao fato do crescimento das suas atividades se verificarem principalmente em pecuária, e culturas perenes, atividades menos exigentes em serviços de máquinas que as culturas anuais (cuja área esgota-se para o estrato inferior logo no primeiro ano).

Uma indicação clara pode ser dada pela atividade de INVESTIMENTO em maquinaria, que ocorre no estrato inferior nos anos de 1973/74, 1975/76 e 1976/77, ainda não atingindo os limites permitidos pelo coeficiente de adoção respectivo; em parte pode-se explicar tal fato por uma possível superestimativa da capacidade instalada em relação às exigências desse fator nos anos iniciais (o mesmo que se deu com a mão-de-obra residente), e também pelo fato que nos últimos anos se acelera o crescimento das atividades de pastagens e de culturas perenes (estas em todos os períodos). No estrato médio, o investimento deixa de ser feito apenas no ano de 1971/72, mas o limite de adoção é atingido em somente três anos consecutivos — 1972/73, 1973/74 e 1974/75 — refletindo principalmente o crescimento de culturas anuais nos três primeiros anos, e de culturas perenes (todo o período) e pastagens a partir de 1973/74. Quanto ao estrato superior, o investimento em maquinaria é realizado sistematicamente no período, e nos limites de adoção (a taxa de adoção é menor que nos demais estratos, todavia), sendo que a variável "dual", que fornece a receita marginal dos serviços de maquinaria é quase sempre crescente no período, com exceção do ano de 1974/75.

4.4.3 - Animal de trabalho e outros fatores

A relação ANIMAL/TERRA cresce no estrato superior, e decresce nos estratos médio e inferior, durante o período (ver Tabela 9 e Figura 21). O ano de 1975/76 é atípico no uso de animal de trabalho.

O comportamento dinâmico nos três estratos está relacionado: a) à exigência maior de animal de trabalho para o conjunto das culturas anuais, e das culturas perenes, sendo que as atividades de pecuária e pastagens praticamente não requerem esse fator; b) ao crescimento da terra total que, recorda-se, é bem maior percentualmente, nos estratos inferiores quando comparado com o estrato superior; c) às mudanças nas tecnologias moderna (motomecanizada) e tradicional (animal, e motomecanizada e animal). Em termos comparativos, a cada ano, a mencionada relação é maior quanto menor o tamanho agregado das propriedades, com exceção do último ano, em que os estratos médio e grande trocam as posições.

As relações TRABALHO/ANIMAL e TRATOR/ANIMAL podem ser vistas também na Tabela 9 e nas Figuras 23 e 22, respectivamente. A estabilidade das relações indicaria a situação na qual os fatores são complementares, e mudanças nas mesmas em que direção ocorre a substituição. Na primeira relação, tomando-se como base os anos inicial e final, o estrato grande substitui animal por trabalho, enquanto os dois outros estratos fazem o oposto, e com maior intensidade o estrato médio; na segunda relação, o comportamento é semelhante, e ainda mais nítido que o estrato grande substitui animal por trator, ao passo que os estratos restantes procedem ao contrário. Esses resultados sugerem que o estrato das grandes propriedades se moderniza, mas os estratos das pequenas e médias propriedades tendem a conseguir relações mais deterioradas neste sentido, principalmente o das médias propriedades.

Tabela 9 - Relação ANIMAL/TERRA, em dias-animal empregados por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano. Relação TRABALHO/ANIMAL, em dias-homens por dias-animal empregados, por estrato de área e por ano. Relação TRATOR/ANIMAL, em dias-máquina por dias-animal empregados, por estrato de área e por ano.

ANOS	ANIMAL/TERRA			TRABALHO/ANIMAL			TRATOR/ANIMAL		
	Estratos de área			Estratos de área			Estratos de área		
	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	1,35 (100) ^a	0,53 (100)	0,37 (100)	20,28 (100)	43,17 (100)	54,31 (100)	1,15 (100)	1,90 (100)	1,97 (100)
1971/72	1,31 (97)	0,48 (91)	0,38 (103)	21,37 (105)	45,51 (105)	53,59 (99)	1,21 (105)	2,46 (129)	2,20 (111)
1972/73	1,22 (90)	0,53 (100)	0,47 (127)	22,76 (112)	44,59 (103)	50,18 (92)	1,35 (117)	2,19 (115)	1,87 (95)
1973/74	0,99 (73)	0,56 (106)	0,52 (140)	28,13 (139)	45,86 (106)	45,11 (83)	1,59 (138)	2,22 (117)	1,76 (89)
1974/75	1,05 (78)	0,47 (89)	0,50 (135)	27,66 (136)	54,04 (125)	47,34 (87)	1,50 (130)	2,66 (140)	1,82 (92)
1975/76	1,51 (112)	0,90 (170)	0,64 (173)	19,29 (95)	29,69 (69)	37,36 (69)	0,97 (84)	1,41 (74)	1,39 (70)
1976/77	1,16 (86)	0,43 (81)	0,56 (151)	25,33 (125)	64,53 (149)	42,14 (78)	1,30 (113)	2,86 (150)	1,59 (81)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Figura 21 - Relação ANIMAL/TERRA.

FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 22 - Relação TRATOR/ANIMAL.
 FONTE: Resultados do Modelo.

Figura 23 - Relação TRABALHO/ANIMAL.
 FONTE: Resultados do Modelo.

Em conclusão, tem-se que as relações de proporcionalidade entre os fatores de produção são indicadores do comportamento dos estratos de área, e muitas hipóteses podem ser testadas por seu intermédio. Porém, no presente modelo, a escassez de alternativas tecnológicas, o curto horizonte de planejamento, e informações pouco seguras das disponibilidades, resultou que as hipóteses levantadas não recebessem confirmação suficientes.

4.5 - Uso do Capital Financeiro

Os fluxos financeiros presentes na matriz não foram rigorosos. A disponibilidade de capital monetário, na forma de capital de giro (CAIXA), crédito de custeio e de investimento estão provavelmente superestimados. Houve apenas um ano, o de 1970/71, e para o estrato médio somente, em que não foi acionado o vetor do custo de oportunidade do capital, representado pela remuneração paga por agências financeiras de captação de poupança no ano corrente. O custo de oportunidade do capital depende da disponibilidade prévia do caixa, da liquidez resultante da metade dos rendimentos causados pela venda dos serviços de mão-de-obra familiar e de leite, e do crédito de custeio, na medida em que o custo de oportunidade do capital disputa os recursos financeiros com as atividades produtivas. A relação entre a quantidade de dinheiro aplicado no mercado de capitais (no caso, cadernetas de poupança) e a quantidade tomada de crédito de custeio no último ano é de 1,46, 1,78 e 1,37, para os estratos

tos pequeno, médio e grande, respectivamente.

Enfim, no último ano todos os estratos aplicam mais recursos no mercado de capital do que recebem em dinheiro na forma de crédito de custeio para aplicação nas atividades propriamente pro dutivas. O desvio mostrado é desconcertante, e deve ser creditado muito mais a discrepâncias do modelo que à realidade de um fato que provavelmente não alcança tal expressão; esses recursos desviados pe lo custo de oportunidade do capital, lembra-se, não se referem aos ganhos com as atividades produtivas. A interpretação aponta no sentido que a disponibilidade de caixa — sem o crédito — já seria su ficiente para fazer frente às atividades produtivas, o que leva à su perestimativa, senão da própria disponibilidade de caixa pelo menos do seu mecanismo.

O mecanismo do CAIXA, ou do capital de giro, que for nece o estoque inicial dos ativos financeiros disponíveis para os desembolsos realizados nas atividades produtivas, pode ser visto me lhor na relação CAIXA/TERRA, da Tabela 10 e na Figura 24.

Tabela 10 - Relação CAIXA/TERRA, em cruzeiros de 1970 por hectare de terra utilizada, por estrato de área e por ano.

ANOS	Estratos de Área		
	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	252,36 (100) ^a	133,70 (100)	119,10 (100)
1971/72	262,54 (104)	176,19 (132)	152,99 (128)
1972/73	262,54 (104)	210,76 (158)	198,78 (167)
1973/74	284,65 (113)	265,63 (199)	245,19 (206)
1974/75	284,20 (113)	276,95 (207)	260,65 (219)
1975/76	271,33 (107)	286,72 (214)	293,16 (246)
1976/77	277,21 (110)	306,72 (229)	354,36 (297)

FONTE: Resultados do Modelo.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Figura 24 - Relação CAIXA/TERRA.

FONTE: Resultados do Modelo.

Até o ano de 1974/75, inclusive, em termos absolutos a cada ano, o dinheiro disponível em cruzeiros de 1970 por hectare utilizado é maior na ordem inversa do tamanho das propriedades; nos dois últimos anos, a situação inverte-se totalmente. Num período curto de tempo a existência de modificação tão drástica quanto esta também é um indicador da superestimativa dos fluxos monetários. O crescimento relativo é quase que invariavelmente crescente em todos os estratos no período. Chama a atenção a magnitude de tal crescimento porque a relação cresce 1,10 vezes para o estrato inferior, 2,29 vezes para o estrato médio, e 2,97 vezes para o estrato superior. A margem de vantagem relativa do último estrato para o primeiro é grande para um período de 7 anos. A liquidez excessiva de um e a relativa descapitalização de outro encontram-se desproporcionalmente ajustadas.

4.6 - Retorno por propriedade

A distribuição da renda média gerada por propriedade (ver Tabela 11 e Figura 25), dada por RETORNO/PROPRIEDADE, atesta o fato conhecido da esmagadora vantagem em favor das propriedades maiores. Considerando-se corretos os resultados do modelo, e mantida a mesma concentração da terra conforme os dados do INCRA, de 1972, a geração de renda em cruzeiros de 1970 é sempre crescente no período, e para todos os estratos. No estrato inferior ela passa de Cr\$... 3.660,00 por propriedade em 1970/71 para Cr\$ 11.671,00 por proprie-

dade em 1976/77, com crescimento acumulado de 219%; no estrato médio os dados mostram a passagem de Cr\$ 8.937,00 para Cr\$ 33.168,00 por propriedade no mesmo período, cujo crescimento alcança 271%; finalmente, no estrato superior o percentual é da ordem de 410% passando de Cr\$ 42.603,00 para Cr\$ 217.109,00 no mesmo período.

Tabela 11 - Distribuição média da renda, em cruzeiros de 1970 por propriedade, por estrato de área e por ano.

ANOS	Estratos de Área		
	Pequeno	Médio	Grande
1970/71	3.660 (100) ^a	8.937 (100)	42.603 (100)
1971/72	3.712 (101)	10.100 (113)	50.192 (118)
1972/73	4.899 (134)	13.370 (150)	70.526 (165)
1973/74	5.652 (154)	16.305 (182)	81.227 (191)
1974/75	5.821 (159)	18.341 (205)	110.256 (259)
1975/76	8.605 (235)	26.942 (301)	169.977 (399)
1976/77	11.671 (319)	33.168 (371)	217.109 (510)

FONTE: Resultados do Modelo e INCRA, 1972.

(a) Os números entre parênteses são índices.

Observa-se que o crescimento da renda líquida por propriedade gerada no período não difere extraordinariamente nos estratos inferiores, mas é muito grande quando se compara com o crescimento do estrato superior. Independente da magnitude dos números, não há razões para não se acreditar num crescimento dinâmico aprox

madamente equivalente, e nesse caso os extremos diferem entre si por quase duas vezes; mas em termos absolutos por cerca de vinte vezes no último ano.

Figura 25 - RETORNO/PROPRIEDADE.

FONTE: Resultados do Modelo e INCRA, 1972.

