

IPEA/INPES  
Serv. de  
Documentação

TEXTOS PARA DISCUSSÃO  
GRUPO DE ENERGIA

Nº XXX

"Agricultura e Produção de  
Energia: Um Modelo de Pro-  
gramação Linear para Avalia-  
ção Econômica do PROÁLCOOL".

Octávio A.F. Tourinho  
Léo da Rocha Ferreira  
Rudérico Ferraz Pimentel

Março de 1985

IPEA  
27-85

Agricultura e produção de energia : um  
modelo de programação



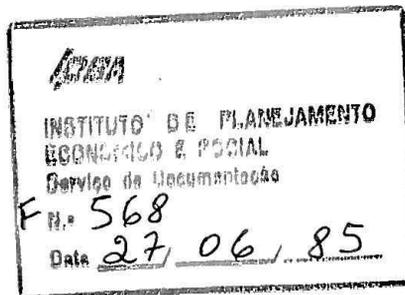
RJF0568/85

IPEA - RJ

Tiragem: 200 exemplares

Trabalho elaborado em: Janeiro 1985

Instituto de Pesquisas do IPEA  
Instituto de Planejamento Econômico e Social  
Avenida Presidente Antonio Carlos, 51- 13/179 andar  
20020 Rio de Janeiro RJ  
Tel.: (021) 210-2423



Este Trabalho é da inteira e exclusiva responsabilidade de seus autores. As opiniões nele emitidas não exprimem, necessariamente, o ponto de vista da Secretaria de Planejamento de Presidência da República.

## SUMÁRIO

	<u>Página</u>
APRESENTAÇÃO .....	1
AGRADECIMENTOS .....	2
1 - INTRODUÇÃO .....	3
2 - METODOLOGIA .....	10
Características gerais do modelo .....	10
Regionalização .....	12
Atividades .....	13
Disponibilidade de terra .....	23
Expansão da área cultivada e flexibilidade .....	24
Custo de abertura .....	27
Custo de transporte .....	30
Preço de importação e exportação de produtos agropecuários .....	36
Oferta doméstica de máquinas e fertilizantes .....	37
Restrições de demanda .....	39
3 - RESULTADOS .....	52
Deslocamento temporal e espacial das culturas .....	52
Cenário básico .....	52
Cenário normativo, sem PROÁLCOOL e auto-suficiente .....	57
O custo social do álcool .....	62
Balança comercial .....	74
4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....	87
5 - APÊNDICE A - O Sistema do Modelo de Biomassa: Diagrama de Blocos e sua Descrição Sumária ..	91
6 - APÊNDICE B - O modelo Matemático .....	97
7 - APÊNDICE C - Resultados do Programa Agregador .....	116
8 - APÊNDICE D - Estatísticas suplementares .....	147
9 - APÊNDICE E - Evolução do preço-sombra de produtos selecionados .....	162
BIBLIOGRAFIA .....	169

## LISTA DE MAPAS, GRÁFICOS E TABELAS

<u>Mapas e Gráficos</u>	<u>Página</u>
Mapa 1 - Regiões de Consumo e de Produção Agrícola no Modelo Reduzido .....	17
Gráfico 1 - Área Ocupada por Atividades Seleccionadas no Cenário Básico .....	54
Gráfico 2 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Básico .....	58
Gráfico 3 - Área Ocupada por Atividades Seleccionadas no Cenário Normativo .....	59
Gráfico 4 - Área Ocupada com Atividades Seleccionadas no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	60
Gráfico 5 - Área Ocupada com Atividades Seleccionadas no Cenário Auto-Suficiente .....	61
Gráfico 6 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Normativo .....	63
Gráfico 7 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	64
Gráfico 8 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Auto-Suficiente .....	65
Gráfico 9 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Básico .....	70
Gráfico 10 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Normativo .....	71
Gráfico 11 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	72
Gráfico 12 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Auto-Suficiente .....	73
A-1 - Interligação do Conjunto de Programas e Arquivo do Modelo de Biomassa .....	92
E-1 - Preço-Sombra do Álcool para Ribeirão Preto.	163
E-2 - Preço-Sombra do Açúcar para Ribeirão Preto.	164
E-3 - Preço-Sombra da Soja para Ribeirão Preto ..	165
E-4 - Preço-Sombra do Feijão para Ribeirão Preto.	166
E-5 - Preço-Sombra do Milho para Ribeirão Preto .	167
E-6 - Preço-Sombra do Arroz para Ribeirão Preto .	168
 <u>Tabelas</u>	
Tabela 1 - Regiões de Consumo e de Produção Consideradas no Modelo Reduzido .....	14

	<u>Página</u>
Tabela 2 - Atividades, Produtos e Produtividade no Modelo Reduzido .....	19
Tabela 3 - Produtividade do Leite e Carne no Modelo Reduzido .....	21
Tabela 4 - Disponibilidade de Solos .....	25
Tabela 5 - Custos de Abertura de Solos Adequados para a Agricultura e Indicados para Pastagens ....	29
Tabela 6 - Distância Rodoviária em Quilômetros entre as Regiões de Consumo .....	32
Tabela 7 - Custo de Transporte Rodoviário por Tonelada - Carga Geral .....	33
Tabela 8 - Custo de Transporte Rodoviário por Tonelada - Produtos Frigorificados .....	34
Tabela 9 - Custo de Transporte Rodoviário das Regiões Produtoras para as Regiões de Consumo .....	35
Tabela 10 - Preço de Exportação (FOB) e Importação (CIF).	36
Tabela 11 - Disponibilidade Nacional de Tratores Agrícolas e de Fertilizantes em NPK para o Brasil, 1979-2000 .....	40
Tabela 12 - Dados de Renda e População por Região de Consumo .....	42
Tabela 13 - Consumo dos Produtos Agrícolas <u>Per Capita</u> por Região de Consumo - 1975 .....	44
Tabela 14 - Elasticidade-Renda dos Produtos nas Regiões de Consumo .....	45
Tabela 15 - Variáveis para o Cenário Básico .....	46
Tabela 16 - Demanda de Produtos Agropecuários e de Álcool (Cenário Básico) .....	50
Tabela 17 - Demanda Anual Total de Álcool .....	51
Tabela 18 - Simulação de Área Ocupada com Atividades Seleccionadas no Cenário Básico .....	53
Tabela 19 - Comparação da Área Ocupada com Atividades Seleccionadas Segundo a FIBGE e os Resultados do Modelo .....	56
Tabela 20 - Comparação do Preço-Sombra em Ribeirão Preto para Produtos Seleccionados nos Diferentes Cenários Considerados - 1991/92 .....	66
Tabela 21 - Comparação do Preço-Sombra em Ribeirão Preto para Produtos Seleccionados nos Diferentes Cenários Considerados - Média - 1987/88 - 1995/96 .....	67
Tabela 22 - Simulação da Balança Comercial de Produtos Agrícolas e Substituição dos Derivados no Cenário Básico .....	75

Tabela 23 - Simulação da Balança Comercial de Produtos Agrícolas e Substituição dos Derivados no Cenário Normativo .....	76
Tabela 24 - Simulação da Balança Comercial de Produtos Agrícolas e Substituição dos Derivados no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	77
Tabela 25 - Simulação da Balança Comercial de Produtos Agrícolas e Substituição dos Derivados no Cenário Auto-Suficiente .....	78
Tabela 26 - Simulação do Valor das Exportações de Produtos Agrícolas no Cenário Básico .....	80
Tabela 27 - Simulação do Valor das Exportações de Produtos Agrícolas no Cenário Normativo .....	81
Tabela 28 - Simulação do Valor das Exportações de Produtos Agrícolas no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	82
Tabela 29 - Simulação do Valor das Exportações de Produtos Agrícolas no Cenário Auto-suficiente ....	83
Tabela 30 - Simulação do Valor das Importações de Produtos Agropecuários nos Cenários Considerados .	85
D-1 - Tabela de Fretes para Carga Geral .....	148
D-2 - Tabela de Fretes para Produtos Frigorificados	149
D-3 - Demanda Nacional de Álcool por Destinação ...	150
D-4 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Básico .....	151
D-5 - Simulação da Área Ocupada com Atividades Selecionadas no Cenário Normativo .....	152
D-6 - Simulação da Área Ocupada com Atividades Selecionadas no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	153
D-7 - Simulação da Área Ocupada com Atividades Selecionadas no Cenário Auto-suficiente .....	154
D-8 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Normativo .....	155
D-9 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	156
D-10 - Simulação da Área Ocupada com Cana-de-Açúcar no Cenário Auto-Suficiente .....	157
D-11 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Básico .....	158
D-12 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Normativo .....	159
D-13 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Sem PROÁLCOOL .....	160
D-14 - Simulação do Preço-Sombra da Terra do Solo Tipo "A" no Cenário Auto-suficiente .....	161

## APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta resultados de um esforço de pesquisa do INPES/IPEA no desenvolvimento de um modelo de grande porte (chamado Modelo de Biomassa), e que contou, em suas diferentes etapas, com a participação de mais de 30 pesquisadores. Entre 1981 e 1983, os trabalhos desenvolveram-se no âmbito do Convênio IPEA/IPT/FEALQ, e presentemente continuam no âmbito do Convênio IPEA/CNPq (IMPA), com apoio do Banco Mundial.

Este texto é uma versão ampliada e atualizada do trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Energia, por FERREIRA e TOURINHO [1984], realizado no Rio de Janeiro entre 8 e 11 de outubro de 1984.

### AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem as valiosas críticas e sugestões de Michal Gartenkraut a uma versão anterior, o auxílio de Nuno Duarte da Costa Bittencourt e de Aristides Pereira Lima Greenno apoio computacional e no processamento dos diferentes cenários considerados, a colaboração de Lizie Leibkowitz em diversas fases do projeto e em especial na projeção das demandas, Leila Maria Castro de Oliveira na elaboração do programador agregador, e de Rainério Martinho da Cruz Godinho Pires na preparação dos gráficos e das tabelas. Ainda assim, a responsabilidade é exclusiva de seus autores e as opiniões aqui emitidas não refletem necessariamente as das instituições a que os autores estejam associados.

AGRICULTURA E PRODUÇÃO DE ENERGIA: UM MODELO  
DE PROGRAMAÇÃO LINEAR PARA AVALIAÇÃO  
ECONÔMICA DO PROÁLCOOL

Octávio Augusto Fontes Tourinho\*  
Léo da Rocha Ferreira\*  
Rudérico Ferraz Pimentel\*\*

1 - INTRODUÇÃO

O objetivo geral da pesquisa aqui relatada é a avaliação do Programa Nacional do Alcool (PROÁLCOOL) e de seus impactos econômicos. Deseja-se neste trabalho em particular examinar os deslocamentos espaciais e temporais de culturas provocados pelo Programa, o "custo social" do álcool e os seus impactos diretos na balança de pagamentos do País.

Entre os esforços mobilizados pelo governo federal em resposta aos choques do petróleo de 1973 e 1979, o PROÁLCOOL é certamente um dos mais bem-sucedidos. Partindo-se de uma infra-estrutura preexistente de produção açucareira e contando com o apoio da indústria automobilística, generalizou-se por todo o País a mistura de álcool na gasolina e sucessivamente introduziu-se com sucesso os veículos movidos exclusivamente a álcool hidratado.

No período de 1973 a 1983 a cana-de-açúcar elevou sua participação no consumo nacional de energia primária de 8,0 a 12,4%. A produção de álcool na safra 83/84 atingiu cerca de 7,86 bilhões de litros, sendo que em 1983 o álcool atendeu cerca de 17,2% da demanda de energia para o transporte rodoviário. Com os projetos atualmente contratados dever-se-á atingir a meta de 9 bilhões de litros na safra de 1984/1985.

---

\* Instituto de Pesquisas do IPEA e da Faculdade de Ciências Econômicas da UERJ.

\*\* Centrais Elétricas Brasileiras S.A. e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia da UFF.

Se a respeito do sucesso da implantação do programa não há dúvidas, várias questões têm sido levantadas envolvendo seus custos e impactos sociais. Trabalho recente elaborado por HOMEM DE MELO e PELIN [1984], estima para o custo social do álcool hidratado valores na faixa de US\$ 79 a 90 (maio de 1981) por barril-equivalente. A determinação destes números não é simples e seu cálculo tem sido baseado em inúmeras hipóteses simplificadoras. Sua análise, na verdade, requer um exame detalhado das relações entre a produção de cana-de-açúcar e as demais atividades agropecuárias.

A questão dos custos sociais do PROÁLCOOL é particularmente relevante à medida em que se necessita tomar decisões quanto às perspectivas futuras do álcool carburante. Atualmente, devido à recessão, tem-se um excedente de álcool no mercado, o que tem implicado estoques crescentes deste produto. Por alguns anos mais, a implantação dos projetos já aprovados garante o suprimento de álcool para suas utilizações atuais. Com a expansão da frota de veículos a álcool, entretanto, áreas crescentes de produção de cana deverão ser mobilizadas, a menos que se reformule o esquema atual de uso de álcool como combustível.

No planejamento do papel futuro do álcool deve-se, por outro lado, levar em conta que os níveis possíveis de sua utilização são condicionadas pelas possibilidades técnicas e por questões específicas de mercado. Quando o álcool (usado em sua forma pura) penetra um dado segmento do mercado de combustíveis, fornecido com condições favoráveis de preços, creditícias e tributárias, ele tende a expulsar o produto energético alternativo, fazendo com que sua utilização tenda a valores extremos, não podendo ser ajustada para valores intermediários. No momento está-se assistindo à expulsão gradual da gasolina como propulsor de veículos de passeio. A continuação deste processo tende a desequilibrar fortemente a estrutura de refino com grandes sobras de gasolina.

A definição do papel futuro de álcool na política energética brasileira deverá ser feita conjuntamente com a definição do papel dos derivados de petróleo, em particular da gasolina e do die-

sel. Se se desejar manter uma relação entre os consumos de gasolina e diesel compatível com as possibilidades de refino, sem se recorrer à importação ou exportação de derivados isolados, ter-se-á que pensar em modificações futuras da atual estrutura de atendimento à demanda de combustíveis líquidos. Neste caso, deverão ser examinadas possibilidades alternativas de expansão do álcool no mercado hoje atendido pelo diesel, ou, ao contrário, de redução da participação percentual do álcool, por exemplo eliminando-se o uso de álcool hidratado nos veículos a passeio e concentrando-o na frota mais reduzida de comerciais leves. A discussão mais completa destas questões foge ao escopo deste trabalho; uma análise de diferentes cenários de utilização futura de álcool como combustível pode ser vista em RODRIGUES e ARAÚJO [1984].

Seja alternando-se a estrutura atual do álcool, seja procurando-se mantê-la, será necessário decidir quanto aos níveis, e a localização, de sua produção futura. Para isto é fundamental que se procure determinar da maneira mais completa possível seu custo social. Assim, a pesquisa aqui descrita concentrou-se na avaliação dos custos gerados para o País pela substituição de derivados de petróleo pelo álcool, ou seja, dos custos diretos de produção e dos custos de oportunidade da terra. Chamaremos de "custo social" do álcool a soma destas duas parcelas. Os custos diretos de produção são compostos do custo de produção agrícola da cana-de-açúcar, do custo de implantação e operação das destilarias de álcool e do custo de transporte do álcool aos centros de consumo. Os custos de oportunidade são aqueles causados pela ocupação da terra com cana-de-açúcar, e conseqüente deslocamento de outras culturas, que pode gerar o aumento do custo de produção e transporte dos produtos destinados ao abastecimento interno, bem como a redução da competitividade internacional dos exportáveis. Na medida em que há limitações na expansão da área cultivada do País, podem também ocorrer (em conseqüência) a implantação do Programa, reduções no volume de exportações agrícolas, e incrementos no volume de importações, cujos reflexos afetarão os resultados da balança comercial.

A determinação destes custos requer, assim, que se utilize

para o problema um enfoque global e integrado e, ao mesmo tempo, suficientemente desagregado, que seja capaz de considerar o equilíbrio e as inter-relações de oferta e demanda dos diversos mercados e de lidar de maneira detalhada com as diferenças regionais na produção e consumo, não só de álcool, como dos demais produtos agropecuários.

Para atingir os objetivos da pesquisa, foi desenvolvido um modelo de programação linear dinâmico, com tempo medido como variável discreta.<sup>1</sup> A programação matemática foi escolhida porque permite trabalhar, simultaneamente, com grande número de variáveis e, principalmente, porque permite analisar como se processaria a distribuição espacial e temporal das atividades produtivas agrícolas, caso fosse possível planejá-las de modo a reduzir o custo global do sistema. Adicionalmente, a técnica de programação linear permite incorporar, através da introdução de restrições na formulação do modelo e através de limites no valor das variáveis, as limitações físicas, a reformulação do sistema de produção agrícola, restando, entretanto, alguma flexibilidade. Pode-se, assim, apreciar o efeito de programas como o PROÁLCOOL e avaliar o potencial exportador do setor agrícola, em um contexto de planejamento centralizado. O realismo da modelagem é assegurado pela riqueza de detalhes que pode ser considerada nos modelos de programação matemática. Finalmente, este tipo de modelo permite a derivação de funções de oferta de produtos, ou demanda por fatores, do setor, que são úteis para estudos de equilíbrio nos respectivos mercados.

A programação linear tem sido amplamente utilizada como instrumental de pesquisa e planejamento econômico na agricultura. Livros e artigos publicados nas últimas décadas mostram uma imensa diversidade de sua aplicação a problemas dos mais variados. Uma evidência da abundância de artigos relacionados com a agricultura e publicados de 1940 a 1976 pode ser encontrada na exaustiva resenha organizada por MARTIN [1977] sobre métodos quantitativos em economia agrícola.

---

<sup>1</sup>Para maiores detalhes sobre a formulação e especificação matemática do modelo, veja o Apêndice B.

No Brasil a utilização da programação linear no estudo de problemas relacionados à agricultura, tem aumentado consideravelmente no decorrer dos últimos anos. A constante sofisticação dos modelos de programação linear tem permitido maior diversidade de utilização. A título de ilustração seguem alguns exemplos da evolução cronológica da utilização do método, desde suas primeiras aplicações a problemas de administração rural até as aplicações mais recentes nos modelos de otimização na área da economia da energia.

PANAGIDES [1969], que aborda problemas de erradicação e da política de diversificação de culturas na zona cafeeira, emprega a programação linear em uma propriedade da região de Mogiana, Estado de São Paulo, como instrumento analítico de mudanças de políticas governamentais e também como ferramenta auxiliar da política econômica agrícola para se alcançar a diversificação da lavoura cafeeira. Mostra que o café naquelas condições de preço e produtividade, continuava sendo a cultura mais favorável e concluiu que os esforços para a diversificação só teriam êxito quando ocorressem ajustes que permitissem um substancial incremento na lucratividade das possíveis culturas substitutas.

A técnica de programação linear foi também utilizada em estudos feitos sobre a Zona da Mata de Minas Gerais. Região dependente da agricultura a despeito de não apresentar condições naturais relativamente favoráveis ao desenvolvimento agrícola, a Zona da Mata ressentiu-se do esvaziamento econômico causado pela decadência e abandono de seus cafezais. A erradicação de cafezais não se fez acompanhar de uma atividade agrícola que viesse a substituir a cafeicultura em relação ao emprego e à renda, o que contribuiu para agravar a crise econômica e social da região. Três estudos: PANAGIDES e FERREIRA [1973]; CESAL e BANDEIRA [1973]; e WHITE e ROCHA [1973], todos utilizando programação linear, partindo de doze situações de uma amostra intencional, escolhida para representar estabelecimentos da Zona da Mata, determinaram combinações de atividades que maximizassem os retornos de recursos em cada estabelecimento típico. O primeiro estudo ao analisar o problema da absorção da mão-de-obra, concluiu que incentivando-se a introdução de novas ativi-

dades alternativas de produção, haveria um aumento de renda e da absorção de mão-de-obra e que uma flexibilidade estacional do nível de salário mínimo aumentaria o emprego e a produção. O segundo, ao abordar o uso da terra sob diversas alternativas, conclui que a redistribuição da terra não pode ser separada de outras mudanças paralelas e que os critérios de reforma agrária devem levar em conta, além do tamanho do estabelecimento, também a qualidade das terras. Finalmente, o terceiro estudo ao analisar o crédito rural, considerando diferentes condições de empréstimos e taxas de juros, conclui que uma política creditícia, por si só, não acarretaria mudanças importantes na Região. Julga também que a atual política de crédito pode estar reduzindo a disponibilidade de crédito agrícola, particularmente para os pequenos agricultores e concorrendo, na realidade, para diminuir o seu uso ao invés de aumentá-lo.

PATRICK [1974] estudou os efeitos de programas alternativos do governo sobre a agricultura em diferentes municípios do Nordeste, utilizando modelos de programação linear a partir de uma amostra estratificada aleatória de propriedades rurais, com base no Cadastro do INCRA. Concluiu que os efeitos dos programas variam segundo a área geográfica e o tamanho do estabelecimento.

FERREIRA [1979] e [1980] utilizou modelos de programação linear e quadrática para estimar o risco (variância de renda) para diferentes níveis de renda em diferentes tipos de propriedades rurais. Concluiu que as atividades envolvendo o algodão mostram menor risco do que outras atividades agrícolas. A aversão ao risco diminuía à medida que aumentava o tamanho do estabelecimento e que são muito limitadas as oportunidades de elevar as rendas e reduzir os riscos mediante realocação dos recursos existentes.

Um grande número de estudos recentes na área da economia da energia vem utilizando modelos de programação matemática. PAES DE BARROS e RAMOS [1982], em um modelo de crescimento para a indústria do xisto; MODIANO e TOURINHO [1982], em um estudo sobre a economia do carvão mineral; TOURINHO [1982], em um modelo de planejamento de oferta de energia elétrica; BARROS e OUTROS

[1983], na avaliação do custo da matéria-prima para a produção de álcool; MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA [1983c] e [1983d], em um modelo chamado MARKAL, formulado com a finalidade de analisar a evolução a longo prazo do sistema energético e avaliar o papel das novas tecnologias de oferta e demanda de energia; MODIANO [1983], em um modelo de pequeno porte para a análise das inter-relações entre o setor energético e o resto da economia brasileira; e RAMOS [1985] em um estudo de oferta e demanda de derivados de petróleo e balanço de divisas.

Os resultados aqui descritos se referem ao estudo de quatro diferentes cenários de evolução de produção e uso de álcool carburante no País. O primeiro deles, chamado de Cenário Básico, considera uma projeção de demanda de álcool compatível com a evolução recente do PROÁLCOOL; neste cenário são fixados valores mínimos de produção de cana-de-açúcar, nas regiões para as quais se dispõe hoje de destilarias implantadas ou com sua implantação já aprovada.

Num segundo cenário, mantêm-se os valores da demanda de álcool considerados no caso básico, mas a alocação da produção é feita livremente pelo modelo, sem que sejam impostos os limites utilizados no caso anterior. É o chamado Cenário Normativo.

Os outros dois cenários aqui chamados "Sem PROÁLCOOL" e "Auto-suficiente", consideram hipóteses mais extremas para a evolução da demanda de álcool. No Cenário Sem PROÁLCOOL, supõe-se que o PROÁLCOOL não foi implantado como tal, mantendo-se uma demanda de álcool carburante apenas para mistura na gasolina. No Cenário Auto-suficiente supõe-se uma taxa mais acelerada de crescimento da demanda de álcool, definida para 1993 por estudos recentes sobre auto-suficiência energética do MINISTÉRIO DAS MINAS E ENERGIA [1984] em 19,3 bilhões de litros, correspondente a uma penetração de álcool em outros usos automotivos, tais como o transporte de carga.

O texto que se segue está organizado assim: a metodologia empregada na modelagem, assim como os principais dados utilizados no estudo, é apresentada no Capítulo 2. São aí discutidas as caracte

terísticas gerais do modelo, a divisão do País em regiões, as atividades produtivas consideradas, os diversos custos envolvidos e as demandas de alimentos e álcool consideradas. No caso da demanda de álcool são explicitados os valores adotados nos diferentes cenários.

Os principais resultados obtidos nos exercícios de simulação correspondentes aos diversos cenários são apresentados no Capítulo III, onde se discute o deslocamento temporal e espacial de culturas, o custo social do álcool e os efeitos das diferentes hipóteses consideradas sobre o balanço de pagamentos.

O Capítulo IV contém as conclusões do trabalho, bem como um conjunto de recomendações a respeito da continuidade da pesquisa.

Finalmente, o Apêndice A, apresenta o diagrama de blocos e uma descrição sumária do sistema do Modelo de Biomassa; o Apêndice B, detalha a formulação e especificação matemática do Modelo; o Apêndice C, contém os resultados do programa agregador; o Apêndice D, mostra estatísticas suplementares relacionados à sistematização dos dados utilizados e aos resultados obtidos; e o Apêndice E apresenta a evolução gráfica do preço-sombra de produtos selecionados.

## 2 - METODOLOGIA

### Características gerais do modelo

O modelo desenvolvido para o estudo dos impactos do PROÁLCOOL sobre o setor agrícola e demais setores da economia representa este setor através de um conjunto selecionado de atividades e produtos. O País é dividido em um conjunto de regiões de consumo, para as quais as demandas de produto agropecuário são fornecidas exogenamente. A cada região de consumo são associados uma ou mais regiões de produção localizadas em sua área de influência, sendo que os custos e coeficientes tecnológicos de cada atividade considerada são particularizados para cada região produtora. A evolução do sistema no tempo é condicionada pelas disponibilidades de

terra, sendo que as taxas de expansão e contração das atividades agrícolas são limitadas exogenamente.

O modelo determina, assim, os níveis de utilização de terra pelas diferentes atividades nas diferentes regiões de produção de modo a atender a demanda dada e maximizar a diferença entre as receitas e os custos globais do sistema em um horizonte de longo prazo. São consideradas também possibilidades de importação, de exportação e de transporte de produtos entre as regiões de consumo. Os preços dos produtos de importação e exportação foram as médias, entre a modalidade de transporte a considerada foi a rodoviária.

Os principais componentes do custo agrícola são mão-de-obra, máquinas, fertilizantes, defensivos, depreciações e juros, não incluindo portanto o aluguel da terra, pois este é um recurso restritivo cujo valor é determinado endogenamente ao modelo. O investimento na formação de lavouras para a produção agrícola de todos os produtos, inclusive a cana-de-açúcar, foi anualizado e incluído no respectivo custo de produção. A cana-de-açúcar foi o único produto onde a fase de industrialização foi considerada no modelo, com a inclusão na função objetivo de um custo por tonelada processada, que incorpore a remuneração do capital investido nas instalações.

O maximando do modelo é uma soma algébrica de receitas menos custos, o que permite interpretá-lo como o "lucro" máximo que pode ser obtido pelo setor agrícola, sujeito à condição de que a demanda interna seja atendida. Quando se fixam exogenamente as quantidades importadas e exportadas, esta formulação é equivalente à minimização de custos de produção. Como especificado, as decisões de comércio exterior de produtos agrícolas do modelo são endógenas e tomadas de modo a maximizar o saldo comercial, levando em conta simultaneamente o custo de produção de alimentos, exportáveis e energéticos.

O horizonte considerado no modelo é de onze biênios a partir de 1979-80, e como o problema foi formulado em um contexto intertemporal, foi necessário aplicar um fator de desconto aos valores

futuros. O uso de biênios deve-se à necessidade de reduzir o tamanho do modelo a nível operacional e a escolha de 1978 como ano base em razão de ser considerado um ano agrícola normal. Os valores no estudo são expressos em moeda constante (Cr\$ de 1978) e a taxa de desconto adotada foi de 10% ao ano, em termos reais. Esta taxa pode ser considerada alta por alguns observadores,<sup>2</sup> mas se aproxima das que o País tem pago por seus empréstimos externos recentemente e tem sido muito utilizada em estudos de planejamento energético no Brasil.

Mais especificamente, a função objetivo maximizada pelo modelo é o valor presente do fluxo das receitas de exportação dos produtos agrícolas menos os custos de alimentos eventualmente importados, custos de transporte de produtos agrícolas e álcool entre regiões, custos das culturas anuais e perenes, custos da cana-de-açúcar processada para a produção de álcool e açúcar e custo de aberturas de novas áreas.

A maximização está sujeita a dois grupos principais de restrições: as de demanda, e as de flexibilidade. As restrições de demanda são as que obrigam o modelo a satisfazer a demanda pelos produtos de abastecimento interno e álcool nos centros de consumo, com a produção das regiões de produção associadas ao centro, ou com produtos transportados de outros centros. As restrições de flexibilidade têm por objetivo limitar a expansão e contração relativas da área cultivada com determinada cultura entre dois períodos consecutivos.

### Regionalização

O País foi dividido em 15 regiões de consumo, associadas aos principais centros regionais, que concentram a demanda da população localizada na sua área de influência. Estas regiões, que podem ou não ser portos exportadores ou importadores, têm associa-

---

<sup>2</sup>Para uma excelente discussão da questão de como estimar a taxa de desconto que deve ser empregada em modelos de energia, ver STOCKS [1984].

das a elas uma ou mais regiões de produção, dentro das quais a tecnologia agrícola é considerada homogênea.

No modelo básico foram definidas 49 regiões de produção, mas para contornar problemas computacionais foram construídas duas versões mais agregadas: uma mantendo as 15 regiões de consumo mas reduzindo para 29 as regiões de produção (modelo reduzido) e outra com apenas 6 regiões de consumo e 17 regiões de produção (modelo protótipo). De um modo geral as regiões do modelo respeitaram as divisões do País em mesorregiões homogêneas e unidades da federação IBGE [1970c]. A Tabela 1 e o Mapa 1 mostram respectivamente a lista e a localização das regiões do modelo reduzido, ao qual os resultados a seguir se referem.

Tanto no modelo básico como no reduzido o nível de desagregação regional foi maior no Sul e Sudeste por duas razões principais: é nelas que se concentra atualmente a produção agrícola nacional e porque só nestas áreas a disponibilidade e precisão dos dados permitiram o maior refinamento. Outro critério que também norteou a divisão mais rigorosa de algumas regiões foi a necessidade de maior detalhamento nas áreas onde a cana-de-açúcar tinha probabilidade de competição mais intensa com outras culturas. A divisão adotada não é, entretanto, definitiva e poderá facilmente ser alterada em versões futuras do modelo.

### Atividades

Nas regiões de produção se desenvolvem várias dentre as 21 atividades produtivas consideradas no modelo (Tabela 2), com parâmetros personalizados para cada região. Estas atividades produzem um total de 18 produtos, cuja demanda é exogenamente especificada.

Algumas atividades implicam a produção de mais de um produto diferente assim como, complementarmente, alguns produtos são produzidos por atividades distintas. As atividades soja/trigo e feijão/arroz correspondem à ocupação da mesma área por culturas distintas em diferentes períodos do ano. Já a atividade feijão/milho representa, em geral, ocupação simultânea da mesma área.

TABELA 1

## REGIÕES DE CONSUMO E DE PRODUÇÃO CONSIDERADAS NO MODELO REDUZIDO

REGIÃO DE CONSUMO	REGIÃO DE PRODUÇÃO	COMPOSIÇÃO SEGUNDO O FIBGE (Mesorregião)
01 - São Luís	01 - Maranhão-Piauí	Oeste Maranhense São Luís Leste Maranhense Sul Maranhense Norte Piauiense Teresina Sul Piauiense
02 - Fortaleza	02 - Ceará	Noroeste Cearense Fortaleza Centro-Leste Cearense Sul Cearense
03 - Recife	03 - Sertão	Oeste Potiguar Central Potiguar Sertão Paraibano Sertão Pernambucano
	04 - Mata e Agreste	Natal João Pessoa Agreste e Brejo Paraibano Agreste Pernambucano Mata Pernambucana Recife
04 - Salvador(a)	05 - Salvador	Mata Alagoana Sertão e Agreste Alagoano Maceió Sergipana Aracaju Leste Baiano Salvador
	06 - Oeste Baiano	Oeste Baiano
05 - Belo Horizonte	07 - Belo Horizonte	Centro-Leste Mineiro(b) Belo Horizonte Centro-Oeste Mineiro
	08 - Nordeste Mineiro	Nordeste Mineiro
06 - Rio de Janeiro-Vitória	09 - Espírito Santense	Mata e Rio Doce Mineiro Espírito Santense Vitória Norte Fluminense

REGIÃO DE CONSUMO	REGIÃO DE PRODUÇÃO	COMPOSIÇÃO SEGUNDO O FIBGE (Mesorregião)
	10 - Grande Rio	Centro-Leste Fluminense(b) Grande Rio de Janeiro Periferia do Grande Rio Vale do Paraíba Fluminense(c)
07 - São Paulo	11 - Grande São Paulo	Vale do Paraíba Paulista Sul Paulista Grande São Paulo Serra e Litoral Norte Paulista Baixada Santista
08 - Ribeirão Preto	12 - Mantiqueira Paulista	Mantiqueira Paulista Sudoeste Mineiro
	13 - Triângulo Mineiro	Triângulo Mineiro Alta e Média Araraquarense
	14 - Campinas e Ribeirão Preto	Campinas e Ribeirão Preto
09 - Londrina	15 - Sudoeste Paulista	Sudoeste Paulista
	16 - Oeste Paranaense	Oeste Paranaense
	17 - Norte Paranaense	Norte Paranaense
10 - Curitiba	18 - Leste Paranaense	Leste Paranaense Curitiba
	19 - Santa Catarina	Sul Catarinense Florianópolis Oeste Catarinense Leste Catarinense
11 - Porto Alegre	20 - Planalto Meridional do R.G. do Sul	Encosta do Planalto Meridional Caxias do Sul Planalto Meridional do R.G. do Sul
	21 - Leste-Oeste Gaúcho	Leste Riograndense Porto Alegre Oeste Gaúcho
12 - Brasília	22 - Brasília	Noroeste Mineiro Alto Araguaia-Tocantins Distrito Federal
	23 - Norte Goiano	Norte Goiano

REGIÃO DE CONSUMO	REGIÃO DE PRODUÇÃO	COMPOSIÇÃO SEGUNDO O FIBGE (Mesorregião)
	24 - Sul Goiano	Sul Goiano Goiânia
13 - Cuiabá	25 - Cuiabá	Cuiabá Sudeste de Mato Grosso Norte de Mato Grosso Rondônia
14 - Campo Grande	26 - Planalto Sul Matogrossense I	Microrregiões: Alto Taquari Paranaíba Três Lagoas
	27 - Planalto Sul Matogrossense II	Campo Grande Microrregiões: Campos de Vacaria e Mata de Dourados
	28 - Pantanal Mato- grossense	Pantanal Matogrossense
15 - Manaus-Belém (d)	29 - Pará	Hiléia Paraense Leste Paraense Belém

- (a) Esta região de consumo inclui também a mesorregião "Litoral Sul Baiano" que não foi incluída como região de produção.
- (b) Exclui a microrregião de Juiz de Fora.
- (c) Exclui a microrregião de Juiz de Fora, pertencente à mesorregião de Centro-Leste Mineira.
- (d) Esta região de consumo inclui o Amazonas, o Acre, os territórios do Amapá, Roraima, que foram excluídos como região de produção.