4.7 - Confronto com os Dados Disponíveis

O confronto entre os resultados do modelo e os dados utilizados para a comparação (extraídos dos questionários do IEA) merece comentário sobre os erros que um e outro possa conter, os quais são de três tipos:

(a) erros de especificação: são os erros devidos à própria natureza simplificada do modelo em relação à realidade, visto que necessariamente se procede a determinado nível de abstração, o que leva à omissão de variáveis;

(b) erros de variáveis aleatórias: são os erros causados por situações imprevisíveis que ocorrem ao acaso, e que não foram considerados pelo modelo, como por exemplo o efeito de condições climáticas, e outras;

(c) erros de observação: são os vários erros ocasionados durante os levantamentos de dados (de precisão, de qualidade, etc.), cuja magnitude é desconhecida.

Recorda-se também que a significância dos dados do IEA diminui quando se está ao nível dos estratos de área. Somente a partir dos anos recentes é que se estabeleceram limites com variância estatística definida a nível das DIRAs, conforme se afirmou em outra secção.

A comparação dos resultados do modelo com os dados reais só foi possível, nos estratos, para as seguintes atividades: algodão, arroz, café, cana, citrus, feijão das águas e da seca, mi-

lho e soja. As atividades que não sofreram confronto direto são as de tomate, batata das águas e da seca, mandioca (estas podendo no entanto o serem a nível de DIRA), todas as de pecuária (suinocultura tipo carne e tipo banha, bovinocultura de corte, de leite C e de leite B), e pastagens (natural e artificial). Toda a análise será baseada partindo-se do pressuposto que os dados estimados pelo IEA possuem realismo absoluto.

Para os casos de confronto utilizar-se-á de um teste não exatamente estatístico sugerido por DAY (1963). Trata-se de um teste com muitas imperfeições, e "rigoroso" para o acompanhamento do modelo, mas devido à sua facilidade, e aos poucos graus de liberdade para se proceder a estatísticas formais, servirá como um substituto destas.

O teste compara as variações em torno da média dos dados reais com os hiatos entre estes e os resultados do modelo nos pontos relevantes. Tem-se:

$$\sum_{t=1}^h \left[x_i(t) - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^h x_i(t) \right]^2 \quad (1)$$

onde: h = número de anos (1970/71, ..., 1976/77);

x_i = hectares plantados da atividade i (algodão, café, etc.) no tempo t.

A expressão (1) é a soma dos quadrados dos desvios em relação à média no período h. A esta expressão dá-se o nome de "Variação Total". Em seguida tem-se:

$$\sum_{t=1}^h \left[x_1^*(t) - x_1(t) \right]^2 \quad (2)$$

onde: * = solução ótima do modelo.

A expressão (2) fornece a soma dos quadrados dos desvios da solução do modelo em relação aos dados realmente observados. A esta expressão dá-se o nome de "Resíduo não Explicável", que é uma medida do quanto o modelo se distancia do ponto verdadeiro.

Subtraindo-se (2) de (1) chega-se a "Variação Explicada". Fazendo-se:

$$\frac{\text{Variação Explicada}}{\text{Variação Total}} \times 100 \quad (3)$$

tem-se, em (3), a "Porcentagem de Variação Explicada", que pode ser, inclusive, negativa, entende-se daí que as estimativas do modelo explicam menos que nada sobre os dados reais; isto obviamente não é verdadeiro porque, no mínimo, as estimativas não explicariam nada.

Existem outros métodos de avaliação a que AHN (1972) faz apenas referência. O próprio DAY (1963) assinala que desenvolvimentos nesse sentido precisam ser feitos, e cita algumas dificuldades na aplicação de testes mais satisfatórios para validar os resultados do modelo.

Para uma avaliação parcial utilizando o método descrito acima escolheu-se algumas atividades. As atividades escolhidas são: algodão, batata da seca (a nível de DIRA apenas), café, feijão das águas e milho. Destas, duas ocupam parcelas significati-

vas em todos os estratos em se tratando de área plantada de culturas anuais, quais sejam, o algodão e o milho; ambas possuem duas tecnologias. O café foi escolhido por causa também de sua importância na região, e por ser o representante das culturas perenes, possuindo uma única tecnologia. O feijão das águas, com duas tecnologias, pelo fato de ser uma cultura alimentar. E finalmente batata da seca pelo fato de ser cultura bastante especializada, e com dados disponíveis apenas a nível de DIRA, a exemplo de tomate, batata das águas e mandioca.

Pela Tabela 12 e Figura 26 pode-se acompanhar o comportamento do algodão. Repare-se na linha que fornece as variações dos dados observados (IEA) para os três estratos (a Tabela e as Figuras correspondentes estão dispostas na forma de índices das áreas plantadas tendo o valor observado de 1970/71 = 100). Considerando-se tão somente as variações para cima e para baixo de um ano para outro, nota-se que das seis variações permitidas em nenhum caso houve concordância simultânea na tendência por elas mantidas. Quer dizer, em momento algum houve qualquer semelhança no comportamento dos três estratos tomados conjuntamente. Já isso ocorre com os resultados do modelo em três casos que compreendem a passagem no intervalo aberto de 1971/72 a 1974/75.

No estrato pequeno, a aplicação do teste revelou que os desvios dos resultados do modelo em relação ao observado apresentam um resíduo maior que a variação total em torno da média. Pelo gráfico nota-se que só na passagem 1974/75 para 1975/76 as tendên-

cias de crescimento diferem entre si, mas também houve subestimativa do modelo até o ano 1972/73, quando acontece um decréscimo abrupto (não capturado pelo coeficiente de flexibilidade, dado em termos médios) a partir do qual o modelo segue com superestimativa; nota-se que a passagem em que se conflitam as tendências contribui para a melhor aproximação de ambas.

No estrato médio, a tendência de crescimento é a mesma até 1974/75 com superestimativa pelo modelo, quando então acumulam-se juntos dois problemas: queda abrupta entre os pontos observados acompanhada de tendências desiguais. O intervalo do penúltimo para o último ano apresenta também tendências diferentes mas de modo suave. O teste igualmente não concede nenhuma explicação nesse caso.

No estrato grande, o teste fornece aproximadamente 25% de explicação, e nesse caso as tendências são conflitantes por três anos seguidos, mas, conforme mostra o gráfico, os resultados do modelo não fogem em demasia da linha dos dados reais. Interessante é que a passagem problemática para os demais estratos, de 1974/75 para 1975/76, está quase perfeita nesse caso.

Para a DIRA, esta segue mais de perto o estrato superior que tem a maior área plantada. O teste indica que não há explicação.

Na Tabela 12 e Figuras 27, 28, 29 e 30 as demais atividades produtivas escolhidas podem ser observadas.

Tabela 12 - Resultados do teste usado no confronto com os dados observados, para cinco culturas, por estrato de área e para a Região.

CULTURAS	ÍTEM POR ESTRATO DE ÁREA E DIRA							
	Variação Total				Resíduo Não Explicável			
	Pequeno	Médio	Grande	DIRA	Pequeno	Médio	Grande	DIRA
Algodão	9.564	1.336	36.803	3.359	12.331	3.743	27.764	3.886
Batata da Seca	-	-	-	3.136	-	-	-	1.242
Café	2.483	28.893	865	1.909	62.783	2.860	30.745	19.480
Feijão das Águas	280.614	20.245	22.120	14.015	510.895	26.236	91.319	16.551
Milho	7.236	541	2.750	594	15.059	1.309	4.926	1.870
	Variação Explicada				Porcentagem da Variação Explicada			
	Pequeno	Médio	Grande	DIRA	Pequeno	Médio	Grande	DIRA
	n.e.	n.e.	9.039	n.e.	n.e.	n.e.	25,00	n.e.
Algodão	n.e.	n.e.	9.039	n.e.	n.e.	n.e.	25,00	n.e.
Batata da Seca	-	-	-	1.894	-	-	-	60,00
Café	n.e.	26.033	n.e.	n.e.	n.e.	90,00	n.e.	n.e.
Feijão das Águas	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.
Milho	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.	n.e.

n.e. = não explica.

Figura 26 - Índices das áreas plantadas com algodão.

FONTE: Resultados do Modelo e Estimativas do IEA.

Figura 27 - Índices das áreas plantadas com batata da seca na DIRA.

FONTE: Resultados do Modelo e Estimativas do IEA.

Figura 28 - Índices das áreas plantadas com café.

FONTE: Resultados do Modelo e Estimativas do IEA.

Figura 29 - Índices das áreas plantadas com feijão das águas.

FONTE: Resultados do Modelo e Estimativas do IEA.

Figura 30 - Índices das áreas plantadas com milho.

FONTE: Resultados do Modelo e Estimativas do IEA.

Tenta-se a seguir uma visão mais abrangente sobre alguns pontos das discussões anteriores ao mesmo tempo que se enfatiza aqueles de maior importância. De início, tem-se a comentar o problema das prováveis superestimativas das restrições, as quais permitiram uma flexibilidade maior do que se acredita possível na prática. Há dois tipos de superestimativas. O primeiro tipo relaciona-se à superestimativa propriamente dita, em termos de capacidade disponível: o caso mais flagrante é a do estrato pequeno com mão-de-obra familiar e residente e serviços de máquinas, principalmente; este último devido talvez à forma de cálculo do equivalente-trator, e os serviços de mão-de-obra pela ausência da competição regional e a retirada de atividades exigentes nesse fator, como fruticultura temperada, que se concentra no estrato em questão. O segundo tipo de superestimativa é creditado à pressuposição de oferta completamente elástica de muitos dos fatores variáveis, como fertilizantes, insumos modernos, serviços de mão-de-obra contratada, e outros; esta pressuposição, juntamente com a excessiva liquidez do sistema, dada pelo fluxo monetário-financeiro, redundou nas superestimativas do segundo tipo. O tratamento com limites impostos também não é aconselhável porque os dados a respeito ou não existem, ou não consideram de modo suficiente a sazonalidade agrícola, a exemplo daqueles sobre mão-de-obra contratada, o que os tornam inúteis para os propósitos que se deseja. A solução seria equações de oferta desses fatores anível regional, conjugado com a competição regional, além de uma revisão das atuais disponibilidades, principalmente as monetárias.

O presente modelo ateve-se próximo à versão dinâmica do modelo de utilização da terra de Henderson. Neste, o papel fundamental dos coeficientes de flexibilidade é ressaltado, ao lado de limites de terra, no processo de mudanças no uso da terra e na composição das atividades produtivas.

A regra básica é a de maximização de receitas líquidas relativas, em que "a oferta dos produtos agrícolas respondem diretamente às mudanças de posições af verificadas, e apenas indiretamente às mudanças absolutas nos preços respectivos" ^{6/}.

Dentro dessa perspectiva, a oferta dos produtos agrícolas a curto prazo, no caso das culturas anuais, não seria diferente daquela proporcionada por uma análise paramétrica no atual modelo em que se variasse o preço de um determinado produto. Isto deve-se que (a) estas atividades possuem os coeficientes técnicos mais confiáveis, (b) contam, nos estratos pequeno e médio, com limites de terra bem estabelecidos e (c) as superestimativas sustentam esse prognóstico porque, por um lado, garantem que a tecnologia está disponívél até o limite fornecido pelo coeficiente de flexibilidade, e por outro lado, quando há elasticidade no uso da terra (para o estrato grande), o custo de oportunidade dado ao capital impede que se tenha sempre limites superiores para todas as atividades produtivas, devido à liquidez do sistema.