MAPA 1

BRASIL

REGIÕES DE CONSUMO E DE PRODUÇÃO AGRÍCOLA NO MODELO REDUZIDO



Legenda

- Limite da Região de Produção
- Limite da Região de Consumo

O critério adotado para decidir a inclusão de atividades no sistema de produção de cada uma das regiões foi escolher em ordem crescente de área ocupada aquelas que, somadas, fossem responsáveis por mais de 80% da área cultivada na região no ano-base de 1979. Este critério tem algumas deficiências pois levou em alguns casos à exclusão de algumas atividades importantes a nível microrregional.

A atividade cacaueteira na região sul da Bahia foi também excluída do modelo, assim como a respectiva região já que esta foi considerada como um sistema fechado dedicado à produção de cacau.

A tecnologia de produção predominante de cada cultura em cada região foi caracterizada através da especificação de produtividades, e coeficientes de utilização de insumos, por unidade de área em cada região de produção. As produtividades médias e áreas ocupadas inicialmente com cada atividade foram levantadas a partir de dados do censo agropecuário IBGE [1975], enquanto que os coeficientes técnicos foram levantados de fontes diversas procurando-se padronizá-los de modo a assegurar a comparabilidade das atividades entre as regiões. A Tabela 2 mostra a produtividade média nacional, e a sua faixa de variação entre as regiões do modelo, para as várias culturas consideradas.

Os principais insumos considerados foram horas de máquina (tratores, colheitadeiras, etc.), mão-de-obra especializada e comum, fertilizantes, calcário, defensivos herbicidas e sementes, cujos custos foram levantados para cada região de produção a partir de dados do INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA [1979]. Multiplicando-se os custos unitários destes insumos pelos coeficientes técnicos descritos acima, e somando, obtiveram-se custos comparáveis para todas as atividades dentro de cada região de produção. O Apêndice C mostra os custos, áreas iniciais e produtividades nas várias regiões do modelo.

Os principais componentes do custo agrícola são, portanto, mão-de-obra, máquinas, fertilizantes, defensivos, depreciações e juros. Eles não incluem o aluguel da terra, pois este é um recur

TABELA 2

## ATIVIDADES, PRODUTOS E PRODUTIVIDADES NO MODELO REDUZIDO

ATIVIDADE E CÓDIGO	ÁREA INICIAL (1 000 ha)	PRODUTO 1				PRODUTO 2			
		Nome e Código	Produtividade (t/ha)			Nome e Código	Produtividade (t/ha)		
			Máxima	Média	Mínima		Máxima	Média	Mínima
01) Pastagem B	122.252	01) Carne	46	29	12	02) Leite*	366	184	2
02) Milho	5.920	04) Milho	4.920	3.235	1.549				
03) Arroz	4.782	05) Arroz	8.000	4.820	1.640				
04) Feijão-Milho	6.759	03) Feijão	1.440	1.020	600	04) Milho	3.720	2.320	920
05) Soja	4.990	06) Soja	4.200	3.300	2.400				
06) Mandioca	1.651	07) Mandioca	30.000	19.500	9.000				
07) Algodão Herbáceo	663	08) Algodão	3.570	2.075	580				
08) Fumo	207	09) Fumo	2.780	2.272	1.764				
09) Soja/Trigo	2.608	06) Soja	4.200	3.100	2.000	10) Trigo	2.280	2.040	1.800
10) Feijão/Arroz	109	03) Feijão	1.680	1.320	960	05) Arroz	3.000	2.700	2.400
11) Feijão/Feijão	216	03) Feijão	2.280	2.280	2.280				
12) Amendoim	67	11) Amendoim	6.214	6.214	6.214				
13) Mamona	211	12) Mamona	1.720	1.720	1.720				
14) Pastagem A	46.811	01) Carne	142	86	30	02) Leite*	1.284	647	10
15) Cana sem Irrigação	2.552	13) Alcool*	96.000	73.000	50.000	14) Açúcar	143.571	111.786	80.000
16) Cana com Irrigação	-	13) Alcool*	100.000	100.000	100.000	14) Açúcar	150.000	150.000	150.000
17) Café**	2.613	16) Café	353	277	200	15) Café	4.091	2.486	880
18) Laranja**	513	16) Laranja	0	0	0	16) Laranja	32.640	27.820	23.000
19) Algodão Arbóreo**	3.600	08) Algodão	460	430	400	08) Algodão	400	330	260

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

\* Em litros.

\*\* Cultura Perene.

so restritivo cujo valor é determinado endogenamente ao modelo.

O investimento na formação de lavouras é considerado explicitamente apenas para as culturas perenes (café, laranja, cana-de-açúcar) pois para estas foi dado tratamento diferenciado no modelo para as fases adulta e em crescimento. A especificação de custos, produtividades e coeficientes técnicos distintos para as duas fases permite que se inclua o custo do plantio na fase de crescimento. Nas culturas anuais o plantio é incluído no custo da atividade.

Os investimentos necessários em máquinas, treinamento e infra-estrutura quando se passa de um cultivo para outro - de pecuária para cana, por exemplo - não são explicitados na função objetivo, mas sua existência é levada em conta indiretamente nas restrições, como discutiremos adiante. Essa alternativa foi escolhida porque haveria dificuldades computacionais substanciais para associar custos fixos a todas as transições de culturas possíveis e porque seria muito difícil levantar os dados necessários.

Deve-se ainda destacar quanto à descrição das atividades, que na versão atual do modelo a tecnologia foi considerada constante até o final do horizonte, para todas as culturas e regiões, o que excluiu de consideração os efeitos do progresso técnico sobre os coeficientes. Além disto, esta hipótese, quando conjugada à adoção de uma única tecnologia por atividade e região, não permitiu que se levasse diretamente em conta as mudanças na combinação ótima de insumos que ocorreria se, por exemplo, se alterassem os seus preços relativos.

Estas limitações na modelagem da tecnologia agrícola são particularmente críticas no caso da pecuária, onde se observa grande variabilidade de produtividade de carne e leite entre as regiões do País, quando esta é calculada com base nos dados do Censo (Tabela 3). Parte desta variância talvez possa estar ligada à deficiência de dados confiáveis sobre a atividade pecuária no Brasil, especialmente no que se refere à produção regional, área efeti-

TABELA 3

## PRODUTIVIDADE DO LEITE E CARNE NO MODELO REDUZIDO

REGIÃO DE PRODUÇÃO	LEITE (1000 litros/ha)		CARNE (1000 t/ha)	
	PASTAGEM A	PASTAGEM B	PASTAGEM A	PASTAGEM B
1. Maranhão - Piauí	0,040	0,012	0,050	0,014
2. Ceará	0,312	0,090	0,092	0,026
3. Sertão	0,238	0,068	0,046	0,014
4. Mata e Agreste	0,458	0,130	0,076	0,022
5. Salvador	0,130	0,038	0,072	0,020
6. Oeste Baiano	0,124	0,036	0,074	0,020
7. Belo Horizonte	0,340	0,098	0,082	0,024
8. NE. Mineiro	0,114	0,032	0,090	0,026
9. E. Santense	0,772	0,248	0,112	0,040
10. Grande Rio de Janeiro	1,284	0,366	0,082	0,024
11. Grande São Paulo	1,072	0,306	0,104	0,000
12. Mant. Paulista	1,056	0,302	0,112	0,032
13. Triângulo Mineiro	0,546	0,156	0,096	0,028
14. Camp. e R. Preto	0,232	0,066	0,088	0,024
15. Sudoeste Paulista	0,180	0,052	0,088	0,026
16. O. Paranaense	0,184	0,052	0,106	0,030
17. N. Paranaense	0,156	0,044	0,068	0,020
18. E. Paranaense	0,362	0,104	0,068	0,020
19. S. Catarina	0,532	0,152	0,088	0,024
20. Pl. Merid. R.G.S.	0,836	0,238	0,138	0,040
21. E.O. Gaúcho	0,324	0,026	0,142	0,046
22. Brasília	0,046	0,014	0,046	0,014
23. N. Goiano	0,078	0,022	0,050	0,014
24. S. Goiano	0,142	0,040	0,064	0,018
25. Cuiabá	0,008	0,002	0,030	0,008
26. Pl. Sul Matrogros. I	0,024	0,006	0,046	0,014
27. Pl. Sul Matrogros. II	0,010	0,002	0,066	0,018
28. Pantanal Matogrossense	0,010	0,002	0,066	0,018
29. Pará	0,024	0,006	0,042	0,012

FONTE: IPEA/IPT/FEALQ.

vamente ocupada com a atividade, tipo de exploração (tecnologia) e tamanho e tipo do rebanho (leite, corte, misto). Por outro lado, estes dados refletem em parte o contraste de sistemas de produção e estrutura fundiária que efetivamente existe no País, com regiões onde predomina o sistema extensivo e outras onde a pecuária é intensiva.

Na versão atual do modelo considera-se apenas dois tipos de atividade pecuária: aquela exercida em solo de cultura e a de solos exclusivos de pecuária, tendo as produtividades sido obtidas dividindo a produção de carne e leite pela área reportada como de pastagem nos censos do IBGE. A dificuldade de definir a área efetivamente ocupada, e de medição da produção, podem ter viesado para baixo os coeficientes obtidos. Além disto, a ausência de tratamento separado para os rebanhos de corte e leite distorceu a produtividade da produção de leite nas regiões predominantemente de corte e vice-versa. A fixação do coeficiente de produtividade por todo o horizonte, principalmente nas regiões da fronteira agrícola, pode ser uma hipótese particularmente forte no caso da pecuária pois aparentemente nada impede que ela vá se tornando menos extensiva à medida que as regiões se desenvolvam e o valor da terra aumente.

Finalmente, cabe destacar que foi necessário adotar a hipótese de completa integração vertical das atividades de cria, recria e engorda na bovinocultura, para que fosse possível estimar a produção de carne. Isto corresponde a um tratamento estático, em termos de hectares explorados, de um fenômeno essencialmente dinâmico de evolução do rebanho.

A cana-de-açúcar foi o único produto para o qual a fase de industrialização foi considerada no modelo, com a inclusão na função objetivo de um custo de Cr\$ 185 de 1978, por tonelada de cana-de-açúcar processada, o que incorpora a remuneração do capital investido nas instalações industriais.<sup>3</sup>

---

<sup>3</sup>O rendimento considerado no processo de transformação da cana-de-açúcar em açúcar demerara foi de 94 kg/t e a produção de 11 litros de álcool (residual) resultado do reaproveitamento do melaço. O rendimento industrial da produção de álcool hidratado foi de 65 litros/t de cana-de-açúcar.

O modelo ao incluir a industrialização do álcool e do açúcar e ao excluir o beneficiamento de outros produtos agrícolas, tais como café, soja, etc, pode cometer erros de avaliação econômica. Por exemplo, um produto agrícola que possa ser beneficiado a custos baixos e alcançar com este valor adicionado preços elevados no mercado externo, não tem essa possibilidade examinada pelo modelo. Deste modo, o valor adicionado por processos industriais de beneficiamento, tendo em vista possibilidades de exportação devem ser considerados e eventualmente incorporados ao modelo.

A determinação deste valor baseou-se em HOMEM DE MELO e PELIN [1984], que analisando duas destilarias situadas no Estado de São Paulo e uma no Estado de Alagoas, encontraram para o custo industrial do álcool, sem subsídios, valores variando na faixa de 14,45 a 15,42 cruzeiros de maio de 1981 por litro de álcool produzido.

#### Disponibilidade de terra

Um estudo detalhado do potencial de utilização de terra no Brasil, levou o IPT a classificar a aptidão agrícola dos solos segundo quatro categorias: Categoria A, terras mais indicadas para lavoura a nível de manejo desenvolvido; Categoria B, terras para pastagem a nível de manejo médio ou primitivo; Categoria C, terras para silvicultura a nível de manejo médio e Categoria D, terras impróprias para agricultura e reservadas ao abrigo da flora e fauna silvestre. Para o modelo, tomou-se em conta apenas as áreas disponíveis com solos da Categoria A, capazes de serem utilizados para culturas e pastagens plantadas e Categoria B, para pastagem nativa. A consideração de apenas dois níveis de aptidão agrícola é restritiva, mas não tanto quanto possa parecer à primeira vista, porque os coeficientes técnicos adotados para as atividades são os médios de cada região. A verdadeira limitação da classificação adotada é o seu caráter estático, que propaga para o futuro as escolhas tecnológicas do presente. Pelo menos em princípio, as terras de menor aptidão poderiam ser incorporadas à produção de culturas, com menor produtividade e maior custo, como também pas-

tagens nativas podem ser transformadas em plantadas, com a modificação do nível de manejo. A incorporação de mecanismos dinâmicos ao modelo, para capturar estes efeitos é, entretanto, bastante difícil no estágio atual devido ao porte avantajado do modelo.

Foram ainda realizados alguns ajustes de modo a atender as necessidades da modelagem, com a redução em 5% da área dos solos das Categorias A e B, admitindo que esta proporção corresponderia aos espaços ocupados por cidades, estradas, rios e lagos.

As disponibilidades de área de cada tipo em cada região assim como as áreas iniciais ocupadas, segundo o Censo Agropecuário de 1980, podem ser vistas na Tabela 4.

#### Expansão da área cultivada e flexibilidade

A expansão da área cultivada total do País é limitada pelo modelo a uma taxa máxima anual que, nos casos estudados, foi fixada em 3,6%. Esta taxa de crescimento substitui restrições não incorporadas ao modelo, tais como, disponibilidade de capital e mão-de-obra a nível nacional. O valor fixado corresponde à taxa média efetivamente observado nas últimas décadas. Quanto à expansão da área cultivada em cada região produtora, o modelo considera limites globais nas regiões novas e limites individualizados por cultura nas regiões tradicionais.

As chamadas restrições de flexibilidade, que condicionam a expansão e contração da área cultivada entre dois períodos consecutivos, são equações do tipo

$$x^t \leq (1 + \alpha) x^{t-1} \quad \text{e} \quad x^t \geq (1 - \beta) x^{t-1}$$

onde os parâmetros  $\alpha$  e  $\beta$  são conhecidos como coeficientes de flexibilidade, sendo  $x^t$  a área plantada no período  $t$  (veja restrições 11 e 12 no Apêndice B).

No caso das regiões de colonização recente, onde a fronteira agrícola está se expandindo, estas restrições são aplicadas sobre

TABELA 4

## DISPONIBILIDADE DE SOLOS

(em 1000 hectares)

REGIÃO DE CONSUMO E PRODUÇÃO		SOLO TIPO "A"		SOLO TIPO "B"	
		Área Inicial	Disponibilidade Máxima	Área Inicial	Disponibilidade Máxima
01-São Luís	01-Maranhão-Piauí	4.512	23.902	6.211	23.152
02-Fortaleza	02-Ceará	2.932	4.156	3.277	7.168
03-Recife	03-Sertão	2.872	3.274	4.581	8.174
	04-Mata e Agreste	1.705	2.294	1.217	1.614
04-Salvador	05-Salvador	4.580	10.296	5.111	6.361
	06-Oeste Baiano	1.786	20.736	3.381	5.798
05-Belo Horizonte	07-Belo Horizonte	863	2.002	5.352	5.352
	08-Nordeste Mineiro	1.757	4.797	5.516	5.516
06-Rio de Janeiro	09-Espírito Santense	1.608	1.798	7.537	9.622
	10-Grande Rio	211	707	1.700	1.700
07-São Paulo	11-Grande São Paulo	179	1.424	946	1.335
08-Ribeirão Preto	12-Mantiqueira Paulista	2.273	3.397	6.797	6.797
	13-Triângulo Mineiro	4.236	3.666	962	962
	14-Campinas e Rib. Preto	2.449	5.251	2.533	2.533
09-Londrina	15-Sudoeste Paulista	5.729	6.895	440	453
	16-Oeste Paranaense	3.265	5.078	89	89
	17-Norte Paranaense	4.464	6.557	1.562	1.563
10-Curitiba	18-Leste Paranaense	1.167	2.992	890	2.497
	19-Santa Catarina	2.086	3.644	1.925	4.457
11-Porto Alegre	20-Plan. Mer.do RS	4.185	5.249	2.932	3.906
	21-Leste Oeste Gaúcho	2.445	4.487	9.770	9.770
12-Brasília	22-Brasília	6.920	12.363	10.966	10.966
	23-Norte Goiano	2.348	12.845	8.494	12.528
	24-Sul Goiano	4.575	6.832	7.270	7.270
13-Cuiabá	25-Cuiabá	5.234	51.836	8.965	52.081
14-Campo Grande	26-Planalto Sul Matogrossense	1.762	4.374	4.536	5.370
	27-Plan. Sul Matogrossense	3.473	8.385	1.075	2.527
	28-Pantanal Matogrossense	1.754	6.095	6.551	6.551
15-Belém	29-Pará	2.474	81.828	1.664	19.608

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

INPES, XXX/85

a área total ocupada com culturas, e mesmo assim só depois de atingido, em expansão livre, um limite preestabelecido. Nos cenários estudados considerou-se um limite de expansão máxima de 7% ao ano para estas regiões novas.

Nas regiões tradicionais esses limites são introduzidos para a expansão e para a contração de cada cultura existente na região. Seu objetivo primordial, nesse caso, é evitar que o modelo especifique excessivamente as regiões produtoras. Esta especialização não ocorre no sistema agrícola por força das variações de aptidão endofo-climática dentro das propriedades e entre as propriedades de uma mesma dada região de produção. Além disso há uma inércia natural à mudança de sistema de produção regional, seja por fatores culturais ou tecnológicos, ou por limitações na disponibilidade de capital, máquinas, equipamentos e mão-de-obra especializada. Outra motivação para a resistência à especialização seria a necessidade de diversificação de culturas por causa do risco de preços ou por fatores climáticos. Estes coeficientes de flexibilidade resumiriam, portanto, a resultante dos efeitos listados acima e podem ser derivados empiricamente com base no comportamento passado das áreas cultivadas com as várias culturas. Admite-se, assim, que os fatores que tenham operado na experiência histórica no sentido de evitar expansão e contrações excessivamente rápidas da área ocupada com determinada cultura continuem presentes no futuro.

A determinação dos coeficientes de flexibilidade para as diversas culturas, nas regiões tradicionais, foi assim realizada a partir da observação das variações máximas percentuais ocorridas no passado para cada cultura em cada região. Devido, porém, ao fato de a série temporal disponível, no nível de desagregação necessário, ser pequena, trabalhou-se não com as variações máximas, mas com a tangente do ângulo representativo das variações da área plantada de cada cultura. O uso da tangente é uma forma mais conservadora de estimar os coeficientes de flexibilidade que as variações percentuais extremas.

O uso destas restrições para evitar a especialização exces-

siva das regiões tradicionais na verdade não é totalmente satisfatória e constitui uma das limitações do modelo. As componentes inerciais do fenômeno são bem representadas. À medida, porém, que o modelo trabalha com os valores médios de custos e rendimentos para cada região produtora, as heterogeneidades existentes nas regiões não são captadas, fazendo com que o modelo tenda a optar por soluções especializadas embora mais lentamente. As restrições de flexibilidade, evidentemente, não traduzem as diversidades existentes e apenas reduzem o impacto das simplificações, efetuadas na modelagem, sobre as soluções do problema.

#### Custo de abertura

O Brasil é um dos poucos países do mundo que, devido entre outras coisas à sua vasta extensão territorial, apresenta imensas áreas agricultáveis fora do processo produtivo. Historicamente, o aumento da produção agropecuária em nosso País decorre fundamentalmente do processo de incorporação de novas áreas à produção.

No modelo a disponibilidade de áreas para serem abertas é computada a cada período, e para cada região de produção, como a diferença entre a área total disponível e a área já ocupada.

Os investimentos necessários para incorporar, em regiões tradicionais, novas terras ao processo produtivo foram classificados em três grandes rubricas: custos de infra-estrutura na propriedade, custos de desmatamento, e custos de correção do solo. A infra-estrutura na propriedade inclui a construção de casas, armazéns, paióis, currais, curvas de nível, cercas e estradas internas, e são da ordem de US\$ 46 a US\$ 200.00 por ha. Os custos de desmatamento incluem não apenas a derrubada da vegetação como também todas as operações posteriores de limpeza do terreno, e foram calculados em função do tipo de vegetação nativa de cada região, a partir do total de horas de máquina requeridas para estas opera

ções.<sup>5</sup> Admitiu-se que a correção da acidez do solo exigiria a incorporação de 2 t/ha de calcáreo dolomítico, em média.

Nas regiões de fronteira são necessárias providências adicionais concomitantes com o crescimento da produção agropecuária, devido à completa ausência de infra-estrutura social. Devemos portanto, levar em conta despesas ligadas ao estabelecimento de serviços de saúde, escolas, obras de saneamento, construção da rede básica de energia elétrica e de rodovias de acesso. Para caracterizar as regiões novas, admitiu-se que uma região seria considerada como tal quando menos de 50% da área geográfica estivessem ocupadas por estabelecimentos agrícolas, e a participação das terras utilizadas com lavouras na área ocupada total fosse menor que 30%. Em algumas regiões outros indicadores foram utilizados como, por exemplo, o índice de densidade demográfica.<sup>6</sup>

Para estimar o custo de infra-estrutura social nas regiões novas, tomou-se como referência um projeto de colonização do INCRA em Rondônia, e adotou-se o valor de US\$ 33/ha.

A Tabela 5 mostra como estes fatores são agregados para dar origem aos chamados custos de abertura. O cálculo destes custos de incorporação de novas áreas ao processo produtivo deste modo levou em consideração quatro aspectos:

- custo de infra-estrutura social que incide nas regiões novas. Para sua estimativa tomou-se como referência um projeto de colonização do INCRA para a região de Rondônia, visando a criação

---

<sup>5</sup> Segundo informações da AGRO Ltda. - Consultoria e Planejamento de Campo Grande, Mato Grosso do Sul, o rendimento do equipamento em horas por hectare e o custo total de desmatamento por hectare para diferentes tipos de mata em 1978 e utilizado no modelo era na operação de desmatamento: mata leve 8h/ha e Cr\$ 15.200/ha, cerradão 5 h/ha e Cr\$ 9.500/ha, cerrado médio 4 h/ha e Cr\$ 6.800/ha, cerrado leve 3 h/ha e Cr\$ 4.500/ha; e enleiramento leve 4/h ha e Cr\$ 7.600/ha e limpeza/terreno Cr\$ 2.000/ha.

<sup>6</sup> Este procedimento classificou como novas as seguintes regiões: Maranhão-Piauí, Oeste Baiano, Norte Goiano, Cuiabá, Planalto Sul Matogrossense I, Planalto Sul Matogrossense II, Pantanal Matogrossense e Pará.

TABELA 5

CUSTOS DE ABERTURA DE SOLOS APROPRIADOS PARA A AGRICULTURA(CA<sub>A</sub>) E INDICADOS PARA PASTAGENS (CA<sub>B</sub>)(EM CRUZEIROS DE 1978/HECTARE)

REGIÃO DE CONSUMO	REGIÃO DE PRODUÇÃO	CA <sub>A</sub>	CA <sub>B</sub>
01 - São Luís	01 - Maranhão-Piauí	8.200	5.300
02 - Fortaleza	02 - Ceará	6.100	3.700
03 - Recife	03 - Sertão	5.300	3.500
	04 - Mata e Agreste	5.100	3.500
04 - Salvador	05 - Salvador	5.400	3.500
	06 - Oeste Baiano	8.300	5.300
05 - Belo Horizonte	07 - Belo Horizonte	4.800	-
	08 - Nordeste Mineiro	5.600	-
06 - Rio de Janeiro	09 - Espírito Santense	4.800	3.700
	10 - Grande Rio	5.000	-
07 - São Paulo	11 - Grande São Paulo	5.500	3.700
08 - Ribeirão Preto	12 - Mantiqueira Paulista	4.700	-
	13 - Triângulo Mineiro	4.700	-
	14 - Campinas-Ribeirão Preto	4.700	-
09 - Londrina	15 - Sudeste Paulista	7.300	4.500
	16 - Oeste Paranaense	-	-
	17 - Norte Paranaense	4.800	-
10 - Curitiba	18 - Leste Paranaense	4.900	3.500
	19 - Santa Catarina	6.200	3.700
11 - Porto Alegre	20 - Plan.Mered.do R.G.Sul	-	4.000
	21 - Leste Oeste Gaúcho	4.900	-
12 - Brasília	22 - Brasília	7.400	-
	23 - Norte Goiano	8.000	8.200
	24 - Sul Goiano	4.600	-
13 - Cuiabá	25 - Cuiabá	11.000	7.700
14 - Campo Grande	26 - Plan.Sul Matogrossense I	8.500	7.100
	27 - Plan.Sul Matogrossense II	8.400	5.600
	28 - Pantanal Matogrossense	8.200	-
15 - Manaus-Belém	29 - Pará	12.700	8.200

de um certo número de Núcleos Urbanos de Apoio Rural (NUARs), que no total representaria um gasto da ordem de US\$ 33.00 por hectare.

- custo de infra-estrutura na propriedade, que corresponde a todos os gastos com curva de nível, construção de cercas, estradas internas, armazéns, paióis, currais e casas.

- custo de desmatamento, que subentende tanto o corte ou derubada das árvores propriamente, como todas as operações posteriores de limpeza do terreno. Esse custo incide todas as vezes que existem áreas que podem ser abertas independentemente de serem ou não regiões novas e atualmente ocupadas por vegetação arbustiva, densa ou rala, e que impede a exploração agropecuária economicamente.

- custo da correção da acidez do solo, corresponde à incorporação de duas toneladas de calcário dolomético por hectare, nas áreas destinadas às lavouras.

#### Custo de transporte

Tradicionalmente o custo de transporte, também conhecido como custo de transferência, é função de três fatores: peso ou volume, distância e frete. Entre as diferentes modalidades de transporte da produção agropecuária no Brasil cabe maior importância ao transporte rodoviário, responsável por cerca de 80% do escoamento das safras agrícolas. Deste modo, considerou-se razoável admitir para efeitos do Modelo de Biomassa, pelo menos como primeira aproximação, que toda produção agropecuária fosse transportada por via rodoviária. Considerando-se essa primeira aproximação e a divisão espacial adotada entre regiões de consumo e produção, diferentes procedimentos foram observados para a determinação dos custos de transporte, levando-se em conta que uma região de consumo corresponde a um conjunto de regiões de produção.

A primeira distinção refere-se ao transporte de determinado produto entre as diferentes regiões de consumo em contrapartida ao transporte do produto da região de produção para a região de

consumo. O custo de transporte por unidade de produto entre duas regiões de consumo, aparece explicitamente na função objetivo, en quanto que o custo de transporte por unidade de cada produto de uma dada região de produção até a sede da região de consumo associada é componente implícito do custo de produção.

Outra peculiaridade do modelo é a possibilidade de distinguir dois tipos de transporte rodoviário para os produtos agropecuários. Isto decorre da existência de tarifas discriminatórias para diferentes classes de produtos, como por exemplo, o leite e a carne, em função do grau de perecibilidade, exigência de acondicionamento e embalagem. As formas de transporte rodoviário consideradas foram: produtos frigorificados e carga geral. Finalmente, considerou-se os municípios de Belém e Rio de Janeiro como sedes de suas respectivas regiões de consumo.

Para a determinação do custo de transporte por unidade de produto agropecuário entre regiões consumidoras utilizou-se as menores distâncias rodoviárias entre as sedes das regiões consumidoras fornecidas pelo Departamento Nacional de Estradas de Rodagem (DNER) e tabelas de fretes fornecidas pelo Conselho Nacional de Estudos e Tarifas (CONET) e pela Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos. A Tabela 6 mostra as distâncias rodoviárias em quilômetros entre as quinze regiões de consumo consideradas no modelo. A partir dos dados da Tabela 6 pode-se calcular o custo de transporte por unidade de produto com o auxílio das tabelalas de frete para produtos frigoríficos e de carga geral apresentadas no Apêndice D. As Tabelas 7 e 8 mostram os custos do transpoрте rodoviário por unidade de produto entre as regiões de consumo para os produtos de carga geral e frigorificados, respectivamente.

Com relação ao custo de transporte da região de produção para a região de consumo, foi necessário estabelecer critérios para a definição das sedes de cada região de produção. Os critérios básicos adotados foram a escolha dos dois municípios mais populosos em cada região de produção e a determinação da média aritmética das menores distâncias rodoviárias entre os municípios escolhidos

TABELA 6

## DISTÂNCIAS RODOVIÁRIAS ENTRE AS REGIÕES DE CONSUMO

(km)

DESTINO	ORIGEM														
	São Luís (1)	Fortale za (2)	Recife (3)	Salva dor (4)	Belo Horizon te (5)	Rio- Vitória (6)	São Paulo (7)	Ribeirão Preto (8)	Londri- na (9)	Curiti- ba (10)	Porto Alegre (11)	Brasí lia (12)	Cuiabá (13)	Campo Grande (14)	Manaus- Belém (15)
(1) São Luís	0	1 085	1 623	1 645	2 777	3 115	3 363	3 297	3 553	3 771	4 478	2 748	3 582	3 882	835
(2) Fortaleza	1 085	0	804	1 381	2 513	2 889	3 099	3 033	3 658	3 509	4 214	2 692	3 804	3 975	1 566
(3) Recife	1 623	804	0	835	2 139	2 477	2 725	2 659	3 284	3 133	3 840	2 318	3 426	3 607	2 104
(4) Salvador	1 645	1 381	835	0	1 364	1 702	1 950	1 884	2 509	2 358	3 065	1 543	2 651	2 832	2 126
(5) Belo Horizonte	2 777	2 513	2 139	1 364	0	464	586	520	1 145	994	1 701	740	1 614	1 468	2 855
(6) Rio-Vitória	3 115	2 889	2 477	1 702	464	0	441	727	1 000	849	1 556	1 204	2 026	1 484	3 305
(7) São Paulo	3 363	3 099	2 725	1 950	586	441	0	322	559	408	1 115	1 012	1 585	1 043	2 950
(8) Ribeirão Preto	3 297	3 033	2 659	1 884	520	727	322	0	511	730	1 453	708	1 326	890	2 671
(9) Londrina	3 553	3 658	3 284	2 509	1 145	1 000	559	511	0	390	1 105	1 105	1 379	664	2 946
(10) Curitiba	3 771	3 509	3 133	2 358	994	849	408	730	390	0	715	1 420	1 756	1 040	3 336
(11) Porto Alegre	4 478	4 214	3 840	3 065	1 701	1 556	1 115	1 453	1 105	715	0	2 130	2 471	1 755	4 051
(12) Brasília	2 748	2 692	2 318	1 543	740	1 204	1 012	708	1 105	1 420	2 130	0	1 134	1 434	2 141
(13) Cuiabá	3 582	3 804	3 426	2 651	1 614	2 026	1 585	1 326	1 379	1 756	2 471	1 134	0	716	2 975
(14) Campo Grande	3 882	3 975	3 607	2 832	1 468	1 484	1 043	890	664	1 040	1 755	1 434	716	0	3 275
(15) Manaus-Belém	835	1 566	2 104	2 126	2 855	3 305	2 950	2 671	2 946	3 336	4 051	2 141	2 975	3 275	0

FONTE: DNER.

TABELA 7

CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO POR TONELADA-CARGA GERAL

(Cr\$ de 1978)

ORIGEM DESTINO	SÃO LUIZ (1)	FORTA LEZA (2)	RECIFE (3)	SALVA DOR (4)	BELO HO- RIZONTE (5)	RIO DE JANEIRO- VITÓRIA (6)	SÃO PAULO (7)	RIBEIRÃO PRETO (8)	LONDRINA (9)	CURITIBA (10)	PORTO ALEGRE (11)	BRASÍLIA (12)	CUIABÁ (13)	CAMPO GRANDE (14)	MANAUS- BELÉM (15)
1) São Luís	0	420	640	640	1040	1200	1300	1300	1300	1400	1700	1040	1330	1480	330
2) Fortaleza	420	0	333	530	965	1110	1200	1200	1400	1330	1620	1040	1500	1500	604
3) Recife	640	333	0	333	820	960	1040	1040	1260	1200	1480	890	1333	1410	820
4) Salvador	640	530	333	0	530	680	750	710	965	890	1180	603	1040	1110	820
5) Belo Ho- rizonte	1040	965	820	530	0	210	245	230	460	400	680	298	640	570	1110
6) Rio de Ja- neiro- Vi- tória	1200	1110	960	680	210	0	190	298	390	335	603	500	820	570	1260
7) São Paulo	1300	1200	1040	750	245	190	0	155	245	190	460	420	603	422	1110
8) Ribeirão Preto	1300	1200	1040	710	230	298	155	0	266	298	570	298	530	351	1040
9) Londrina	1300	1400	1260	965	460	390	245	226	0	175	460	460	530	300	1110
10) Curitiba	1400	1330	1200	890	400	335	190	298	175	0	298	570	700	423	1260
11) Porto Ale- gre	1700	1620	1480	1180	680	603	460	570	460	298	0	820	960	680	1560
12) Brasília	1040	1040	890	603	298	500	420	298	460	570	820	0	460	570	820
13) Cuiabá	1330	1500	1333	1040	640	820	603	530	530	700	960	460	0	298	1110
14) Campo Grande	1480	1500	1410	1110	570	570	422	351	300	423	680	570	298	0	1260
15) Manaus- Belém	330	604	820	820	1110	1260	1110	1040	1110	1260	1560	820	1110	1260	0

FONTE: Tabelas 6 e D-1 do Apêndice D.