^{6/} DAY (1963)

Não se tem a mesma garantia em se tratando da oferta de produtos como o café e a laranja (culturas perenes); nesse caso, pela ausência de erradicação, e pela maior liberdade de crescimento, somadas às dificuldades no tratamento com culturas perenes (geadas no café, e crise de produção na laranja), provavelmente as distorções foram maiores. No caso das atividades pecuárias, ocorre praticamente o mesmo verificado com culturas perenes, onde houve relativa liberdade de crescimento, e em que a exigência maior se verifica nos serviços de mão-de-obra, sendo os demais requisitos traduzidos na forma de variáveis expressas em valores monetários. Em contrapartida, a demanda por alguns fatores de produção ficou seriamente prejudicada ^{7/}.

O estrato pequeno ocupa toda a terra do tipo I (para culturas anuais) de que dispõe, durante todo o período. E justamente por causa desse fato é onde se localizam melhor as mudanças na composição das atividades que aí se desenvolvem, porque não há crescimento ou expansão das culturas anuais como um todo. O crescimento extensivo é feito com base nos outros dois tipos de terra (para culturas perenes e pastagens); por conseguinte, o estrato pequeno foi

^{7/} Em todos os casos em que havia interesse especial, tratou-se de proceder a expedientes que anulassem os maiores inconvenientes. Assim, para a demanda de fertilizantes (ROESSING, 1978) incluiu-se atividades extras que dessem conta dos diferentes rendimentos a vários níveis de adubação; no caso da demanda por crédito de custeio (PINAZZA, 1978) atendeu-se aos cuidados necessários na análise dos resultados, focalizando a capacidade potencial de cada estrato na demanda por crédito face à estrutura própria de cada um deles, e à mobilidade dos fatores de produção.

o que apresentou maior número de culturas anuais que sofreram decréscimo no período. Também neste mesmo estrato é que o crescimento da relação TRABALHO/TERRA foi a menor entre os três estratos de área, indicando ser o estrato comparativamente menos absorvedor de trabalho por hectare de terra total ocupada em termos dinâmicos. Acresce que os investimentos em maquinaria sempre foram reduzidos ou ausentes neste estrato, a confirmar que as melhores terras estavam já intensamente ocupadas. De maneira geral, os índices de evolução do estrato pequeno em termos de alterações na proporcionalidade entre os fatores de produção (no sentido da modernização) e os de produtividade, colocam-no quase sempre numa posição intermediária entre os estratos médio e grande. Este último é o que obteve os melhores resultados neste sentido.

O estrato médio, ao contrário da expectativa, ocupa quase que invariavelmente a posição mais estável entre os estratos de área ao longo do período. Exceto para algumas exceções, como na atividade de investimento em maquinaria, a tendência tem se mostrado de maneira geral no sentido de igualar as relações de proporcionalidade entre os fatores de produção nos estratos, em termos absolutos. Isto significa que enquanto o estrato médio se mantém num nível de relativa estagnação técnica, os demais estratos avançam com maior dinamismo, apesar do fato já largamente enfatizado das restrições de terra de melhor qualidade para o estrato inferior. Dado que o estrato médio teve possibilidade de ocupar terra do melhor tipo nos anos iniciais, e que igualmente seu crescimento é o maior em ter

ras para culturas perenes, e a pouca exigência em coeficientes técnicos das atividades pecuárias, é forçoso admitir que a eficiência com que o estrato inferior modifica sua composição de atividades é maior do que a eficiência do estrato médio. De outra forma seria impossível explicar mesmo alguns resultados nos quais aquele suplanta este, em modernização e crescimento da produtividade, sempre referidos aos recursos efetivamente utilizados.

No estrato superior verifica-se a maior liberdade possível no que se refere às mudanças. À exceção das atividades de investimentos em máquinas, ele obedece quase que exclusivamente à regra da receita líquida relativa, restrita pelos coeficientes de flexibilidade.

Pelos resultados do modelo, na análise dos recursos efetivamente utilizados, as tendências mostradas são demasiadamente suaves, mas parece razoável (mantidas as precauções) a seguinte disposição: o estrato médio é o mais estável, onde as mudanças ocorrem mais lentamente; o estrato grande é o que apresenta maior dinamismo porque sua facilidade em dispor dos recursos necessários o permite; e o estrato pequeno, este utiliza mais "racionalmente" os seus recursos, visto que é o estrato onde a pressão neste sentido é maior, mas que enfrenta problemas derivados de sua própria constituição, quais sejam, a baixa capacidade de utilização da mão-de-obra familiar e residente, e a disponibilidade esgotada das terras de melhor qualidade, que dificultam sua formação de capital na forma de investimentos em maquinaria, etc.

É evidente que a análise anterior, pelo modo como foi obtida, inspira cuidados porque origina-se de resultados que abrigam distorções cuja magnitude é difícil de avaliar. Dentre estas o maior destaque cabe às opções tecnológicas, seguida da ausência de competição regional e da superestimativa das disponibilidades.

Quanto à presença de alternativas tecnológicas, verifica-se que ela não foi marcante, uma vez que grande parte das atividades produtivas realizadas contou com uma única tecnologia. É o caso, por exemplo, das atividades pecuárias, e das culturas penenes como o café e a laranja, e mais cana, mandioca e arroz, para citar aquelas que tem maior relevo no emprego de recursos. Entre as que contam com duas tecnologias (o que difere nas tecnologias é basicamente o uso de maquinaria versus animal de trabalho e/ou mão-de-obra, e o custo em insumos modernos, tudo resultando em rendimentos diferentes), estão o algodão, o milho, batata das águas e feijão das águas e da seca.

Para o algodão, que tem expressiva participação na agricultura regional, a tecnologia I (tradicional) aparece uma única vez na solução ótima do ano 1975/76, para os estratos pequeno e médio, e nos dois últimos anos para o estrato grande, neste dividindo-se entre tecnologia I e II. Esta cultura, pelos resultados obtidos, francamente se utiliza da tecnologia mais moderna, devendo-se imputar o ocorrido em 1975/76 pela baixa no preço do produto que escolhe a estrutura de custos mais favoráveis nessas condições.

No caso do milho, essa cultura apresentou decréscimo de área nos três estratos, sendo também significativa sua participação em área plantada na região. Em termos de tecnologia, o estrato inferior utiliza-se sempre da tecnologia II (moderna); o estrato médio apresenta uma evolução bem caracterizada nesse sentido, iniciando-se com tecnologia I, que passa a dividir conjuntamente com a II, e com predominância desta nos últimos anos; o estrato superior apresenta-se sempre com tecnologia tradicional. Esta cultura perde importância relativamente na região, e o estrato sob maior pressão — o inferior — produz sempre com a tecnologia mais avançada ao mesmo tempo que apresenta o maior decréscimo; o estrato médio tem um comportamento coerente; e o estrato superior decresce no mesmo ritmo que o médio, mas com tecnologia mais atrasada para atender a demanda de expansão que ele pode fazer em outras culturas. A esse respeito, nota-se que à medida que a pressão sobre a terra é maior no estrato médio (a partir de 1972/73), este passa a se tecnificar.

Batata das águas tem um comportamento semelhante nos três estratos mas sua importância em área plantada é menor, principalmente nos estratos superiores. O comportamento referido diz respeito à tecnologia porque, no confronto com os dados, esta cultura, a nível de DIRA, teve péssimo desempenho.

No caso de feijão das águas e da seca também sua importância em área plantada é pequena. Praticamente não há mudanças na tecnologia, que opera com frequência com a tecnologia tradicional.

A questão da mudança tecnológica é um traço essencial do comportamento dos estratos e, para o presente modelo, julgou-se erradamente que o grande número de atividades, em que apenas as mais flagrantemente diferenciadas receberiam uma opção adicional de tecnologia, seria suficiente para proporcionar a flexibilidade na direção das mudanças que se esperava ocorrer. Mas o que de fato aconteceu foi que esse procedimento simplificado não se mostrou capaz de proceder a mudanças nitidamente perceptíveis. As escolhas mostram-se muito mais sensíveis quanto maior forem as alternativas (ou processos produtivos) dentro de uma mesma atividade produtiva (ou pela inclusão de novas atividades) do que o permitido apenas pelo número absoluto de atividades envolvidas, cuja elasticidade estende-se até os limites fornecidos pelos coeficientes de flexibilidade. A respeito desses últimos, deve-se notar que o modo como foram calculados, tomando-se as médias das variações para cima e para baixo, muitas vezes não consegue acompanhar as oscilações de fato ocorridas, ficando-se em super ou subestimativas; por outro lado, aumentando-se sua amplitude poderia ocorrer o problema de distanciamento da realidade em poucos períodos, conforme a tendência bastante comum de especialização da programação linear. No trabalho de Heidhues, este autor dispensa o uso dos coeficientes de flexibilidade, mas nesse caso trata-se do acompanhamento da evolução de uma única propriedade, e com disponibilidades rigorosamente estabelecidas, a um nível que dificilmente se obteria quando se considera toda uma região.

Isto leva diretamente a considerações sobre a homogeneidade da região em estudo, sendo-se forçado a admitir que as pressuposições feitas a esse respeito foram demasiadamente fortes. Mesmo admitindo-se que a pressuposição básica do trabalho — comportamento dissemelhante nos estratos devido a diferentes proporcionalidades entre os fatores de produção, composição das atividades, etc. — possa salvar-se sem maior esforço, resta a questão se haveria possibilidade de um tratamento mais eficiente no âmbito do modelo de programação recursiva, dado que não se pode negar a diversificidade, extensão e complexidade da região. Está-se convencido que numa área onde convivem, lado a lado, atividades altamente rentáveis e especializadas, como a dos hortigranjeiros (de que é rica a região), e atividades extensivas e de rentabilidade cíclica, como o reflorestamento e a pecuária de corte, não há modo de excluí-las. Aquelas, devido ao seu alto valor unitário, e estas devido principalmente ao volume de recursos exigidos pelo seu tamanho. Porém o tratamento destas atividades numa matriz tecnológica regional é algo muito difícil de se conseguir, tanto que muitas delas foram eliminadas do presente modelo, ainda que a expensas de um maior realismo.

De um lado a exigência de múltiplas tecnologias e, de outro, a inclusão de novas e diversas atividades, tornam o modelo de programação recursiva recomendável para regiões mais homogêneas, ou menos desenvolvidas (onde as atividades sejam extensivas e existam limites nítidos em termos de opções tecnológicas), ou em regiões menores, a exemplo das sub-regiões e microrregiões que atendam aos re

quisitos mínimos de homogeneidade.

Os resultados alcançados pelo presente modelo apresentam alguns aspectos de interesse já que os resultados seguiram de perto o modelo dinâmico de utilização da terra de Henderson. Grande parte de estudos complementares, no entanto, como a oferta de produtos agrícolas, e principalmente a demanda por insumos na agricultura, ambos a curto prazo, e a análise do impacto de políticas voltadas para o setor necessitam de modificações que incluem, entre as mais importantes:

(a) Sub-regionalização, para fornecer maior homogeneidade e dar suporte às pressuposições sobre comportamento diferenciado; tal sub-regionalização pode seguir o mesmo princípio de decomposição por tamanho de propriedade, segundo Ahn.

(b) Estimativas, no próprio local, de coeficientes técnicos usados para as atividades, com diferentes processos de produção, tanto mecânico como biológico; ou seja, racionalizar (no sentido de aperfeiçoar) e obter novos coeficientes de produção válidos para a sub-região em função dos processos disponíveis (funções de produção experimentais podem ser usadas para inclusão de novos coeficientes, desde que a sub-região esteja em condições de absorvê-los); em poucas palavras, ampliar as alternativas tecnológicas.

(c) Proceder a uma revisão completa nas disponibilidades então utilizadas, substituindo-as de modo a atender às atuais modificações.