INPES  
Serv. de  
Documentação

INPES, XXX/85

CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO POR TONELADA - PRODUTOS FRIGORIFICADOS

(Cr\$ de 1978)

ORIGEM / DESTINO	SÃO LUÍS (1)	FORTALEZA (2)	RECIFE (3)	SALVADOR (4)	BELO HORIZONTE (5)	RIO DE JANEIRO-VITÓRIA (6)	SÃO PAULO (7)	RIBEIRÃO PRETO (8)	LONDRINA (9)	CURITIBA (10)	PORTO ALEGRE (11)	BRASÍLIA (12)	CUIABÁ (13)	CAMPO GRANDE (14)	MANAUS-BELÉM (15)
1) São Luís	0	1090	1640	1690	2740	2940	3160	1300	1300	3590	4330	2670	3470	3700	970
2) Fortaleza	1090	0	950	1440	2530	2760	2920	2920	3500	3250	3880	2950	4050	3830	1630
3) Recife	1640	950	0	970	2090	2380	2610	2640	3400	3030	3750	2250	3330	3490	820
4) Salvador	1690	1440	970	0	1450	1660	1970	1920	2650	2480	2940	1600	2610	2750	2160
5) Belo Horizonte	2740	2530	2090	1450	0	510	750	710	1250	1130	1730	761	1920	1540	2780
6) Rio de Janeiro-Vitória	2940	2760	2380	1660	510	0	580	761	1090	960	1590	1280	2000	1500	3210
7) São Paulo	3160	2920	2610	1970	750	580	0	550	710	580	1210	1130	1750	1130	2850
8) Ribeirão Preto	1300	2920	2640	1920	710	761	550	0	710	761	1500	761	1450	1030	2610
9) Londrina	1300	3500	3400	2650	1250	1090	710	710	0	590	1220	1500	1820	1170	3220
10) Curitiba	3590	3250	3030	2480	1130	960	580	761	590	0	761	1460	1780	1150	3250
11) Porto Alegre	4330	3880	3750	2940	1730	1590	1210	1500	1220	761	0	2080	2410	1800	3790
12) Brasília	2670	2950	2250	1600	761	1280	1130	761	1500	1460	2080	0	1500	1500	2160
13) Cuiabá	3470	4050	3330	2610	1920	2000	1750	1450	1820	1780	2410	1500	0	761	2940
14) Campo Grande	3700	3830	3490	2750	1540	1500	1130	1030	1170	1150	1800	1500	761	0	3480
15) Manaus-Belém	970	1630	820	2160	2780	3210	2850	2610	3220	3250	3790	2160	2940	3480	0

FONTE: Tabelas 6 e D-2 do Apêndice D.

TABELA 9  
CUSTO DE TRANSPORTE RODOVIÁRIO DAS REGIÕES PRODUTORAS PARA AS REGIÕES DE CONSUMO

REGIÕES DE CONSUMO	REGIÕES DE PRODUÇÃO (2)	DISTÂNCIA	CUSTO DE FRETE	CUSTO DE FRETE
		RODOVIÁRIA (km)	CARGA GERAL (Cr\$/t de 1978)	FRIGORÍFICO (Cr\$/kg de 1978)
01 - São Luiz	01 - Maranhão-Piauí	832	3.413,13	7,22
02 - Fortaleza	02 - Ceará	410	1.950,82	4,83
03 - Recife	03 - Sertão	682	2.865,42	6,19
	04 - Mata e Agreste	164	1.036,20	3,19
04 - Salvador	05 - Salvador	394	1.858,20	4,43
	06 - Oeste Baiano	680	2.865,42	6,19
05 - Belo Horizonte	07 - Belo Horizonte	276	1.392,00	4,01
	08 - Nordeste Mineiro	433	1.950,82	4,83
06 - R.Janeiro-Vitória	09 - Espírito Santense	470	2.130,10	4,80
	10 - Grande Rio	81	710,00	2,92
07 - São Paulo	11 - Grande São Paulo	122	706,30	2,86
08 - Ribeirão Preto	12 - Mantiqueira Paulista	328	1.518,67	3,95
	13 - Triângulo Mineiro	222	1.219,12	3,63
	14 - Campinas-Ribeirão Preto	186	1.008,40	2,94
09 - Londrina	15 - Sudeste Paulista	288	1.431,00	3,80
	16 - Oeste Paranaense	445	1.950,82	4,83
	17 - Norte Paranaense	142	906,32	2,92
10 - Curitiba	18 - Leste Paranaense	57	670,36	2,38
	19 - Santa Catarina	331	1.239,91	4,01
11 - Porto Alegre	20 - Plan.Merid.do R.G.do Sul	317	1.621,40	3,86
	21 - Leste-Oeste Gaúcho	403	1.814,28	4,30
12 - Brasília	22 - Brasília	306	1.471,09	3,67
	23 - Norte Goiano	800	3.961,89	7,61
	24 - Sul Goiano	179	1.036,20	3,19
13 - Cuiabá	25 - Cuiabá	705	2.561,81	5,33
14 - Campo Grande	26 - Planalto Sul Matogrossense I	343	1.584,96	4,03
	27 - Planalto Sul Matogrossense II	226	1.219,12	3,63
	28 - Pantanal Matogrossense	367	1.767,89	4,03
15 - Manaus-Belém (1)	29 - Pará	1.609	6.542,22	12,08

Fonte: IPEA - Modelo de Biomassa.

(1) - Esta Região de Consumo inclui o Estado do Amazonas, os Territórios do Acre, Amapá, Rio Branco, que foram excluídos como Região de Produção

e a sede da respectiva região de consumo. Com este objetivo utilizou-se os dados da Sinopse Preliminar do Censo Demográfico [1980b], o GUIA QUATRO RODAS [1980] e as tabelas de frete fornecidas pela Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos e pelo Conselho Nacional de Estudos e Tarifas (CONET). Os fretes corrigidos para cruzeiros de 1978 com base na evolução do preço do óleo diesel publicado pela Fundação Getúlio Vargas. A Tabela 9 mostra os custos de transporte rodoviário por unidade de produto das regiões de produção para as respectivas regiões de consumo.

#### Preços de importação e exportação de produtos agropecuários

Os preços dos produtos de importação e exportação utilizados foram as médias entre 1974 e 1979, dos preços CIF e FOB efetivamente observados nos portos brasileiros e publicados nos respectivos anuários estatísticos da Carteira de Comércio Exterior (CACEX) do Banco do Brasil S.A. As médias dos preços CIF e FOB para os diferentes produtos agropecuários são apresentados na Tabela 10. Os preços foram corrigidos para 1978 utilizando-se o Índice de Wholesale Price dos Estados Unidos publicados no anuário das NAÇÕES UNIDAS [1981]. A exportação de produtos agropecuários in natura em geral é desprezível, visto que o comércio internacional de commodities, refere-se implicitamente a produtos beneficiados. Deste modo, por exemplo, o importante nestas relações comerciais não é a comercialização da soja, mas sim, do farelo de soja e assim por diante. Dados os objetivos e a concepção inicial da pesquisa, onde a análise deveria se concentrar nos aspectos relativos à produção agropecuária, houve a necessidade de compatibilizar a atividade de exportação com a de produção. Neste sentido, excluindo-se o açúcar e o álcool, considerou-se que os preços devem remunerar somente ao setor agropecuário acrescido do custo de transporte. Deste modo, para esses produtos foi eliminada do preço FOB de exportação a fração correspondente ao valor agregado pela indústria. Os reflexos desta hipótese nos resultados serão discutidos mais adiante. Do mesmo modo, não foram consideradas possíveis mudanças futuras dos preços internacionais.

Para os produtos onde o Brasil tem poder de influenciar os preços (açúcar, café e laranja), o modelo permite especificar uma demanda internacional elástica, através de uma aproximação em patamares. Nas simulações efetuadas, entretanto, este recurso não foi utilizado devido às dificuldades de obtenção de dados confiáveis sobre o comportamento da demanda internacional de exportáveis, que só puderam ser contornados no caso da laranja, onde foi possível utilizar a elasticidade-preço da demanda por suco concentrado brasileiro estimada por MORETTI [1978]. Alguns ajustamentos no preço foram, entretanto, necessários em função do produto considerado no modelo ser a laranja e não o suco industrializado. A partir de estimativas de valor agregado pela indústria de transformação fornecidas pelo Instituto de Economia Rural da Secretaria de Agricultura do Estado de São Paulo foi possível estimar a fração do preço FOB do ano que deveria remunerar a agricultura e o custo do transporte até o porto que então foram deduzidas do preço.

Os limites de quantidade e os preços que caracterizam os patamares da curva de demanda de exportação de laranja são também apresentados na Tabela 10.

Tratamento similar ao da laranja não pode ser adotado para o caso do açúcar e do café, também em decorrência dos acordos internacionais que regulamentam os mercados destes produtos, dos quais o Brasil participa. Deste modo, considerou-se os preços médios FOB observados no período 1974-1979, com a imposição de quantidades limites iguais às médias de exportação do período. Conseqüentemente, admite-se implicitamente que os acordos internacionais prevalecerão no futuro com a mesma quota fixada para o Brasil e que não existirão ciclos de preço.

#### Oferta doméstica de máquinas e fertilizantes<sup>7</sup>

O modelo inclui restrições que limitam o total de máquinas e fertilizantes disponíveis para a produção agrícola. A oferta de

---

<sup>7</sup> Excluindo máquinas e fertilizantes todos os demais insumos foram agregados em valores monetários e são apresentados no Apêndice C.

TABELA 10

PREÇO DE EXPORTAÇÃO (FOB) E IMPORTAÇÃO (CIF)  
(Cr\$ de 1978/t ou l)<sup>1</sup>

PRODUTO	PREÇO FOB	PREÇO CIF <sup>3</sup>
01 - Carne	19.000,00	86.933,00* (14.473,00)
02 - Leite	-	3.735,00* (1.247,00)
03 - Feijão	-	8.760,00
04 - Milho	2.660,00	7.190,00
05 - Arroz	3.084,00	5.186,00
06 - Soja	4.720,00	9.430,00*
07 - Mandioca	590,00	2.820,00
08 - Algodão	7.320,00	192.000,00
09 - Fumo	26.120,00	41.580,00* (39.228,00)
10 - Trigo	-	2.870,00
11 - Amendoim	11.280,00	22.550,00*
12 - Mamona	3.780,00	7.730,00*
13 - Álcool	3.500,00	60.000,00*
14 - Açúcar	5.980,00	12.000,00
15 - Café	56.180,00	100.000,00
16 - Laranja <sup>2</sup>	1.180,00 (1 <sup>a</sup> )	22.000,00
	790,00 (2 <sup>a</sup> )	
	405,00 (3 <sup>a</sup> )	
	20,00 (4 <sup>a</sup> )	

<sup>1</sup> Calculado com base no Wholesale Prices dos EEUU, publicado no Statistical Yearbook das Nações Unidas e taxa de câmbio média de 1978 de US\$ 0,055/Cr\$ ou Cr\$ 18,069/US\$.

<sup>2</sup> O limite de cada faixa de exportação corresponde a 1 834 000t de laranja.

<sup>3</sup> Os valores com asterisco (\*) foram arbitrariamente aumentados para evitar a possibilidade na modelagem de alguns portos tornarem-se entrepostos comerciais com o exterior. Os valores quando observados aparecem entre parêntesis.

FONTE: Anuários Estatísticos da Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil S.A.

máquinas foi estimada a partir do estoque de tratores de 1975, em 305.974 unidades com potência média de 60,48 HP, segundo um estudo da FEALQ [1979], e da taxa de crescimento da potência média dos tratores vendidos, que em período recente foi de 2,27 ao ano de acordo com BARROS [1980]. A potência média dos tratores vendidos em 1975 foi de 65 HP e a taxa de depreciação utilizada na projeção foi de 1,5% ao ano, que embora extremamente baixa é compatível com os dados dos Censos Agropecuários de 1960, 1970 e 1975. Para as vendas internas foram empregados os valores reais até 1980 e a partir de 1981 utilizou-se a capacidade máxima de produção atual estimada em torno de 100.000 tratores, segundo CONTADOR e FERREIRA [1984]. A Tabela 11 apresenta a disponibilidade de máquinas em HP nos meses de dezembro/janeiro/fevereiro e setembro/outubro/novembro para o período 1979-2000. Considerou-se que em três meses trabalha-se efetivamente 60 dias, com 12,2 horas no período de dezembro a fevereiro e nove horas no período de setembro a novembro. Portanto, a disponibilidade é obtida multiplicando-se a potência total em HP por 732 e 540 horas, respectivamente.

Para a estimativa da oferta de fertilizantes utilizou-se toneladas de nutrientes em termos de nitrogenados (N), fosfatados ( $P_2O_5$ ) e potássicos ( $K_2O$ ). De 1978 a 1981 usou-se dados de produção publicados em CONTADOR e FERREIRA [1984]. A partir de 1986 admitiu-se que a produção permaneceria nos mesmos níveis verificados em 1985. No caso específico dos potássicos, admitiu-se que a produção brasileira seria da ordem de 200, 300 e 500 mil toneladas em 1983, 1984 e a partir de 1985, respectivamente.<sup>8</sup> Para chegar à disponibilidade de fertilizantes em cruzeiros de 1978, apresentada na Tabela 11 o consumo físico de cada elemento nutriente foi multiplicado pelos respectivos preços e somados ano a ano.

#### Restrições de demanda

O modelo obedece a um conjunto de restrições pelas quais as demandas pelos produtos de abastecimento interno nos diversos cen

---

<sup>8</sup>Baseado no início de produção do Complexo Unisa-Mina, em Sergipe, previsto para 1985.

TABELA 11

DISPONIBILIDADE NACIONAL DE TRATORES AGRÍCOLAS E DE  
FERTILIZANTES EM NPK PARA O BRASIL, 1979-2000

BIÊNIO	DEZ/JAN/FEV (em 1.000 HP)	SET/OUT/NOV (em 1.000 HP)	NPK (em Cr\$ de 1978)
1979/1980	24.370	18.175	38.846
1981/1982	34.021	25.097	62.909
1983/1984	45.008	33.203	84.696
1985/1986	56.220	41.474	92.930
1987/1988	67.674	49.923	92.930
1989/1990	79.389	58.566	92.930
1991/1992	91.386	67.416	92.930
1993/1994	103.686	76.489	92.930
1995/1996	116.308	85.801	92.930
1997/1998	129.277	95.368	92.930
1999/2000	142.613	105.207	92.930

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

tros de consumo devem ser atendidas, ao longo do horizonte em estudo.

Para a realização da previsão de demanda dos produtos considerados, com exceção do álcool, utilizou-se a metodologia proposta por AMARAL e OUTROS [1983]. Estes produtos, por simplicidade de notação, serão referidos no texto como "produtos agropecuários" em contraposição ao álcool.

A sistemática de cálculo adotada supõe que as elasticidades cruzadas das demandas são nulas e admite que a quantidade demandada de cada produto, em cada região e a cada período, seja função da demanda inicial e do efeito ao longo do tempo do crescimento da renda per capita e da população regional.

As taxas de crescimento da renda per capita e da população regionais são dadas preliminarmente para um cenário de referência, e depois ajustadas. O cenário de referência é baseado no comportamento histórico destas variáveis e o ajustamento para compatibilizá-lo com cenários caracterizados por projeções agregadas de produto e população, é feito através de uma correção proporcional na taxa de crescimento, como proposto por AMARAL e OUTROS [1983]. Este procedimento possibilita que se possa gerar vários cenários de demanda sem que se tenha que fornecer todas as vezes as projeções regionalizadas.

Na determinação das taxas de crescimento da renda per capita regional para o cenário base, partiu-se de estimativas de renda para os anos de 1959 e 1970 fornecidas pelo INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA [1977], desagregadas por mesorregiões e computou-se as taxas geométricas de crescimento da população a partir dos dados dos Censos Demográficos de 1960 e 1980, IBGE [1980b]. Estes valores podem ser vistos na Tabela 12.

A determinação do consumo no ano-base foi feita multiplicando-se a população de cada região pelos respectivos consumos específicos dos produtos, expressos em quantidades físicas ao nível de fazenda. Tanto estes consumos per capita quanto as elasticida

TABELA 12

## DADOS DE RENDA E POPULAÇÃO POR REGIÃO DO CONSUMO

Região de Consumo	População 1960 (ha)	População 1980 (ha)	Taxa de Crescimento da População (%)	População 1975 (ha)	Renda 1959 (Cr\$)	Renda 1959 (Cr\$ 1970)	Renda 1970 (Cr\$)	Taxa de Crescimento da Renda (%)	Taxa de Crescimento da Renda per Capita(%)
São Luiz	3.726.571	6.135.640	2,5245	5.416.535	24.238,00	1.084.474,20	1.875.795,00	5,1074	2,5193
Fortaleza	3.289.595	5.288.429	2,4022	4.696.564	28.765,00	1.287.024,60	2.304.821,00	5,4398	2,9663
Recife	7.212.569	10.811.410	2,0445	9.770.895	104.170,00	4.660.850,00	6.681.341,00	3,3280	1,2578
Salvador	7.928.155	12.579.960	2,3353	11.208.614	98.496,00	4.406.979,80	6.976.436,00	4,2643	1,8850
Belo Horizonte	1.998.043	6.558.255	6,1229	4.872.398	68.698,17	3.073.743,60	7.336.210,00	8,2295	1,9851
Rio de Janeiro	10.895.361	16.093.776	1,9696	14.598.370	373.840,69	16.726.652,00	29.056.055,00	5,1484	3,1174
São Paulo	5.980.918	15.175.184	4,7656	12.023.763	447.071,69	20.003.207,00	44.186.077,00	7,4706	2,5819
Ribeirão Preto	7.646.173	10.377.001	1,5387	9.614.216	180.942,65	8.095.867,90	14.153.417,00	5,2094	3,6150
Londrina	5.565.038	7.847.867	1,7335	7.201.645	143.219,62	6.408.036,60	9.148.053,00	3,2892	1,5292
Curitiba	3.451.216	6.267.216	3,0280	5.398.813	71.652,56	3.205.931,00	7.685.358,00	8,2727	5,0906
Porto Alegre	5.388.659	7.773.849	1,8492	7.093.294	149.051,00	6.668.948,50	13.643.615,00	6,7238	4,7861
Brasília	2.620.008	5.713.072	3,9749	4.701.399	30.473,55	1.363.469,70	4.070.384,00	10,4539	6,2313
Cuiabá	390.447	1.629.943	7,4065	1.140.301	5.148,24	230.346,30	627.325,00	9,5357	1,9823
Campo Grande	572.018	1.369.769	4,4629	1.101.126	10.312,58	461.412,97	1.238.921,00	9,3946	4,7210
Belém	2.509.210	5.389.681	3,8966	4.452.014	34.465,00	1.542.058,10	3.118.290,00	6,6109	2,6125
Brasil	70.191.370	119.011.052	2,6751	104.294.552	1.914.006,00	85.637.851,10	167.228.455,00	6,2728	3,5040

FONTE: IBRE [1977] e IBGE [1980b].

des-renda dos produtos foram levantados por AMARAL e OUTROS [1983] a partir de diversas fontes e seus valores estão apresentados, respectivamente, na Tabela 13 e na Tabela 14.

O cenário econômico considerado no presente estudo admitiu as taxas de crescimento da renda e da população, a nível nacional, que estão indicadas na Tabela 15. Para os anos já passados (de 1979 a 1983) utilizou-se os valores efetivamente observados. A projeção da taxa de crescimento populacional, neste cenário, apoiou-se nos resultados dos Censos Demográficos de 1970 e 1980; os valores para as taxas de crescimento da renda no período 1979-1983 foram obtidos da "Conjuntura Econômica".<sup>9</sup>

Os resultados encontrados para as demandas dos diversos produtos e fornecidos ao Modelo da Biomassa, estão relacionados, a nível agregado nacional, na Tabela 16.

Quanto à demanda de álcool, como já foi dito, utilizou-se uma metodologia específica de previsão. Esta metodologia apoiou-se em trabalhos anteriores desenvolvidos pelo INPES/IPEA, resumida a seguir.

A demanda de álcool é entendida como a soma de três parcelas referentes ao álcool carburante, à alcoquímica e ao álcool para outros fins (bebidas, indústria farmacêutica, etc.). Na realidade a variável que se procura efetivamente estimar é a necessidade de produção de álcool, induzida pela demanda final. Assim considera-se ainda a variação de estoques requerida pelo aumento do consumo e o percentual de perdas entre a produção e o consumo.

A demanda de álcool carburante, para o Cenário BÁSICO, foi determinada a nível nacional através de um procedimento baseado em RAMOS [1983] e PAES DE BARROS e FERREIRA [1982]. Com base na equação abaixo estimada em Ramos, determina-se a projeção global de

---

<sup>9</sup>Revista "Conjuntura Econômica", FGV, diversos números.

TABELA 13

## CONSUMO PER CAPITA DOS PRODUTOS AGRÍCOLAS POR REGIÃO DE CONSUMO - 1975

(em kg)

Região Produto	São Luiz	Forta- leza	Recife	Salva- dor	Belo Hori- zonte	Rio de Janeiro	São Paulo	Rib. Preto	Londri- na	Curi- tiba	P.Ale- gre	Brasí- lia	Cuiabá	C.Gran- de	Belém
Carne	12,80	11,70	17,10	22,50	14,79	20,71	25,22	20,30	16,60	14,90	23,53	29,90	26,80	26,80	22,525
Leite (em l)	38,70	42,80	49,30	49,80	73,01	66,975	91,16	73,60	81,10	80,50	102,30	89,57	55,39	55,39	39,09
Feijão	33,30	31,50	25,90	28,10	22,02	22,785	20,07	21,00	20,30	21,80	18,49	21,22	19,16	19,16	10,66
Milho <sup>1,2</sup>	271,23	104,33	88,49	37,14	145,82	114,80	148,20	149,86	145,15	252,26	178,32	148,24	165,06	118,81	84,985
Arroz	50,20	60,30	35,80	37,89	88,64	89,29	96,16	117,24	82,50	80,03	82,49	94,68	127,70	127,70	34,92
Soja	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13	46,13
Mandioca <sup>1</sup>	667,40	491,84	497,65	587,72	86,79	85,44	21,87	28,22	99,60	75,54	77,60	41,63	86,21	86,21	663,42
Algodão	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60	15,60
Fumo	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14	2,14
Trigo	19,75	28,80	45,12	34,99	36,15	38,815	44,78	40,46	65,08	64,38	68,41	41,95	29,73	29,73	48,365
Amendoim	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04
Mamona	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91	0,91
Banana	31,18	58,76	52,48	31,78	36,93	40,44	43,79	31,04	25,86	29,19	34,52	42,83	47,45	47,45	47,445
Sisal	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80	2,80
Açúcar	34,23	37,31	41,94	33,58	60,04	54,99	53,05	54,20	52,63	50,15	48,80	41,66	38,84	38,84	28,185
Café	1,52	2,07	2,70	2,14	2,71	4,605	6,82	5,44	4,85	4,17	3,09	4,14	3,16	3,20	2,615
Laranja	12,99	11,08	21,39	16,81	31,50	38,20	61,54	40,30	23,68	23,30	23,15	35,37	25,88	25,88	8,605

44

FONTE: AMARAL e OUTROS [1983].

<sup>1</sup>Inclui o consumo animal supondo que o consumo regional seja proporcional à população da região.<sup>2</sup>Valores ajustados.

TABELA 14

## ELASTICIDADE-RENDA DOS PRODUTOS NAS REGIÕES DE CONSUMO

Região Produto	São Luiz	Forta- leza	Recife	Salva- dor	Belo Hori- zonte	Rio de Janeiro	São Paulo	Rib. Preto	Londri- na	Curi- tiba	P.Ale- gre	Brasí- lia	Cuiabá	C.Gran- de	Belém
Carne	0,56	0,84	1,04	0,52	0,63	0,71	0,99	0,77	0,79	0,79	0,26	0,81	0,23	0,23	0,71
Leite	0,82	0,72	0,94	0,63	0,45	0,49	0,58	0,55	0,81	0,14	0,79	0,60	1,36	1,36	0,93
Feijão	0,28	0,87	0,28	0,28	0,28	0,28	-0,35	-0,31	0,28	0,28	0,28	-0,08	0,53	0,53	0,28
Milho	0,10	0,85	0,47	0,23	0,37	0,78	0,85	0,83	0,84	0,86	0,86	0,58	0,04	0,04	0,74
Arroz	0,15	0,25	0,26	0,34	0,81	0,37	-0,06	-0,14	0,81	0,81	0,81	0,35	0,18	0,18	0,81
Soja	0,46	0,46	0,53	0,70	0,37	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,37	0,00	0,00	0,46
Mandioca	-0,08	-0,10	-0,37	-0,24	0,24	0,18	0,25	0,25	0,07	0,14	0,27	-0,17	0,11	0,11	-0,10
Algodão	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46	0,46
Fumo	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Trigo	0,35	0,36	0,22	0,31	0,32	0,33	0,32	0,32	0,28	0,29	0,27	0,41	0,61	0,61	0,43
Amendoim	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Mamona	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Banana	0,27	0,08	0,32	0,34	0,28	0,40	-0,19	0,52	0,46	0,46	0,46	0,48	0,73	0,73	0,73
Sisal	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Alcool <sup>1</sup>	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93
Açúcar	0,20	0,20	0,18	0,25	0,24	0,20	0,04	0,19	0,21	0,21	0,21	1,07	0,21	0,21	0,33
Café	0,25	0,26	0,18	0,75	0,26	0,39	0,45	0,45	0,45	0,45	0,45	0,26	0,26	0,26	0,26
Laranja	0,62	0,89	0,68	0,63	0,43	0,65	0,56	0,74	0,67	0,67	0,67	0,67	1,07	1,07	1,07

FONTE: AMARAL E OUTROS [1983].

<sup>1</sup> Usou-se para o álcool a elasticidade-renda da gasolina.

TABELA 15  
VARIÁVEIS PARA O CENÁRIO BÁSICO

Anos	Crescimento do PIB	Crescimento da População	Preço da Gasolina (Cr\$ de 1981/ℓ)	Nº de carros à álcool emplacados	Eficiência (em km/ℓ)	Percentual de Perdas	Variação de Estoque	Demanda de Álcool para Alcoquímica	
								Regiões Salvador Rio de Janeiro São Paulo	Demais Regiões
1979	6,4	2,48	50,00	4.624	8,0	4,4	- 28,9	111	0
1980	7,2	2,48	71,10	255.000	8,1	4,4	245,8	114	0
1981	-1,6	2,20	70,20	154.265	8,2	5,5	- 607,2	118	0
1982	0,9	2,20	62,00	400.000	8,3	5,6	- 951,8	121	0
1983	-3,2	2,20	54,60	582.000	8,3	5,8	-1201,2	125	0
1984	2,0	2,20	62,00	550.000	8,4	5,0	0	191	0
1985	4,0	2,20	62,00	550.000	8,5	5,0	0	248	0
1986	4,0	2,20	62,00	550.000	8,6	5,0	0	256	0
1987	5,0	2,20	62,00	550.000	8,7	5,0	0	264	0
1988	5,0	2,20	62,00	500.000	8,8	5,0	0	272	0
1989	5,5	2,20	62,00	500.000	8,9	5,0	0	280	0
1990	5,5	2,20	62,00	500.000	9,0	5,0	0	288	0
1991	5,5	2,20	62,00	500.000	9,1	5,0	0	297	0
1992	5,5	2,20	62,00	500.000	9,2	5,0	0	306	0
1993	5,5	2,20	62,00	500.000	9,3	5,0	0	315	0
1994	5,5	2,20	62,00	500.000	9,4	5,0	0	325	0
1995	5,5	2,20	62,00	500.000	9,5	5,0	0	334	0
1996	5,5	2,20	62,00	500.000	9,6	5,0	0	344	0
1997	5,5	2,20	62,00	500.000	9,7	5,0	0	355	0
1998	5,5	2,20	62,00	500.000	9,8	5,0	0	365	0
1999	5,5	2,20	62,00	500.000	9,9	5,0	0	376	0
2000	5,5	2,20	62,00	500.000	10,0	5,0	0	388	0

consumo de gasolina equivalente (agregação de gasolina pura, álcool anidro e álcool hidratado) em função do cenário de evolução do PIB da Tabela 15 e do preço da gasolina.<sup>10</sup>

$$DP_{i,t} = \alpha_0 Y_t^{\alpha_1} P_{i,t}^{\alpha_2} DP_{i,t-1}^{\alpha_3}$$

onde:

$DP_{i,t}$  = consumo do derivado  $i$  no ano  $t$ ;

$Y_t$  = renda no ano  $t$  (retratado aqui pelo PIB);

$P_{i,t}$  = preço de comercialização do derivado  $i$  no ano  $t$ ;

$DP_{i,t-1}$  = consumo do derivado  $i$  no ano  $t-1$

A partir dos trabalhos de Barros e Ferreira, projeta-se o consumo futuro de álcool hidratado em função de uma hipótese de cenário sobre o crescimento da frota de carros a álcool e de expectativas sobre a eficiência dos carros a álcool fabricados a cada ano. Ainda neste cálculo utiliza-se uma projeção da distância média percorrida anualmente pelos carros a álcool que é expressa em função da evolução da renda e do preço da gasolina.

$$FR_t = FR_{t-1} + NE - SUC_t$$

onde:

$FR_t$  = frota no final do ano  $t$ ;

$NE_t$  = novos emplacamentos durante o ano  $t$ ; e

$SUC_t$  = total de veículos sucateados durante o ano  $t$ .

$$KM_i^t = KM_0^t \cdot \lambda^i$$

onde:

<sup>10</sup> Considerou-se preços real da gasolina estáveis a partir de 1984.

$KM_1^t$  = quilometragem média percorrida pelos veículos com idade no ano  $t$ ;

$KM_0^t$  = quilometragem média percorrida pelos veículos novos no ano  $t$ ; e

$\lambda$  = taxa de decaimento geométrico.

Conhecendo-se a projeção da evolução do consumo de gasolina equivalente à de álcool hidratado, pode-se calcular por diferença a evolução da mistura (gasolina + álcool anidro) e por consequência do consumo de álcool anidro, completando-se assim a projeção da evolução da demanda de álcool carburante a nível nacional.

Para a regionalização desta demanda, estima-se inicialmente os valores do consumo de álcool carburante em cada região, ao longo do horizonte, pela metodologia similar à adotada para os demais produtos. Conhecidos estes valores, desagrega-se então a projeção nacional da demanda de álcool carburante anteriormente calculada segundo a estrutura percentual definida por esta segunda projeção.

Quanto à demanda de álcool para outros fins, calcula-se as quantidades a serem consumidas em cada região para cada período de tempo pela mesma metodologia empregada para os outros produtos admitindo uma elasticidade-renda igual à da gasolina.

A demanda de álcool para outros fins no ano base foi estimada retrocedendo-se, com uma redução de 3% ao ano, o valor informado pelo MME [1983a] para 1983. Este valor foi então regionalizado proporcionalmente à população de cada região (Censo Agropecuário de 1975).

A demanda de álcool para a alcoquímica, por região, e as variações de estoque e percentuais de perdas são fornecidas como variáveis de cenário, permitindo-se assim a totalização da demanda de álcool.

Para a demanda de álcool para alcoquímica usou-se a hipótese do MME [1983a] para os anos de 1983 a 1989 e supôs-se que fora desse período o crescimento seria de 3% ao ano. Esta demanda foi regionalizada dividindo-se a demanda nacional igualmente entre Rio, São Paulo e Salvador.

As variáveis de cenário empregadas no cálculo da demanda de álcool para um dos casos em estudo (Cenário Básico) são resumidas na Tabela 16. Note-se que para os anos já decorridos, quando disponível, utilizou-se sempre valores efetivamente observados.

Os valores obtidos para a demanda nacional de álcool para o caso Básico podem ser vistos na Tabela 16, desagregados em seus diversos fatores componentes.<sup>11</sup>

Quanto aos demais cenários, para o Normativo, a demanda é idêntica à do Básico. Já os cenários Sem PROÁLCOOL e Auto-suficiente supõem hipóteses diferentes de consumo de álcool carburante, resultando em demandas globais de álcool distintas. Para fins comparativos a Tabela 17 mostra a demanda de álcool para todos os cenários em exame.

---

<sup>11</sup>Os valores do preço da gasolina entre 1979 e 1982 foram obtidos do Anuário Estatístico da Petrobrás e deflacionados pelo IGP-DI. Os dados observados de perdas e variações de estoques foram obtidos do Balanço Energético 1983. As demandas observadas de álcool carburante por região foram calculadas a partir das demandas estaduais publicadas nos Anuários Estatísticos do CNP (anos 1979 a 1983).