As mudanças sugeridas aqui não invalidam tentativas feitas com o presente modelo no que se refere a estudos complementares como os desenvolvidos por ROESSING (1978) e PINAZZA (1978), porque os resultados obtidos são aproveitáveis se respeitadas as limitações assinaladas.

5. CONCLUSÕES

A conclusão principal que se pode extrair deste trabalho refere-se ao fraco desempenho do modelo na tentativa de reproduzir o padrão de evolução da produção agrícola regional.

A primeira das razões sugeridas para explicar o desempenho do modelo, e a mais importante delas, foi a falta de alternativas tecnológicas para as atividades produtivas; isto de fato impediu que se processe às mudanças tecnológicas que são o traço essencial no processo de desenvolvimento. Com a sua ausência o modelo não teve flexibilidade, e evoluiu na direção de ocupação de novas áreas. Daí derivou-se praticamente todo o esquema de crescimento nos diversos estratos de área; existiram outras mudanças mas, sem dúvida, esta foi determinante, enquanto as demais seguiram-lhe o rastro, com pouco significado. Tal fato é bastante comprometedor porque prende-se em demasia aos coeficientes técnicos usados (sempre re

feridos por hectare), agravando justamente um dos maiores inconvenientes da programação linear que é a proporção fixa entre os fatores de produção. Caso a disponibilidade e os tipos de terra obedecessem a um maior detalhamento isto seria minimizado, o que não ocorreu. O único tipo de terra restritivo foi para culturas anuais, que possuem os coeficientes mais confiáveis e são mais exigentes em recursos. É preciso considerar que desse modo não foi possível empreender mudanças significativas na proporção de fatores e, portanto, na composição das atividades, alternativa que é dada pela troca tecnológica. As culturas perenes, ao que tudo indica, privilegiaram-se pelo modo como se integraram ao modelo, enquanto pastagens e pecuária exigiam basicamente terra para pastoreio, e desembolso com os serviços de mão-de-obra, e com insumos modernos, estes últimos na forma de valores monetários, cujo controle apresentou-se mais problemático.

Para a região em estudo, devido à pulverização de atividades hortigranjeiras, e à dificuldade de incorporação de outras atividades, como reflorestamento, por exemplo, e os entraves que estas exclusões representaram, em termos de utilização de recursos, mostra-se claramente que seriam necessárias matrizes muito complexas para uma descrição satisfatória; a extensão e diversidade regionais constituíram-se em grandes obstáculos para a descrição de seu desenvolvimento.

Outro aspecto que comprometeu o desempenho do modelo diz respeito à competição regional. Esta praticamente não foi reali

zada, e como consequência muitas disponibilidades — como crédito e mão-de-obra — foram pouco menos que arbitrárias, levando também a improvisações em outras; daí resultou o problema de superestimativas, agravadas principalmente pelo comportamento do fluxo monetário do sistema que se traduziu em excesso de liquidez.

Lembra-se que o curto período de tempo abrangido pelo horizonte de planejamento considerado não se presta a alterações quantitativas de vulto. As leves tendências detectadas foram alvo de discussão no capítulo 4, levando-se em conta as respectivas limitações.

Uma característica distintiva do modelo utilizado é o grande número de atividades consideradas numa ampla região desenvolvida. Especificamente, pode-se citar o tratamento original dado às culturas perenes, e o uso de um modelo de expectativa de preços para os produtos agrícolas.

Resta dizer que o estudo em questão pode ser encarado como uma primeira aproximação a receber aperfeiçoamentos, cuja contribuição maior talvez tenha sido identificar algumas das dificuldades agora encontradas.

6. SUMMARY

The present study utilizes a recursive programming model to reproduce the agricultural growth pattern in the Divisão Regional Agrícola (DIRA) of Campinas, State of São Paulo, in the period 1970/71 to 1976/77. This is the research's main objective. Two minor objectives are: a discussion of the supplementary procedures to the basic model necessary for such a reproduction and the evaluation of the model's performance. The data utilized in this study were provided by the Instituto de Economia Agrícola de São Paulo.

In the methodology chapter, the basic and the empiric models are presented in detail. The recursive programming model uses the linear programming technique to maximize a net receipt function of agricultural activities carried out in the region, subject to a number of restrictions, which reflect resource availability; it is a

dynamic model, in which solutions found for preceding periods are transferred to the current period through specific recursive functions. As an extension to this chapter, mention is made of the region's farms division into three strata, by area, in order to meet the assumption that each one adopts different development paths due to different resource proportions among them; it is also assumed homogeneity,, within each stratum which enables them to follow a single optimization criterion.

The results are presented as follows: (a) in terms of land use, it was shown that there was flexibility in its use for annual crops and pastures, while land for annual crops was restrictive; (b) analysis of the factors land, labor, and capital, disclosed that the highest increases in the region occurred in that order; (c) with regard to changes in the proportion of production factors, it was found that the slight trends in the period do not support any clear hypothesis in this respect; (d) insofar as financial capital use is concerned, it was found that there was excessive liquidity in the system; (e) in the case of net receipt distribution per farm, it was found that the large farm group is clearly favored; (f) finally, confrontation was made with actual observed data for selected activities, where few adjustments proved to have an explanation, according to the test utilized.

In the conclusion chapter, it is admitted that the poor performance of the model is associated with: (a) the few techno-

logical alternatives which were permitted; (b) absence of regional competition; and (c) regional diversity and extension which constitute great difficulties in simulating the agricultural production growth in the period under study.

7. BIBLIOGRAFIA

- AHN, C.Y., 1972. A Recursive Programming Model of Regional Agricultural Development in Southern Brazil (1960-70): An Application of Farm Size Decomposition. Columbus, The Ohio State University, 198 p. (PhD Dissertation).
- ARAÚJO, P.F.C. e R.L. MEYER, 1977. Agricultural Credit Policy in Brasil. In: American Journal of Agricultural Economics. Vol. 59, p. 957-961.
- BRASIL. Ministério da Agricultura. Instituto Brasileiro de Colonização e Reforma Agrária, 1972. Estatísticas Cadastrais.
- CAMPOS, H. e L.H.O. PIVA, 1974. Dimensionamento de Amostra para Estimativa e Previsão de Safra no Estado de São Paulo. In: Agricultura em São Paulo. São Paulo, IEA, Tomo III, p. 65-88.
- CHRIST, C.F., 1968. Econometrics Models and Methods. New York, John Wiley and Sons, Inc., 705 p.
- DAY, R.H., 1963. Recursive Programming and Production Response. Amsterdam, North-Holland Publishing Company, 226 p.

- ENGLER, J.J.C., 1971. Alternative Enterprise Combinations under Various Price Policies on Wheat and Cattle Farms in Southern Brazil. Columbus, The Ohio State University, 221 p. (PhD Dissertation).
- GRILICHES, Z., 1970. Distributed Lags: a Survey. In: DOOWLING, J.M. e F.R. GLAHE, Ed. Readings in Econometric Theory. University of Colorado, p. 151-172.
- HAYAMI, Y. e V.W. RUTTAN, 1971. Agricultural Development: An International Perspective. Londres, The Johns Hopkins Press, 367 p.
- HEADY, E.O. e W. CANDLER, 1969. Linear Programming Methods. Ames, The Iowa State University Press, 6^a ed., 597 p.
- HEIDHUES, T., 1966. A Recursive Programming Model of Farm Growth in Northern Germany. In: Journal of Farm Economics. Vol. 48-II, p. 668-684.
- HENDERSON, J.M., 1959. The Utilization of Agricultural Land: A Theoretical and Empirical Inquiry. In: Review of Economics and Statistics. Vol. XLI, nº 3, p. 242-260.
- KMENTA, J., 1971. Elements of Econometrics. New York, The Macmillan Company, 655 p.
- LEONTIEF, W.W., Coord., 1953. Studies in the Structure of the American Economy. New York, Oxford University Press, 286 p.
- MOREIRA, R.J., 1973. Contribuição à Análise de Investimento e Poupança na Agricultura Brasileira. Osasco, Faculdade Municipal de Ciências Econômicas e Administrativas, 209 p. (Tese de Doutorado).

- NERLOVE, M., 1958. Distributed Lags and Demand Analysis for Agricultural and Other Commodities Agricultural Marketing Service. USDA, Agriculture Handbook, nº 141, 121 p.
- NERLOVE, M. e W.W. ADDISON, 1958. Statistical Estimation of Long-run Elasticities of Supply and Demand. In: Journal of Farm Economics. Vol. XL, nº 4, p. 861-880.
- PERES, F.C., 1976. Derived Demand for Credit under Conditions of Risk. Columbus, The Ohio State University, 141 p. (PhD Dissertation).
- PERROCO, L.R., 1973. Análise Econômica da Produção de Bovinos de Corte, através da Programação Linear. Jaboticabal, Faculdade de Medicina Veterinária e Agronomia, 167 p. (Tese de Doutorado).
- PINAZZA, L.A., 1978. Demanda Derivada por Crédito na Divisão Regional Agrícola de Campinas. Piracicaba, ESALQ/USP, 100 p. (Dissertação de Mestrado).
- ROESSING, A.C., 1978. Demanda Derivada por Fertilizantes na Divisão Regional Agrícola de Campinas. Piracicaba, ESALQ/USP, 118 p. (Dissertação de Mestrado).
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, 1971. Desenvolvimento da Agricultura Paulista.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, 1974. Zoneamento Agrícola do Estado de São Paulo.
- SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, 1976. Informações Econômicas, 7-76.

SÃO PAULO. Secretaria da Agricultura. Instituto de Economia Agrícola, 1978. Prognóstico 1977/78.

SCHULTZ, T.W., 1965. A Transformação da Agricultura Tradicional. Rio de Janeiro, Zahar Editores, 207 p.

SINGH, I.J., 1973. Recursive Programming Models of Agricultural Development. In: JUDGE, G.G. e T. TAKAYAMA, Ed. Studies in Economic Planning over Space and Time. University of Illinois, North-Holland Publishing Company, p. 394-416.

VOLLET, R.C.M.; A. VEIGA e J.J.C. ENGLER, 1974. Subsídios a uma Política de Regionalização Agrícola no Estado de São Paulo. In: Agricultura em São Paulo. São Paulo, IEA, Tomo I, p. 31-69.

VON NEUMANN, J., 1945. A Model of General Economic Equilibrium. In: Review of Economics Studies, Vol. XIII, p. 1-9.

APÊNDICE 1

**DEFINIÇÕES DAS VARIÁVEIS:
COLUNAS E LINHAS DA MATRIZ**

É apresentada uma única matriz que engloba os três estratos de área. As diferenças entre eles são:

1. Disponibilidades.

2. Para o estrato das pequenas propriedades estão ausentes as atividades: (a) tomate; (b) suinocultura tipo carne; (c) soja.

3. No estrato das médias propriedades exclui-se soja para os anos de 1970/71, 1971/72 e 1972/73.

4. Para o estrato das grandes propriedades não se considera a atividade de suinocultura tipo carne.

5. Esta matriz integral é a que se encontra descrita no texto com as diferenças assinaladas. Maiores detalhes para a compreensão do procedimento utilizado podem ser vistos nas secções que tratam do assunto.

Colunas

Variáveis	Código	Atividades
x_1	BATAG1	Batata das águas I: tecnologia tradicional, em hectare.
x_2	BATAG2	Batata das águas II: tecnologia moderna, em hectare.
x_3	BATSC	Batata da seca, em hectares.
x_4	MALG1	Algodão I: tecnologia tradicional, em <u>hec</u> tare.
x_5	MALG2	Algodão II: tecnologia moderna, em <u>hec</u> ta <u>re</u> .
x_6	CANA	Cana, em hectare.