TABELA 16

## DEMANDA DE PRODUTOS AGROPECUÁRIOS E DE ALCOOL (CENÁRIO BÁSICO)

(Em  $10^3$ t ou  $10^6$ l)

PROD. PER.	CARNE	LEITE	FEIJÃO	MILHO	ARROZ	SOJA	MANDIOCA	ALGODÃO	FUMO	TRIGO	AMENDOIM	MAMONA	ALCOOL	açúcar	CAFE	LARANJA
TAXA MEDIA	4.01	3.81	2.76	4.05	3.39	2.93	2.11	3.39	2.53	3.10	2.53	2.53	10.56	3.18	3.37	4.00
1979	2 539	8 502	2 673	21 329	9 140	5 427	26 120	1 894	245	5 226	234	104	2 317	5 534	470	3 754
1980	2 682	8 951	2 760	22 575	9 531	5 617	26 686	1 979	252	5 431	240	107	2 801	5 747	491	3 964
1981	2 686	8 986	2 809	22 556	9 652	5 715	27 325	1 998	258	5 501	246	110	2 677	5 833	496	3 981
1982	2 732	9 145	2 869	22 918	9 854	5 840	27 942	2 036	264	5 611	252	112	3 902	5 957	506	4 055
1983	2 711	9 107	2 915	22 674	9 933	5 928	28 640	2 044	271	5 660	258	115	5 447	6 026	510	4 038
1984	2 776	9 325	2 983	23 210	10 179	6 070	29 270	2 092	277	5 792	264	118	6 103	6 172	522	4 140
1985	2 876	9 648	3 061	24 061	10 497	6 238	29 882	2 158	284	5 959	271	121	6 641	6 351	539	4 292
1986	2 980	9 985	3 141	24 946	10 826	6 411	30 509	2 226	291	6 133	277	124	7 203	6 537	556	4 450
1987	3 107	10 388	3 229	26 029	11 207	6 600	31 132	2 304	298	6 329	284	127	8 828	6 745	572	4 640
1988	3 240	10 809	3 319	27 164	11 593	6 797	31 772	2 386	306	6 532	291	130	8 464	6 962	595	4 838
1989	3 390	11 279	3 415	28 443	12 020	7 006	32 418	2 476	313	6 752	299	133	9 189	7 196	618	5 059
1990	3 547	11 771	3 513	29 787	12 467	7 223	33 080	2 570	321	6 981	306	137	10 002	7 441	641	5 291
1991	3 713	12 288	3 616	31 202	12 933	7 449	33 759	2 667	329	7 218	314	140	10 904	7 697	665	5 535
1992	3 888	12 831	3 722	32 691	13 421	7 681	34 455	2 769	338	7 465	322	144	11 893	7 965	689	5 791
1993	4 071	13 400	3 832	34 257	13 931	7 924	35 168	2 875	347	7 722	330	147	12 964	8 245	715	6 060
1994	4 265	13 998	3 945	35 907	14 465	8 175	35 899	2 986	356	7 989	339	151	14 115	8 539	743	6 343
1995	4 469	14 625	4 063	37 643	15 024	8 436	36 649	3 101	365	8 266	348	155	15 337	8 847	771	6 640
1996	4 685	15 285	4 185	39 470	15 609	8 707	37 419	3 222	374	8 555	357	159	16 428	9 169	800	6 952
1997	4 912	15 977	4 311	41 395	16 221	8 988	38 208	3 347	384	8 855	366	163	17 690	9 507	831	7 281
1998	5 151	16 706	4 442	43 422	16 862	9 279	39 019	3 479	394	9 168	376	168	18 818	9 863	863	7 626
1999	5 404	17 471	4 578	45 558	17 534	9 582	39 850	3 615	405	9 493	386	172	19 878	10 236	896	7 989
2000	5 671	18 276	4 719	47 807	18 237	9 897	40 704	3 758	416	9 831	396	177	21 086	10 629	930	8 371

TABELA 17

DEMANDA ANUAL TOTAL DE ÁLCOOL

(1.000 ℓ)

ANO	CENÁRIO		
	BÁSICO / NORMATIVO	SEM PROÁLCOOL	(AUTO-SUFICIENTE)
1979	2.317.389	3.262.577	2.317.389
1980	2.800.757	3.118.628	2.800.757
1981	2.676.593	2.997.944	2.676.593
1982	3.901.788	3.003.886	3.901.788
1983	5.447.269	2.977.813	5.447.269
1984	6.102.516	2.975.186	6.194.496
1985	6.641.003	3.010.404	7.044.203
1986	7.203.373	3.078.180	8.010.613
1987	7.828.227	3.184.974	9.109.437
1988	8.464.032	3.328.153	10.359.072
1989	9.188.683	3.511.799	11.780.083
1990	10.002.446	3.735.772	13.396.151
1991	10.904.438	4.001.000	15.233.798
1992	11.892.695	4.309.279	17.323.610
1993	12.964.221	4.663.165	19.699.971
1994	14.115.138	5.065.910	21.221.433
1995	15.337.450	5.521.422	22.834.555
1996	16.428.448	6.034.284	24.337.888
1997	17.690.420	6.609.749	26.034.875
1998	18.817.839	7.253.780	27.621.249
1999	19.877.723	7.973.110	29.165.288
2000	21.085.538	8.775.283	30.883.928

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

### 3 - RESULTADOS

Os resultados apresentados em seguida, referem-se aos quatro diferentes cenários de evolução da produção e uso de álcool carbônico no Brasil, descritos anteriormente. Nesta seção serão discutidos os aspectos da questão com relação: ao impacto do PROÁLCOOL sobre o deslocamento temporal e espacial das culturas; ao "custo social" do álcool produzido; e aos impactos diretos do Programa na balança comercial.

Um dos cuidados a serem observados durante o decorrer da análise é de que o modelo utilizado refere-se especificamente ao setor agropecuário. Esta hipótese é uma importante abstração (exceto para o açúcar e álcool) e corresponde à idéia de que todos os preços dos produtos devem remunerar somente ao setor agropecuário acrescido do custo de transporte. Contudo, para a maioria dos produtos, a exportação sem transformação além da fazenda (in natura), não existe ou sua participação no total do valor das exportações é residual ou ainda se destina a pequenos mercados específicos.<sup>12</sup> Deste modo, para esses produtos foi eliminada do preço FOB de exportação a fração correspondente ao valor agregado pela indústria. Conseqüentemente, os resultados aqui discutidos, principalmente aqueles referentes ao impacto na balança comercial não incluindo o valor agregado pela indústria, podem deste modo não refletir certas "vantagens comparativas".

#### Deslocamento temporal e espacial das culturas

##### Cenário básico

A Tabela 18 e o Gráfico 1 mostram a evolução da área ocupada com culturas e pastagens e sua respectiva taxa anual de crescimen

---

<sup>12</sup> Estes produtos incluem: arroz, mamona, mandioca, laranja, carne e algodão.

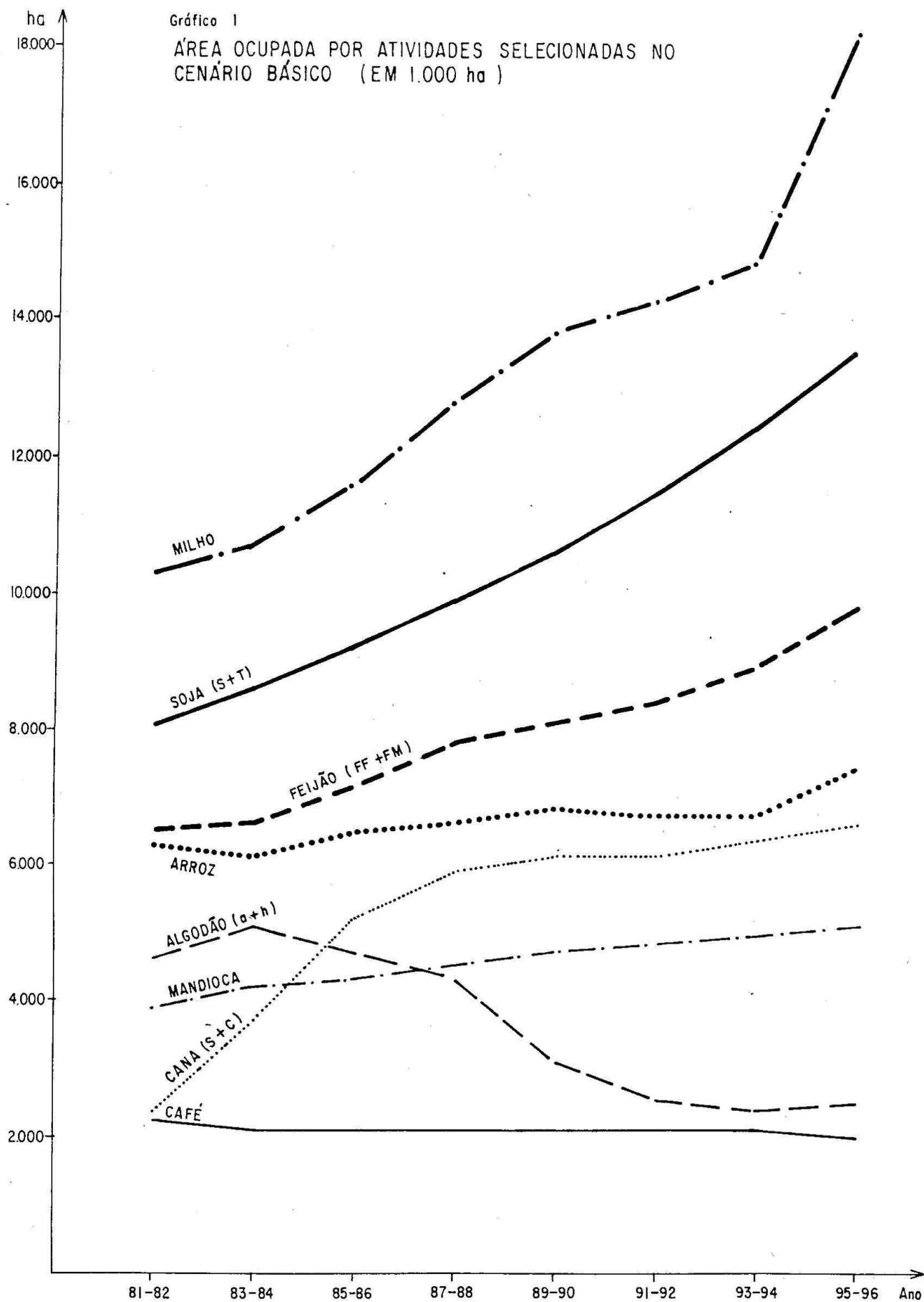
TABELA 18

## SIMULAÇÃO DE ÁREA OCUPADA COM ATIVIDADES SELECIONADAS NO CENÁRIO BÁSICO

(Em 1.000 ha)

Período \ Atividades	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Cana c/Irrigação	12	12	12	12	12	12	12	12	0
Cana s/Irrigação	2364	3708	5141	5857	6058	6083	6327	6540	6.6
Algodão arbóreo	2906	3255	2634	1512	756	378	189	94	-19.3
Amendoim	303	311	319	327	336	345	355	364	1.2
Mamona	129	135	142	149	157	81	53	164	1.5
Feijão/feijão	130	101	79	62	48	38	30	24	-11.0
Fumo	406	414	424	437	452	469	498	536	1.8
Feijão/milho	6342	6499	7154	7753	8065	8336	8895	9739	2.7
Laranja	454	439	442	463	508	555	607	629	2.0
Soja	5116	5738	6370	7093	7719	8410	9190	10259	4.4
Soja/trigo	2979	2878	2841	2850	2919	3039	3219	3252	0.5
Algodão herbáceo	1690	1798	2089	2774	2345	2167	2228	2425	2.3
Arroz	6310	6182	6450	6641	6838	6713	6695	6912	0.6
Mandioca	3930	4183	4343	4498	4661	4836	4896	5056	1.6
Café	2256	2121	2121	2121	2108	2093	2062	2028	-0.7
Milho	10325	10700	11568	12848	13787	14234	14825	16159	2.8
Subtotal (1)	45652	48474	52129	55397	56769	57789	60081	64193	2.1
Pastagem "A" (2)	45141	45760	49600	53341	59591	69447	69835	67274	2.5
(1)+(2)	90793	94234	101729	108738	116360	127236	129916	131467	2.3
Pastagem "B"	107604	109009	114721	125243	129490	132434	135782	138431	1.6
T O T A L	198397	203243	216450	233981	245850	259670	265698	269898	1.9

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa



to,<sup>13</sup> para a simulação do Cenário Básico. Verifica-se que a alocação proposta pelo modelo no curto prazo é coerente com os resultados obtidos nas safras de 1982 e 1983 conforme comparação com os dados da FIBGE apresentados na Tabela 19. A soma da área ocupada por soja com a do consórcio soja/trigo no período 1981-82 é equivalente à área colhida de soja em 1982 (8,2 milhões de hectares). A área ocupada com café em 1983-84 também se aproxima à área colhida em 1983 (2,2 milhões de hectares). Por outro lado, a área colhida com cana-de-açúcar em 1982 da ordem de 3 milhões de hectares, é superior àquela utilizada pelo modelo naquele ano, contudo esta diferença é compensada em 1983, onde a área colhida é 3,4 milhões de hectares, ou seja, inferior aos 3,7 milhões do modelo. As diferenças existentes podem ser atribuídas ao fato de estarmos utilizando um modelo de programação e não necessariamente de previsão.

As exceções à afirmação acima ficam por conta da laranja e da mandioca. No caso da primeira, a área colhida em 1982 é 30% superior à área alocada pelo modelo no biênio 1981/82. Além disso, a área colhida cresceu de 1982 para 1983, o que é uma tendência oposta ao decréscimo observado na Tabela 18. Com a mandioca ocorre o inverso, ou seja, a área colhida em 1982 e 1983 é decrescente e cerca da metade daquela obtida pelo modelo.

A maior queda de área ocupada com culturas no decorrer dos períodos apresentados na Tabela 18 é a de algodão arbóreo. Ela ocorreu porque o modelo optou por reduzir gradativamente as exportações de algodão, o que reduziu as necessidades de produção e, conseqüentemente, liberou área para outras atividades. Dado que a maior parte da demanda de algodão é originária do Centro-Sul, houve uma gradual redução da área ocupada com algodão arbóreo no Nordeste e sua substituição por algodão herbáceo, reduzindo-se deste modo os custos de transporte.

---

<sup>13</sup>A taxa anual de crescimento é dada pela fórmula:  

$$i = \sqrt{\frac{A_t}{A_0}} - 1$$
, onde  $A_0$  = valor no período inicial;  $A_t$  = valor no período  $t$ ; e  $t$  = número de períodos.

TABELA 19  
COMPARAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM ATIVIDADES  
SELECIONADAS SEGUNDO A FIBGE E OS  
RESULTADOS DO MODELO  
(1.000 ha)

CULTURA	1982		1983	
	IBGE	Modelo	IBGE	Modelo
Algodão arbóreo	2.072	2.906	1.580	3.255
Algodão herbáceo	1.571	1.609	1.347	1.798
Amendoim	236	303	212	311
Arroz	6.015	6.310	5.110	6.182
Café	1.857	2.256	2.279	2.121
Cana-de-Açúcar	3.085	2.376	3.447	3.720
Feijão	5.928	6.472	4.068	6.600
Fumo	318	406	315	414
Laranja	589	454	623	439
Mamona	462	129	271	135
Mandioca	2.132	3.930	2.021	4.183
Milho	12.601	16.667	10.741	10.700
Soja	8.202	8.095	8.136	8.616
Trigo	2.828	2.979	1.884	2.878
ÁREA TOTAL	50.199	45.652	44.270	48.474

FONTE: IBGE [1984 ] e Tabela 18.

Os maiores incrementos de área ocupada são creditados à cana-de-açúcar, consórcio feijão/milho, soja e milho. O aumento da cana-de-açúcar pode ser explicado pela excepcional taxa média de 10,6% ao ano de crescimento da demanda de álcool, a soja em decorrência do seu potencial de exportação e o milho igualmente pelo crescimento da demanda.