Variáveis	Código	Atividades
x_7	MAND	Mandioca, em hectare.
x_8	TOMATE	Tomate, em hectare.
x_9	SOJA	Soja, em hectare.
x_{10}	FJAG1	Feijão das águas I: tecnologia tradicional, em hectare.
x_{11}	FJAG2	Feijão das águas II: tecnologia moderna, em hectare.
x_{12}	FJSC1	Feijão da seca I: tecnologia tradicional, em hectare.
x_{13}	FJSC2	Feijão da seca II: tecnologia moderna, em hectare.
x_{14}	MLH1	Milho I: tecnologia tradicional, em hectare.
x_{15}	MLH2	Milho II: tecnologia moderna, em hectare.
x_{16}	MARROZ	Arroz, em hectare.
x_{17}	CAFINV	Investimento em café, em hectare.
x_{18}	LAR1AN	Investimento em citrus, em hectare.
x_{19}	CAF1AN	Café no primeiro ano, em hectare.
x_{20}	CAF2AN	Café no segundo ano, em hectare.
x_{21}	CAF3AN	Café no terceiro ano, em hectare.
x_{22}	CAFPRD	Café em produção, em hectare.
x_{23}	LAR2AN	Citrus no segundo ano, em hectare.
x_{24}	LAR3AN	Citrus no terceiro ano, em hectare.
x_{25}	LAR4AN	Citrus no quarto ano, em hectare.
x_{26}	LARPRD	Citrus em produção, em hectare.
x_{27}	SUINB	Suinocultura tipo banha, em unidade-matriz.
x_{28}	SUINC	Suinocultura tipo carne, em unidade-matriz.
x_{29}	PECCT	Pecuária bovina de corte, em unidade-matriz.

Variáveis	Código	Atividades
x ₃₀	PECLB	Pecuária de leite B, em unidade-matriz.
x ₃₁	PECLC	Pecuária de leite C, em unidade-matriz.
x ₃₂	PASART	Pasto artificial, em hectare.
x ₃₃	PASNAT	Pasto natural, em hectare.
x ₃₄	TFANT1	Atividade de transferência: animal de <u>tr</u> abalho no período I (Agosto a Novembro), em dia-animal.
x ₃₅	TFANT2	Atividade de transferência: animal de <u>tr</u> abalho no período II (Dezembro a Março), em dia-animal.
x ₃₆	TFANT3	Atividade de transferência: animal de <u>tr</u> abalho no período III (Abril a Julho), em dia-animal.
x ₃₇	TFTR1TR2	Atividade de transferência de terra I <u>pa</u> ra terra II, em hectare.
x ₃₈	TFTR2TR3	Atividade de transferência de terra II <u>pa</u> ra terra III, em hectare.
x ₃₉	FJCNS	Consumo de feijão pelos trabalhadores <u>fa</u> miliares, em saca de 60 kg.
x ₄₀	MARCNS	Consumo de arroz pelos trabalhadores <u>fa</u> miliares, em saca de 60 kg.
x ₄₁	LCCNS	Consumo de leite C pelos trabalhadores <u>fa</u> miliares, em litro.
x ₄₂	MINVTRT	Investimento em trator-implementos, em unidade.
x ₄₃	MINVCLH	Investimento em colhedeira de soja, em unidade.
x ₄₄	CREDINV	Crédito para investimento, em cruzeiro.
x ₄₅	CREDCT	Crédito de custeio, em cruzeiro.
x ₄₆	MINSMDCR	Compra de insumos modernos com crédito, em cruzeiro.

Variáveis	Código	Atividades
x ₄₇	NITRONCR	Compra de nitrogênio (N) com crédito, em tonelada.
x ₄₈	FOSFORCR	Compra de P ₂ O ₅ (fósforo, P) com crédito, em tonelada.
x ₄₉	POTASSCR	Compra de K ₂ O (potássio, K) com crédito, em tonelada.
x ₅₀	MINSMDP	Compra de insumos modernos com recursos próprios, em cruzeiro.
x ₅₁	NITRONP	Compra de N com recursos próprios, em tonelada.
x ₅₂	FOSFORP	Compra de P ₂ O ₅ com recursos próprios, em tonelada.
x ₅₃	POTASSP	Compra de K ₂ O com recursos próprios, em tonelada.
x ₅₄	MORESP	Compra de serviços de mão-de-obra residente, em dia-homem.
x ₅₅	MO1CONP	Compra de serviços de mão-de-obra contratada fora da propriedade, no período I (agosto-novembro), em dia-homem.
x ₅₆	MO2CONP	Compra de serviços de mão-de-obra contratada fora da propriedade, no período II (dezembro-março), em dia-homem.
x ₅₇	MO3CONP	Compra de serviços de mão-de-obra contratada fora da propriedade, no período III (abril-julho), em dia-homem.
x ₅₈	CORRETP	Compra de corretivo, em tonelada.
x ₅₉	FJCPR	Compra de feijão para consumo, em saca de 60 kg.
x ₆₀	MARRCPR	Compra de arroz para consumo, em saca de 60 kg.

Variáveis	Código	Atividades
x ₆₁	MLHCPR	Compra de milho para consumo, em saca de 60 kg.
x ₆₂	LBVND	Venda de leite B, em litro.
x ₆₃	LCVND	Venda de leite C, em litro.
x ₆₄	MARRVND	Venda de arroz, em saca de 60 kg.
x ₆₅	FJVND	Venda de feijão, em saca de 60 kg.
x ₆₆	MLHVND	Venda de milho, em saca de 60 kg.
x ₆₇	CAFVND	Venda de café, em saca de 60 kg de café beneficiado.
x ₆₈	LARVND	Venda de citrus, em caixa de 40 kg.
x ₆₉	MO1FAMP	Venda de serviços de mão-de-obra familiar no período I (agosto-novembro), em dia-homem.
x ₇₀	MO2FAMP	Venda de serviços de mão-de-obra familiar no período II (dezembro-março), em dia-homem.
x ₇₁	MO3FAMP	Venda de serviços de mão-de-obra familiar no período III (abril-julho), em dia-homem.
x ₇₂	CUSOPK	Custo de oportunidade do capital, em cruzeiro.

Linhas

Variáveis	Código	Restrição
b_1	TERRA1	Hectares disponíveis para culturas anuais.
b_2	TERRA2	Hectares disponíveis para culturas perenes.
b_3	TERRA3	Hectares disponíveis para pastagens.
b_4	MO1FAM	Disponibilidade de mão-de-obra familiar no período I (agosto-novembro), em dias-homens.
b_5	MO2FAM	Disponibilidade de mão-de-obra familiar no período II (dezembro-março), em dias-homens.
b_6	MO3FAM	Disponibilidade de mão-de-obra familiar no período III (abril-julho), em dias-homens.
b_7	MORSFM	Disponibilidade de mão-de-obra residente, em dias-homens.
b_8	MO1CON	Disponibilidade de mão-de-obra contratada no período I (agosto-novembro), em dias-homens.*
b_9	MO2CON	Disponibilidade de mão-de-obra contratada no período II (dezembro-março), em dias-homens.*
b_{10}	MO3CON	Disponibilidade de mão-de-obra contratada no período III (abril-julho), em dias-homens.*
b_{11}	CX	Disponibilidade de caixa (recursos próprios ou capital de giro), em cruzeiros.

* Trata-se de valores muito grandes, em vista da liberação (oferta ilimitada) dessa categoria de mão-de-obra.

Variáveis	Código	Restrição
b_{12}	LMCRCUS	Disponibilidade de crédito de custeio, em cruzeiros.
b_{13}	LMCRINV	Disponibilidade de crédito para investimento, em cruzeiros.
b_{14}	TFCRINV	Balanço de crédito para investimento, em cruzeiros.
b_{15}	COPK	Limite para o custo de oportunidade do capital, em cruzeiros.
b_{16}	TRT1	Disponibilidade de trator-implemento no período I (agosto-novembro), em dias-máquina.
b_{17}	TRT2	Disponibilidade de trator-implemento no período II (dezembro-março), em dias-máquina.
b_{18}	TRT3	Disponibilidade de trator-implemento no período III (abril-julho), em dias-máquina.
b_{19}	LMSPTRT	Limite de investimento em trator-implemento, em número de unidades.
b_{20}	MANT1	Balanço de animal de trabalho no período I (agosto-novembro), em dias-animal.
b_{21}	MANT2	Balanço de animal de trabalho no período II (dezembro-março), em dias-animal.
b_{22}	MANT3	Balanço de animal de trabalho no período III (abril-julho), em dias-animal.
b_{23}	LMSPANT1	Disponibilidade de animal de trabalho no período I (agosto-novembro), em dias-animal.
b_{24}	LMSPANT2	Disponibilidade de animal de trabalho no período II (dezembro-março), em dias-animal.

Variáveis	Código	Restrição
b ₂₅	LMSPANT3	Disponibilidade de animal de trabalho no período III (abril-julho), em dias-animal.
b ₂₆	CLH	Disponibilidade de colhedeira de soja, em dias-máquina.
b ₂₇	LMSPCLH	Limite de investimento em colhedeira de soja, em número de unidades.
b ₂₈	CORRET	Balanço de corretivo, em toneladas.
b ₂₉	MNSMOD	Balanço de insumos modernos, em cruzeiros.
b ₃₀	NITRON	Balanço de nitrogênio, em toneladas.
b ₃₁	FOSFOR	Balanço de P ₂ O ₅ , em toneladas.
b ₃₂	POTASS	Balanço de K ₂ O, em toneladas.
b ₃₃	TFARROZ	Balanço entre produção, consumo e venda de arroz, em sacas de 60 kg.
b ₃₄	TFFJ	Balanço entre produção, consumo e venda de feijão, em sacas de 60 kg.
b ₃₅	TFMLH	Balanço entre produção, consumo e venda de milho, em sacas de 60 kg.
b ₃₆	TFLEITC	Balanço entre produção, consumo e venda de leite C, em litros.
b ₃₇	TFLEITB	Balanço entre produção e venda de leite B.
b ₃₈	MORES1	Mão-de-obra familiar para consumo de arroz, em número de trabalhadores.
b ₃₉	MORES2	Mão-de-obra familiar para consumo de <u>fei</u> jão, em número de trabalhadores.
b ₄₀	MORES3	Mão-de-obra familiar para consumo de <u>lei</u> te C, em número de trabalhadores.
b ₄₁	TFCF	Balanço entre produção e venda de café, em sacas de 60 kg de café beneficiado.

Variáveis	Código	Restrição
b ₄₂	TFLR	Balanço entre produção e venda de citrus, em caixas de 40 kg.
b ₄₃	TFPASTO	Balanço entre a capacidade de suporte das pastagens e exigências em pastagens das atividades pecuárias, em unidades-animal.
b ₄₄	TFCF1AN	Balanço de café (primeiro ano), em hecta <u>res</u> .
b ₄₅	TFCF2AN	Balanço de café (segundo ano), em hecta <u>res</u> .
b ₄₆	TFCF3AN	Balanço de café (terceiro ano), em hecta <u>res</u> .
b ₄₇	TFCFPRD	Balanço de café em produção, em hectares.
b ₄₈	TFLR2AN	Balanço de citrus (segundo ano), em hecta <u>res</u> .
b ₄₉	TFLR3AN	Balanço de citrus (terceiro ano), em hec <u>ta</u> res.
b ₅₀	TFLR4AN	Balanço de citrus (quarto ano), em hecta <u>res</u> .
b ₅₁	TFLRPRD	Balanço de citrus em produção, em hecta <u>res</u> .
b ₅₂	TRBATAGS	Límite superior para batata das águas, em hectares.
b ₅₃	TRBATAGI	Límite inferior para batata das águas, em hectares.
b ₅₄	TRBATSCS	Límite superior para batata da seca, em hectares.
b ₅₅	TRBATSCI	Límite inferior para batata da seca, em hectares.
b ₅₆	TRALGS	Límite superior para algodão, em hecta <u>res</u> .

Variáveis	Código	Restrição
b ₅₇	TRALGI	Limite inferior para algodão, em hectares.
b ₅₈	TRCANAS	Limite superior para cana, em hectares.
b ₅₉	TRCANAI	Limite inferior para cana, em hectares.
b ₆₀	TRMANDS	Limite superior para mandioca, em hectares.
b ₆₁	TRMANDI	Limite inferior para mandioca, em hectares.
b ₆₂	TRTOMATS	Limite superior para tomate, em hectares.
b ₆₃	TRTOMATI	Limite inferior para tomate, em hectares.
b ₆₄	TRSOJAS	Limite superior para soja, em hectares.
b ₆₅	TRSOJAI	Limite inferior para soja, em hectares.
b ₆₆	TRFJAGS	Limite superior para feijão das águas, em hectares.
b ₆₇	TRFJAGI	Limite inferior para feijão das águas, em hectares.
b ₆₈	TRFJSCS	Limite superior para feijão da seca, em hectares.
b ₆₉	TRFJSCI	Limite inferior para feijão da seca, em hectares.
b ₇₀	TRMLHS	Limite superior para milho, em hectares.
b ₇₁	TRMLHI	Limite inferior para milho, em hectares.
b ₇₂	TRARRZS	Limite superior para arroz, em hectares.
b ₇₃	TRARRZI	Limite inferior para arroz, em hectares.
b ₇₄	TRCAFES	Limite superior para plantio (investimen <u>to</u>) de café, em hectares.
b ₇₅	TRCAFEI	Limite inferior para plantio (investimen <u>to</u>) de café, em hectares.
b ₇₆	TRLARJS	Limite superior para plantio (investimen <u>to</u>) de citrus, em hectares.

Variáveis	Código	Restrição
b ₇₇	TRLARJI	Límite inferior para plantio (investimen <u>to</u>) de citrus, em hectares.
b ₇₈	LMSPSINB	Límite superior para suinocultura tipo banha, em unidades-animal.
b ₇₉	LMIFSINB	Límite inferior para suinovultura tipo banha, em unidades-animal.
b ₈₀	LMSPSINC	Límite superior para suinocultura tipo carne, em unidades-animal.
b ₈₁	LMIFSINC	Límite inferior para suinocultura tipo carne, em unidades-animal.
b ₈₂	LMSPCT	Límite superior para pecuária bovina de corte, em unidades-animal.
b ₈₃	LMIFCT	Límite inferior para pecuária bovina de corte, em unidades-animal.
b ₈₄	LMSPLTB	Límite superior para pecuária de leite B, em número de vacas em lactação.
b ₈₅	LMIFLTB	Límite inferior para pecuária de leite B, em número de vacas em lactação.
b ₈₆	LMSPLTC	Límite superior para pecuária de leite C, em número de vacas em lactação.
b ₈₇	LMIFLTC	Límite inferior para pecuária de leite C, em número de vacas em lactação.
b ₈₈	TRPTARTS	Límite superior para pasto artificial, em hectares.
b ₈₉	TRPTARTI	Límite inferior para pasto artificial, em hectares.
b ₉₀	TRPTNATS	Límite superior para pasto natural, em hec <u>ta</u> res.
b ₉₁	TRPTNATI	Límite inferior para pasto natural, em hec <u>ta</u> res.

APÊNDICE 2

**MATRIZ DOS COEFICIENTES TÉCNICOS
PARA O ANO INICIAL (1970/71), E
A RESPECTIVA FUNÇÃO-OBJETIVO
(RECEITA)**

Os coeficientes técnicos usados na matriz, com exceção de poucos, foram retirados de "Informações Econômicas", do IEA, de julho de 1976. Os coeficientes na forma de valores monetários sofreram deflação através de índices específicos para cada um dos itens de que eles se compunham, índices que são publicados mensalmente na mesma fonte citada acima.

COLUMNS

MALG1	RECEITA	1173.61000	TERRA1	1.00000
MALG1	RETORNO	1224.17000	M01FAM	1.65000
MALG1	M02FAM	12.51000	M03FAM	36.67000
MALG1	NITRON	0.04780	FOSFOR	0.06900
MALG1	POTASS	0.06900	CORRET	1.26000
MALG1	TRT1	1.40000	TRT2	0.49000
MALG1	MNSMOD	166.45000	MANT2	5.14000
MALG1	TRALGI	1.00000	TRALGS	1.00000
MALG2	RECEITA	1270.89000	TERRA1	1.00000
MALG2	RETORNO	1328.12000	M01FAM	1.65000
MALG2	M02FAM	8.92000	M03FAM	36.67000
MALG2	NITRON	0.04780	FOSFOR	0.06900
MALG2	POTASS	0.06900	CORRET	1.26000
MALG2	TRT1	1.40000	TRT2	0.69000
MALG2	MNSMOD	166.45000	TRALGI	1.00000
MALG2	TRALGS	1.00000		
BATAG1	RECEITA	2585.88000	TERRA1	1.00000
BATAG1	RETORNO	2581.12000	M01FAM	46.44000
BATAG1	M02FAM	24.54000	NITRON	0.05800
BATAG1	FOSFOR	0.20300	POTASS	0.11600
BATAG1	MNSMOD	1199.96000	MANT1	13.71000
BATAG1	MANT2	5.46000	TRBATAGI	1.00000
BATAG1	TRBATAGS	1.00000		
BATAG2	RECEITA	2608.65000	TERRA1	1.00000
BATAG2	RETORNO	2603.73000	M01FAM	43.58000
BATAG2	M02FAM	24.54000	NITRON	0.06720
BATAG2	FOSFOR	0.23520	POTASS	0.13440
BATAG2	CORRET	0.55000	MNSMOD	1245.98000
BATAG2	TRT1	1.24000	MANT1	7.66000
BATAG2	MANT2	5.46000	TRBATAGI	1.00000
BATAG2	TRBATAGS	1.00000		
BATSC	RECEITA	2379.96000	TERRA1	1.00000
BATSC	RETORNO	1970.74000	M02FAM	71.82000

BATSC	M03FAM	18.55000	NITRON	0.22440
BATSC	FOSFOR	0.78540	POTASS	0.44880
BATSC	MNSMOD	1507.71000	TRT2	1.01000
BATSC	MANT2	6.50000	MANT3	5.40000
BATSC	TRBATSCI	1.00000	TRBATSCS	1.00000
MAND	RECEITA	665.41000	TERRA1	1.00000
MAND	RETORNO	978.99000	M03FAM	34.77000
MAND	FOSFOR	0.02700	POTASS	0.04800
MAND	MNSMOD	97.58000	TRT3	1.30000
MAND	MANT3	3.46000	TRMANDI	1.00000
MAND	TRMANDS	1.00000		
FJAG1	RECEITA	-50.03000	TERRA1	1.00000
FJAG1	RETORNO	-50.03000	M01FAM	11.62000
FJAG1	M02FAM	5.67000	NITRON	0.00656
FJAG1	FOSFOR	0.02296	POTASS	0.01312
FJAG1	MNSMOD	84.99000	MANT1	5.96000
FJAG1	MANT2	0.58000	TFFJ	-9.00000
FJAG1	CX	50.03000	TRFJAGI	1.00000
FJAG1	TRFJAGS	1.00000		
FJAG2	RECEITA	-130.81000	TERRA1	1.00000
FJAG2	RETORNO	-130.81000	M01FAM	8.81000
FJAG2	M02FAM	5.79000	NITRON	0.00740
FJAG2	FOSFOR	0.02590	POTASS	0.01480
FJAG2	MNSMOD	84.52000	TRT1	1.15000
FJAG2	TRT2	0.29000	MANT1	2.78000
FJAG2	TFFJ	-9.00000	CX	130.81000
FJAG2	TRFJAGI	1.00000	TRFJAGS	1.00000
FJSC1	RECEITA	-64.77000	TERRA1	1.00000
FJSC1	RETORNO	-64.77000	M02FAM	13.04000
FJSC1	M03FAM	7.06000	NITRON	0.00696
FJSC1	FOSFOR	0.02436	POTASS	0.01392
FJSC1	MNSMOD	87.85000	MANT2	6.95000
FJSC1	MANT3	0.74000	TFFJ	-14.00000
FJSC1	CX	64.77000	TRFJSCI	1.00000
FJSC1	TRFJSCS	1.00000		
FJSC2	RECEITA	-172.08000	TERRA1	1.00000
FJSC2	RETORNO	-172.08000	M02FAM	8.98000
FJSC2	M03FAM	6.77000	NITRON	0.00788
FJSC2	FOSFOR	0.02758	POTASS	0.01576
FJSC2	MNSMOD	100.09000	TRT2	1.58000
FJSC2	TRT3	0.34000	MANT2	2.55000
FJSC2	TFFJ	-14.00000	CX	172.08000
FJSC2	TRFJSCI	1.00000	TRFJSCS	1.00000
FJVND	RECEITA	53.30000	TFFJ	1.00000
FJVND	RETORNO	61.77000		
FJCPR	RECEITA	-84.00000	TFFJ	-1.00000
FJCPR	RETORNO	-84.00000	CX	84.00000
FJCNS	TFFJ	1.00000	M0RES1	6.25000
MLH1	RECEITA	-157.09000	TERRA1	1.00000
MLH1	RETORNO	-157.09000	M01FAM	4.32000

MLH1	M02FAM	3.76000	M03FAM	6.55000
MLH1	NITRON	0.01280	FOSFOR	0.04480
MLH1	POTASS	0.02560	MNSMOD	16.96000
MLH1	TRT1	0.96000	TRT2	0.10000
MLH1	TRT3	0.42000	MANT2	0.99000
MLH1	TFMLH	-36.00000	CX	157.09000
MLH1	TRMLHI	1.00000	TRMLHS	1.00000
MLH2	RECEITA	-242.02000	TERRA1	1.00000
MLH2	RETORNO	-242.02000	M01FAM	1.86000
MLH2	M02FAM	1.19000	M03FAM	1.23000
MLH2	NITRON	0.04480	FOSFOR	0.03780
MLH2	POTASS	0.02160	CORRET	1.14000
MLH2	MNSMOD	18.11000	TRT1	1.40000
MLH2	TRT2	0.55000	TRT3	0.42000
MLH2	TFMLH	-47.00000	CX	242.02000
MLH2	TRMLHI	1.00000	TRMLHS	1.00000
MLHVND	RECEITA	15.08000	TFMLH	1.00000
MLHVND	RETORNO	14.84000		
MLHCPR	RECEITA	-17.50000	TFMLH	-1.00000
MLHCPR	RETORNO	-17.50000	CX	17.50000
MARROZ	RECEITA	-201.19000	TERRA1	1.00000
MARROZ	RETORNO	-201.19000	M01FAM	8.01000
MARROZ	M02FAM	9.34000	M03FAM	6.33000
MARROZ	NITRON	0.06000	FOSFOR	0.03000
MARROZ	POTASS	0.06000	MNSMOD	64.70000
MARROZ	TRT1	1.81000	TRT2	0.41000
MARROZ	TFARROZ	-19.00000	CX	201.19000
MARROZ	TRARROZI	1.00000	TRARROZS	1.00000
MARRVND	RECEITA	25.20000	TFARROZ	1.00000
MARRVND	RETORNO	38.04000		
MARRCPR	RECEITA	-81.60000	TFARROZ	-1.00000
MARRCPR	RETORNO	-81.60000	CX	81.60000
MARRCNS	TFARROZ	1.00000	M0RES2	0.63000
CANA	RECEITA	1100.00000	TERRA1	1.00000
CANA	RETORNO	1136.25000	M01FAM	15.64000
CANA	M02FAM	10.16000	M03FAM	6.93000
CANA	NITRON	0.03340	FOSFOR	0.04340
CANA	POTASS	0.02480	CORRET	0.28000
CANA	MNSMOD	108.74000	TRT1	0.97000
CANA	TRT2	1.33000	TRT3	0.17000
CANA	TRCANAI	1.00000	TRCANAS	1.00000
CAFRD	RECEITA	-98.18000	TERRA2	1.00000
CAFRD	RETORNO	-98.18000	M01FAM	9.27000
CAFRD	M02FAM	23.14000	M03FAM	12.75000
CAFRD	NITRON	0.14000	FOSFOR	0.03500
CAFRD	POTASS	0.12000	CORRET	0.25000
CAFRD	MNSMOD	78.08000	TRT1	0.40000
CAFRD	TRT2	0.35000	TRT3	0.75000
CAFRD	MANT2	3.50000	TFCFRD	1.00000
CAFRD	TFCF	-12.00000	CX	98.18000

CAF1AN	RECEITA	-15.39000	TERRA2	1.00000
CAF1AN	RETORNO	-15.39000	M01FAM	3.10000
CAF1AN	M02FAM	25.00000	NITRON	0.06000
CAF1AN	POTASS	0.04800	MNSMOD	32.64000
CAF1AN	TRT1	0.10000	MANT2	5.00000
CAF1AN	TFCF1AN	1.00000	CX	15.39000
CAF2AN	RECEITA	-69.87000	TERRA2	1.00000
CAF2AN	RETORNO	-69.87000	M01FAM	3.20000
CAF2AN	M02FAM	22.14000	M03FAM	3.12000
CAF2AN	NITRON	0.08000	FOSFOR	0.02000
CAF2AN	POTASS	0.06000	CORRET	0.50000
CAF2AN	MNSMOD	88.03000	TRT1	0.20000
CAF2AN	TRT2	0.35000	TRT3	0.12000
CAF2AN	MANT2	5.00000	TFCF2AN	1.00000
CAF2AN	TFCF	-2.70000	CX	69.87000
CAF3AN	RECEITA	-81.16000	TERRA2	1.00000
CAF3AN	RETORNO	-81.16000	M01FAM	8.30000
CAF3AN	M02FAM	23.14000	M03FAM	5.98000
CAF3AN	NITRON	0.01200	FOSFOR	0.03000
CAF3AN	POTASS	0.09000	MNSMOD	68.14000
CAF3AN	TRT1	0.30000	TRT2	0.35000
CAF3AN	TRT3	0.35000	MANT2	3.50000
CAF3AN	TFCF3AN	1.00000	TFCF	-5.00000
CAF3AN	CX	81.16000		
CAFINV	RECEITA	1151.35000	TERRA2	1.00000
CAFINV	RETORNO	-171.22000	M01FAM	25.30000
CAFINV	M02FAM	26.30000	M03FAM	6.00000
CAFINV	NITRON	0.03200	POTASS	0.04800
CAFINV	CORRET	0.50000	MNSMOD	326.40000
CAFINV	TRT1	3.50000	TRT2	0.30000
CAFINV	CX	171.22000	TRCAFEL	1.00000
CAFINV	TRCAFES	1.00000		
CAFVND	RECEITA	180.76000	TFCF	1.00000
CAFVND	RETORNO	133.87000		
LARPRD	RECEITA	-358.49000	TERRA2	1.00000
LARPRD	RETORNO	-358.49000	M02FAM	11.10000
LARPRD	M03FAM	11.10000	NITRON	0.05150
LARPRD	FOSFOR	0.05150	POTASS	0.05150
LARPRD	CORRET	0.60000	MNSMOD	250.64000
LARPRD	TRT2	1.53000	TRT3	1.53000
LAPPRD	TFLRPRD	1.00000	TFLR	-400.00000
LARPRD	CX	358.49000		
LAR1AN	RECEITA	1055.50000	TERRA2	1.00000
LAR1AN	RETORNO	-187.52000	M01FAM	5.68000
LAR1AN	M02FAM	14.67000	M03FAM	8.98000
LAR1AN	NITRON	0.02600	FOSFOR	0.01000
LAR1AN	POTASS	0.01000	CORRET	0.83000
LAR1AN	MNSMOD	396.64000	TRT1	0.50000
LAR1AN	TRT2	2.00000	TRT3	1.50000
LAR1AN	CX	187.52000	TRLARJ	1.00000

LAR1AN	TRLARJS	1.00000		
LAR2AN	RECEITA	-130.54000	TERRA2	1.00000
LAR2AN	RETORNO	-130.54000	M02FAM	7.49000
LAR2AN	M03FAM	7.49000	NITRON	0.01000
LAR2AN	FOSFOR	0.01000	POTASS	0.01000
LAR2AN	MNSMOD	117.98000	TRT2	0.93000
LAR2AN	TRT3	0.92000	TFLR2AN	1.00000
LAR2AN	CX	130.54000		
LAR3AN	RECEITA	-153.17000	TERRA2	1.00000
LAR3AN	RETORNO	-153.17000	M02FAM	8.66000
LAR3AN	M03FAM	8.66000	NITRON	0.02750
LAR3AN	FOSFOR	0.02750	POTASS	0.02750
LAR3AN	MNSMOD	122.82000	TRT2	1.09000
LAR3AN	TRT3	1.09000	TFLR3AN	1.00000
LAR3AN	TFLR	-100.00000	CX	153.17000
LAR4AN	RECEITA	-180.76000	TERRA2	1.00000
LAR4AN	RETORNO	-180.76000	M02FAM	12.68000
LAR4AN	M03FAM	12.68000	NITRON	0.04000
LAR4AN	FOSFOR	0.04000	POTASS	0.04000
LAR4AN	MNSMOD	219.67000	TRT2	1.30000
LAR4AN	TRT3	1.30000	TFLR4AN	1.00000
LAR4AN	TFLR	-200.00000	CX	180.76000
LARVND	RECEITA	5.96000	TFLR	1.00000
LARVND	RETORNO	6.30000		
PASNAT	TERRA3	1.00000	M02FAM	1.00000
PASNAT	MNSMOD	4.89000	TFPASTO	-0.80000
PASNAT	TRPTNATI	1.00000	TRPTNATS	1.00000
PASART	RECEITA	-15.09000	TERRA3	1.00000
PASART	RETORNO	-15.09000	M01FAM	0.32000
PASART	M02FAM	0.30000	M03FAM	0.04000
PASART	MNSMOD	0.62000	TRT1	0.02000
PASART	TRT2	0.10000	TRT3	0.04000
PASART	TFPASTO	-2.00000	CX	15.09000
PASART	TRPTARTI	1.00000	TRPTARTS	1.00000
PECCT	RECEITA	180.92000	M01FAM	5.25000
PECCT	RETORNO	180.92000	M02FAM	5.25000
PECCT	M03FAM	5.25000	MNSMOD	27.56000
PECCT	TFPASTO	2.84000	LMIFCT	2.84000
PECCT	LMSPCT	2.84000		
PECLB	RECEITA	-85.10000	M01FAM	30.00000
PECLB	RETORNO	-85.10000	M02FAM	30.00000
PECLB	M03FAM	30.00000	MNSMOD	595.74000
PECLB	TFMLH	6.30000	TFLEITB	-2250.00000
PECLB	TFPASTO	1.63000	CX	85.10000
PECLB	LMIFLTB	0.61000	LMSPLTB	0.61000
PECLC	RECEITA	-14.34000	M01FAM	10.00000
PECLC	RETORNO	-14.34000	M02FAM	10.00000
PECLC	M03FAM	10.00000	MNSMOD	147.84000
PECLC	TFLEITC	-980.00000	TFPASTO	1.70000
PECLC	CX	14.34000	LMIFLTB	0.59000

PECLC	LMSPLTC	0.59000		
LBVND	RECEITA	0.57000	TFLEITB	1.00000
LBVND	RETORNO	0.57000	CX	-0.28000
LCVND	RECEITA	0.39000	TFLEITC	1.00000
LCVND	RETORNO	0.39000	CX	-0.19000
LCCNS	TFLEITC	1.00000	MORES3	0.01400
SUINB	RECEITA	919.18000	M01FAM	5.00000
SUINB	RETORNO	919.18000	M02FAM	5.00000
SUINB	M03FAM	5.00000	MNSMOD	18.17000
SUINB	TFMLH	7.50000	LMIFSINB	7.10000
SUINB	LMSPSINB	7.10000		
TFANT1	MANT1	-1.00000	LMSPANT1	1.00000
TFANT1	TFMLH	0.03000		
TFANT2	MANT2	-1.00000	LMSPANT2	1.00000
TFANT2	TFMLH	0.03000		
TFANT3	MANT3	-1.00000	LMSPANT3	1.00000
TFANT3	TFMLH	0.03000		
MORESP	RECEITA	-17.77000	M01FAM	-1.00000
MORESP	RETORNO	-17.77000	M02FAM	-1.00000
MORESP	M03FAM	-1.00000	MORSFM	1.00000
MORESP	CX	17.77000		
M01CONP	RECEITA	-5.88000	M01FAM	-1.00000
M01CONP	RETORNO	-5.88000	M01CON	1.00000
M01CONP	CX	5.88000		
M02CONP	RECEITA	-6.58000	M02FAM	-1.00000
M02CONP	RETORNO	-6.58000	M02CON	1.00000
M02CONP	CX	6.58000		
M03CONP	RECEITA	-7.04000	M03FAM	-1.00000
M03CONP	RETORNO	-7.04000	M03CON	1.00000
M03CONP	CX	7.04000		
M01FAMP	RECEITA	5.65000	M01FAM	1.00000
M01FAMP	RETORNO	5.65000	CX	-2.82000
M02FAMP	RECEITA	5.68000	M02FAM	1.00000
M02FAMP	RETORNO	5.68000	CX	-2.84000
M03FAMP	RECEITA	6.44000	M03FAM	1.00000
M03FAMP	RETORNO	6.44000	CX	-3.22000
NITRONP	RECEITA	-268.92000	NITRON	-1.00000
NITRONP	RETORNO	-268.92000	CX	268.92000
NITRONCR	RECEITA	-268.92000	NITRON	-1.00000
NITRONCR	RETORNO	-268.92000	LMCRCUS	268.92000
FOSFORP	RECEITA	-278.81000	FOSFOR	-1.00000
FOSFORP	RETORNO	-278.81000	CX	278.81000
FOSFORCR	RECEITA	-278.81000	FOSFOR	-1.00000
FOSFORCR	RETORNO	-278.81000	LMCRCUS	278.81000
POTASSP	RECEITA	-280.21000	POTASS	-1.00000
POTASSP	RETORNO	-280.21000	CX	280.21000
POTASSCR	RECEITA	-280.21000	POTASS	-1.00000
POTASSCR	RETORNO	-280.21000	LMCRCUS	280.21000
CORRETP	RECEITA	-39.78000	CORRET	-1.00000
CORRETP	RETORNO	-39.78000	CX	39.78000

MINSMDP	RECEITA	-1.00000	MNSMOD	-1.00000
MINSMDP	RETORNO	-1.00000	CX	1.00000
MINSMDCR	RECEITA	-1.14000	MNSMOD	-1.00000
MINSMDCR	RETORNO	-1.14000	LMCRCUS	1.00000
CREDCT	RECEITA	-0.14000	CX	-1.00000
CREDCT	RETORNO	-0.14000	LMCRCUS	1.00000
CUSOPK	RECEITA	0.26000	CX	1.00000
CUSOPK	RETORNO	0.26000	COPK	1.00000
TFTR1TR2	TERRA1	1.00000	TERRA2	-1.00000
TFTR2TR3	TERRA2	1.00000	TERRA3	-1.00000
MINVTRT	RECEITA	-2863.50000	TRT1	-50.00000
MINVTRT	TRT2	-50.00000	TRT3	-50.00000
MINVTRT	TFCRINV	31816.67000	LMCRINV	31816.67000
CREDINV	RECEITA	-0.18000*	TFCRINV	-1.00000
TOMATE	RECEITA	10858.89000	TERRA1	1.00000
TOMATE	RETORNO	10000.00000	M01FAM	556.00000
TOMATE	M02FAM	222.35000	M03FAM	40.88000
TOMATE	NITRON	0.37800	FOSFOR	0.81800
TOMATE	POTASS	0.62580	CORRET	3.72000
TOMATE	MNSMOD	6536.07000	TRT1	6.14000
TOMATE	TRT2	4.90000	TRTOMATI	1.00000
TOMATE	TRTOMATS	1.00000		
MINVCLH	TFCRINV	53948.31000	LMCRINV	53948.31000
MINVCLH	RECEITA	-3236.90000	CLH	-50.00000
MINVCLH	LMSPCLH	1.00000		
SOJA	RECEITA	558.09000	TERRA1	1.00000
SOJA	RETORNO	699.00000	M01FAM	1.23000
SOJA	M02FAM	2.36000	M03FAM	0.63000
SOJA	FOSFOR	0.05580	POTASS	0.01860
SOJA	CORRET	1.32000	MNSMOD	188.59000
SOJA	TRT1	0.84000	TRT2	0.27000
SOJA	TRT3	0.11000	CLH	0.10000
SOJA	TRSOJAI	1.00000	TRSOJAS	1.00000
SUINC	RECEITA	3069.66000	M01FAM	5.00000
SUINC	M02FAM	5.00000	M03FAM	5.00000
SUINC	MNSMOD	1093.98000	TFMLH	4.50000
SUINC	LMIFSINC	17.10000	LMSPSINC	17.10000
SUINC	RETORNO	3069.66000		

* Para o grupo das pequenas e médias propriedades, o valor seria -0,15.

APÊNDICE 3

**RESULTADOS DO MODELO PARA AS
ATIVIDADES PRODUTIVAS, E AL-
GUNS DADOS REAIS OBSERVADOS.**

1970/71

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	2.934	3.793	38.957	49.945	21.964	18.895
Cana (hectares)	2.663	1.973	39.503	71.881	103.370	204.445
Milho (hectares)	7.727	9.091	54.894	66.137	54.841	68.551
Arroz (hectares)	3.082	3.852	20.350	21.421	21.523	19.255
Soja (hectares)	-	-	-	-	2.570	2.856
Batata das águas (hectares)	1.831	-	1.708	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	685	-	2.160	-	1.317	-
Mandioca (hectares)	263	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	375	172	2.664	3.552	3.648	3.173
Feijão da seca (hectares)	272	302	3.898	4.990	5.323	4.436
Tomate (hectares)	-	-	721	-	747	-
Café área total (hectares)	3.554	3.234	12.760	12.760	36.503	37.465
Laranja (citrus) área total em hectares	6.805	4.060	43.748	28.836	29.972	17.535
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	4.500	-	76.500	-	151.200	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	267	-	4.890	-	9.981	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	3.686	-	32.935	-	102.581	-
Suinocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	71.572	-	63.398	-
Suinocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	17.890	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	64.545	-	202.370	-
Pasto natural (hectares)	9.469	-	150.331	-	348.314	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.

1971/72

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	3.667	5.648	35.184	44.385	26.828	31.378
Cana (hectares)	3.595	2.552	56.126	66.572	129.909	202.186
Milho (hectares)	6.649	5.344	45.562	54.777	43.873	72.466
Arroz (hectares)	2.466	993	19.333	17.684	20.447	21.523
Soja (hectares)	-	-	-	-	3.341	4.600
Batata das águas (hectares)	1.831	-	1.708	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	548	-	1.728	-	1.054	-
Mandioca (hectares)	263	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	487	1.080	3.197	4.147	4.185	1.966
Feijão da seca (hectares)	326	296	3.036	3.906	4.178	5.998
Tomate (hectares)	-	-	649	-	672	-
Café área total (hectares)	3.826	3.421	14.742	13.516	43.199	36.460
Laranja (citrus) área total em hectares	9.137	2.612	52.186	28.002	35.822	19.597
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	5.040	-	78.718	-	158.760	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	174	-	4.255	-	7.785	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	3.806	-	18.773	-	80.013	-
Suínocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	78.717	-	63.398	-
Suínocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	25.519	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	56.154	-	151.777	-
Pasto natural (hectares)	8.522	-	145.821	-	344.831	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.

1972/73

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	4.584	6.124	43.276	52.935	37.615	16.541
Cana (hectares)	4.433	2.349	63.948	62.086	127.484	201.963
Milho (hectares)	5.652	4.142	53.307	50.254	35.098	65.803
Arroz (hectares)	1.973	368	18.366	17.887	19.425	22.645
Soja (hectares)	-	-	-	-	3.566	4.600
Batata das águas (hectares)	1.831	-	1.708	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	438	-	1.382	-	843	-
Mandioca (hectares)	263	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	365	298	3.836	4.974	4.813	6.628
Feijão da seca (hectares)	293	397	3.370	5.539	5.014	2.564
Tomate (hectares)	-	-	714	-	739	-
Café área total (hectares)	4.371	2.072	16.124	16.636	49.159	43.371
Laranja (citrus) área total em hectares	11.979	4.047	60.842	36.129	40.644	18.475
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	5.040	-	81.000	-	166.698	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	113	-	3.700	-	6.072	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	3.559	-	24.717	-	104.817	-
Suinocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	86.588	-	63.398	-
Suinocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	32.470	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	48.854	-	113.733	-
Pasto natural (hectares)	9.374	-	141.446	-	341.382	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.

1973/74

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	4.126	2.142	40.385	53.325	33.853	54.935
Cana (hectares)	5.984	7.026	72.900	70.623	137.014	222.354
Milho (hectares)	4.804	7.326	60.022	53.571	45.627	49.603
Arroz (hectares)	1.578	2.180	17.448	17.825	18.454	18.989
Soja (hectares)	-	-	2.784	1.856	4.636	9.843
Batata das águas (hectares)	1.831	-	1.708	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	460	-	1.382	-	843	-
Mandioca (hectares)	223	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	474	730	4.603	9.334	5.535	4.647
Feijão da seca (hectares)	352	117	3.741	4.869	6.017	4.014
Tomate (hectares)	-	-	785	-	813	-
Café área total (hectares)	5.377	4.223	22.327	24.219	56.638	33.658
Laranja (citrus) área total em hectares	13.592	9.085	69.671	40.080	41.709	34.152
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	5.040	-	83.349	-	175.033	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	203	-	5.513	-	7.530	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	3.768	-	31.885	-	88.037	-
Suinocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	95.246	-	63.398	-
Suinocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	35.717	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	42.503	-	85.299	-
Pasto natural (hectares)	10.311	-	137.203	-	337.968	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.

1974/75

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	5.158	2.596	49.673	65.726	47.394	49.678
Cana (hectares)	6.130	6.601	67.797	64.766	133.545	192.532
Milho (hectares)	4.083	13.768	54.184	62.563	42.352	30.058
Arroz (hectares)	1.262	2.857	16.576	25.444	17.531	24.546
Soja (hectares)	-	-	4.176	1.485	6.027	12.615
Batata das águas (hectares)	1.831	-	1.708	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	368	-	1.106	-	674	-
Mandioca (hectares)	223	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	355	1.115	5.524	7.861	6.365	4.610
Feijão da seca (hectares)	422	262	4.152	5.963	7.220	2.463
Tomate (hectares)	-	-	863	-	894	-
Café área total (hectares)	5.913	3.087	25.453	23.184	63.308	36.729
Laranja (citrus) área total em hectares	13.694	8.380	77.768	60.243	47.433	42.670
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	5.040	-	83.349	-	175.033	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	364	-	8.215	-	9.336	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	3.964	-	41.132	-	97.337	-
Suínocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	104.770	-	63.398	-
Suínocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	39.289	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	42.318	-	85.299	-
Pasto natural (hectares)	11.342	-	163.271	-	375.144	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.

1975/76

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	4.095	4.046	53.762	42.047	42.655	40.907
Cana (hectares)	8.276	6.561	77.288	66.547	146.196	219.792
Milho (hectares)	3.470	6.095	44.973	53.925	46.879	51.980
Arroz (hectares)	1.010	1.581	15.747	23.715	16.654	24.242
Soja (hectares)	-	-	3.341	3.090	7.835	11.910
Batata das águas (hectares)	1.817	-	1.605	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	294	-	885	-	539	-
Mandioca (hectares)	223	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	266	885	4.143	5.641	7.320	1.374
Feijão da seca (hectares)	380	273	3.238	5.183	5.776	1.943
Tomata (hectares)	-	-	777	-	804	-
Café área total (hectares)	6.926	2.804	30.291	34.349	71.970	32.947
Laranja (citrus) área total em hectares	14.834	8.074	85.434	64.992	49.376	37.067
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	5.040	-	83.349	-	175.033	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	655	-	12.239	-	11.577	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	4.114	-	53.060	-	107.527	-
Suínocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	115.247	-	63.398	-
Suínocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	43.218	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	58.399	-	85.299	-
Pasto natural (hectares)	12.476	-	174.229	-	416.410	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.

1976/77

ATIVIDADES	ESTRATOS					
	Pequeno		Médio		Grande	
	Modelo	Observado	Modelo	Observado	Modelo	Observado
Algodão (hectares)	2.662	2.979	50.783	43.883	50.434	42.937
Cana (hectares)	10.383	14.621	88.108	-	150.513	-
Milho (hectares)	2.960	6.549	37.326	49.621	37.503	50.121
Arroz (hectares)	808	3.518	14.959	17.011	15.821	23.770
Soja (hectares)	-	-	2.673	2.653	10.185	8.047
Batata das águas (hectares)	1.831	-	1.605	-	3.558	-
Batata da seca (hectares)	309	-	885	-	539	-
Mandioca (hectares)	223	-	12.535	-	3.598	-
Feijão das águas (hectares)	200	499	4.972	5.234	8.418	1.766
Feijão da seca (hectares)	456	897	3.594	6.002	6.931	2.729
Tomate (hectares)	-	-	854	-	804	-
Café área total (hectares)	8.720	2.902	37.713	33.259	83.354	44.698
Laranja (citrus) área total em hectares	14.823	-	92.174	-	50.575	-
Pecuária bovina de cor te (unidades-animal)	5.040	-	83.349	-	175.033	-
Pecuária de leite B (unidades-matriz)	1.180	-	18.235	-	14.355	-
Pecuária de leite C (vacas em lactação)	4.164	-	68.447	-	103.871	-
Suinocultura tipo banha (unidades-animal)	33.047	-	126.772	-	63.398	-
Suinocultura tipo carne (unidades-animal)	-	-	47.539	-	-	-
Pasto artificial (hectares)	3.990	-	80.591	-	63.974	-
Pasto natural (hectares)	13.924	-	186.387	-	462.215	-

FONTE: Resultados do Modelo e Dados do IEA.