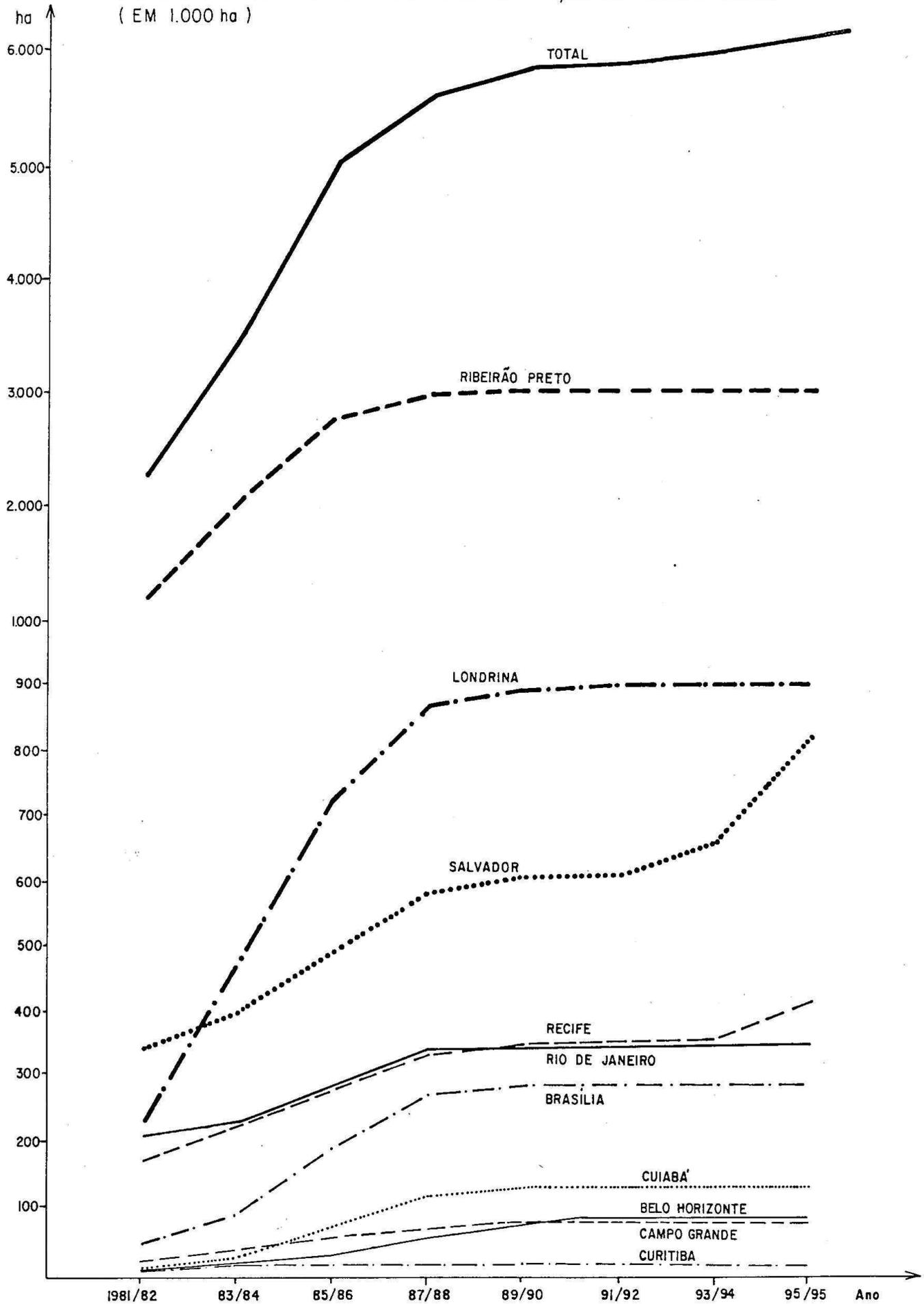
Com o intuito de analisar o deslocamento espacial da cultura da cana-de-açúcar, o Gráfico 2 e Tabela D-4 no Apêndice D apresentam evolução de sua área ocupada nas diferentes regiões de consumo, mostrando sua tendência de evoluir para regiões mais afastadas dos centros consumidores (Londrina, Salvador e Brasília), após esgotar as áreas tradicionais.

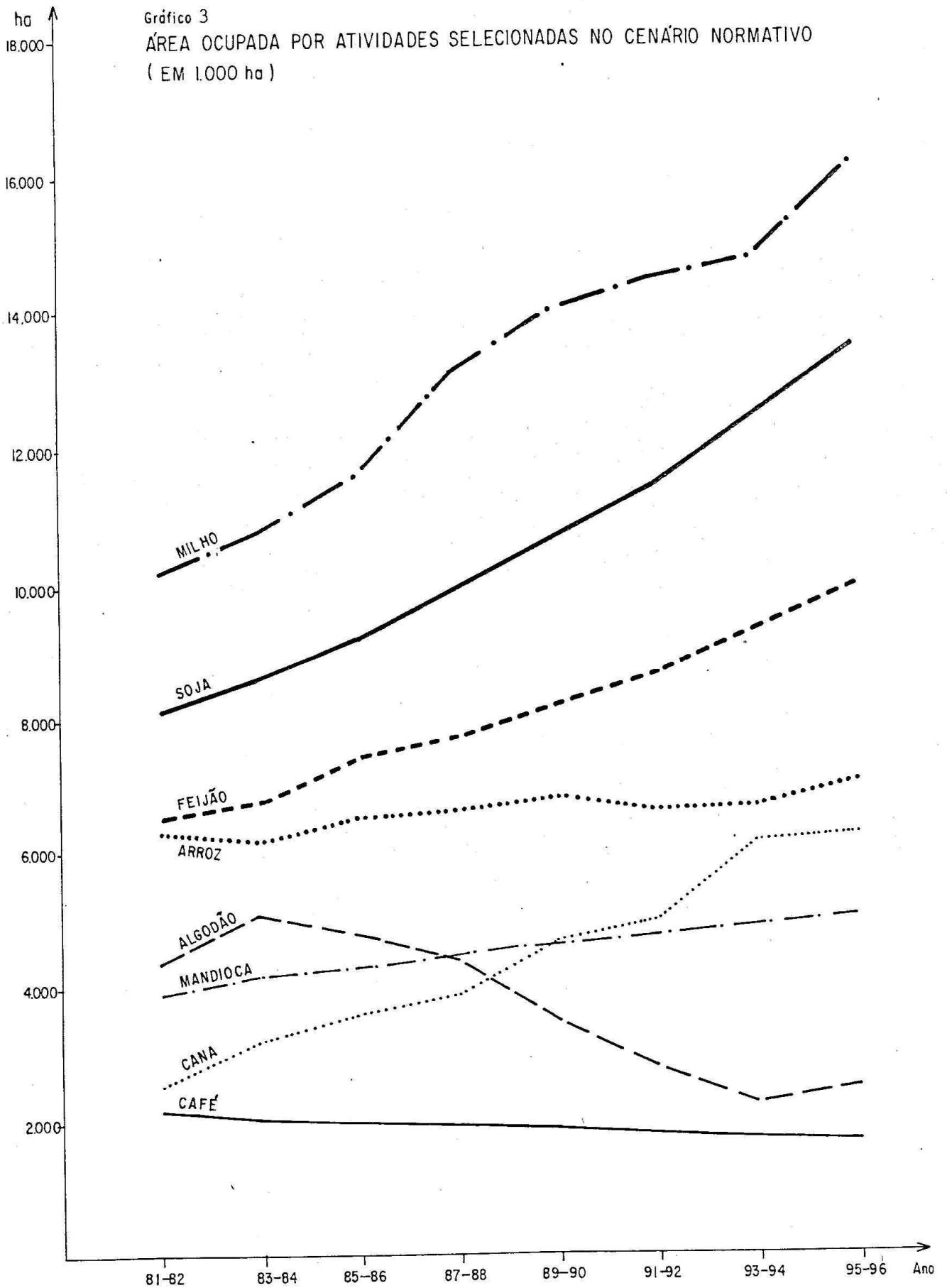
#### Cenários normativo, sem PROÁLCOOL e auto-suficiente

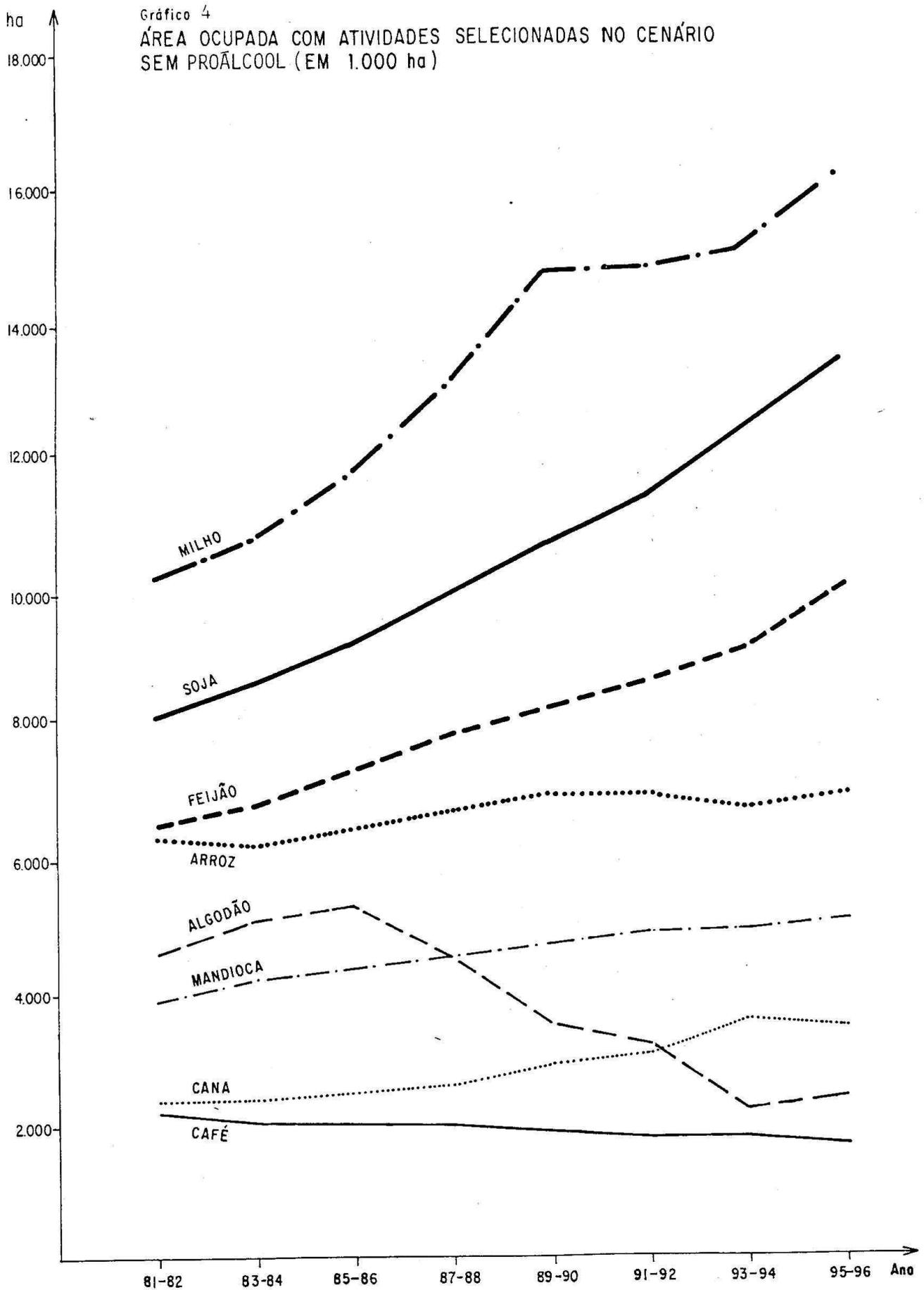
A evolução da área ocupada com culturas e pastagens, para os cenários Normativo, sem PROÁLCOOL e Auto-suficiente é apresentada nos Gráficos 3, 4 e 5 e Tabelas D-5, D-6 e D-7 no Apêndice D. No Cenário Básico a área total ocupada com culturas no período 1995-96 é superior ao Cenário Normativo em cerca de 460 mil hectares e superior ao Cenário sem PROÁLCOOL em cerca de 3,6 milhões de hectares. Contudo, como era de se esperar, é inferior ao Cenário Auto-suficiente em cerca de 2,6 milhões de hectares. Esta redução na área ocupada, quando passamos do Cenário Básico para o Cenário Normativo é o resultado líquido da contração da cana-de-açúcar (353 mil ha), do café (301 mil ha) da soja (178 mil ha) e da expansão das culturas feijão/milho (200 mil ha), soja/trigo (86 mil ha) e arroz 84 mil ha). As outras culturas não apresentam variações substanciais na área ocupada. A redução na área ocupada, quando passamos do Cenário Básico para o Cenário Sem PROÁLCOOL, é basicamente resultado da contração da cana-de-açúcar (cerca de 3,1 milhões de ha), do café (0,3 milhão de ha) e da soja (cerca de 0,2 milhão de ha).

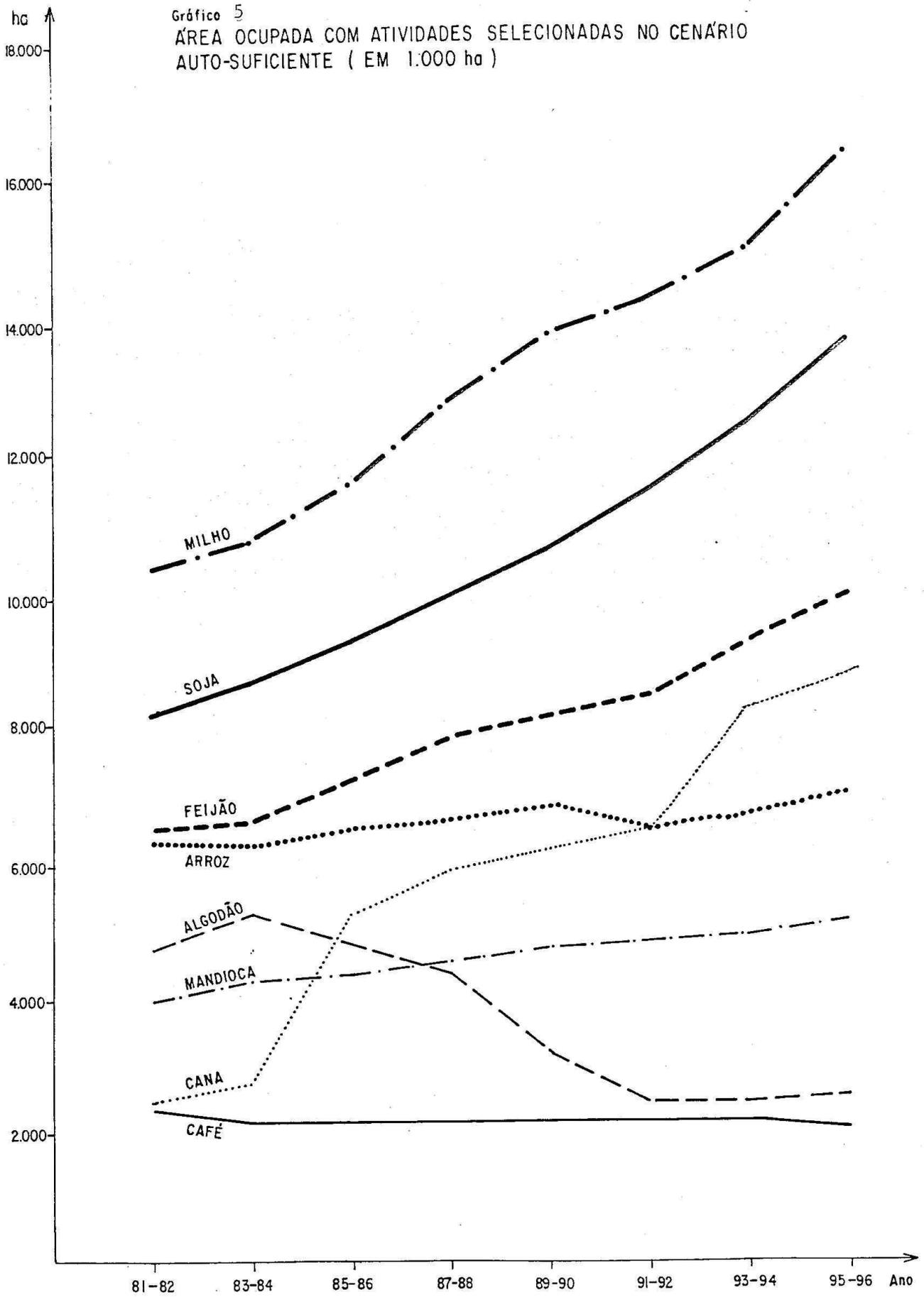
Já no Cenário Auto-suficiente há apenas queda na área ocupada do consórcio soja/trigo (cerca de 0,1 milhão de ha). O incre

Gráfico 2  
SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-ACÚÇAR NO CENÁRIO BÁSICO  
( EM 1.000 ha )









mento de área com relação ao Cenário Básico é devido ao substancial acréscimo da área ocupada com cana-de-açúcar (cerca de 2,1 milhões de ha) e das culturas feijão/milho, soja, arroz e milho (cerca de 0,5 milhão de ha no conjunto). A redução da área ocupada com o consórcio soja/trigo é compensada pelo aumento da área ocupada com a soja isolada (0,13 milhão de ha) e pelo incremento das importações de trigo.

Já a pecuária em solos de culturas com relação ao Cenário Básico, apresenta um acréscimo de 0,5 milhão de hectares no Cenário Normativo, um acréscimo de 3,7 milhões de hectares no Cenário Sem PROÁLCOOL e uma redução de 2,5 milhões de hectares no Cenário Auto-suficiente. Desta forma, a pecuária em solos de culturas é deslocada das regiões de maior produtividade pela expansão da cana-de-açúcar.

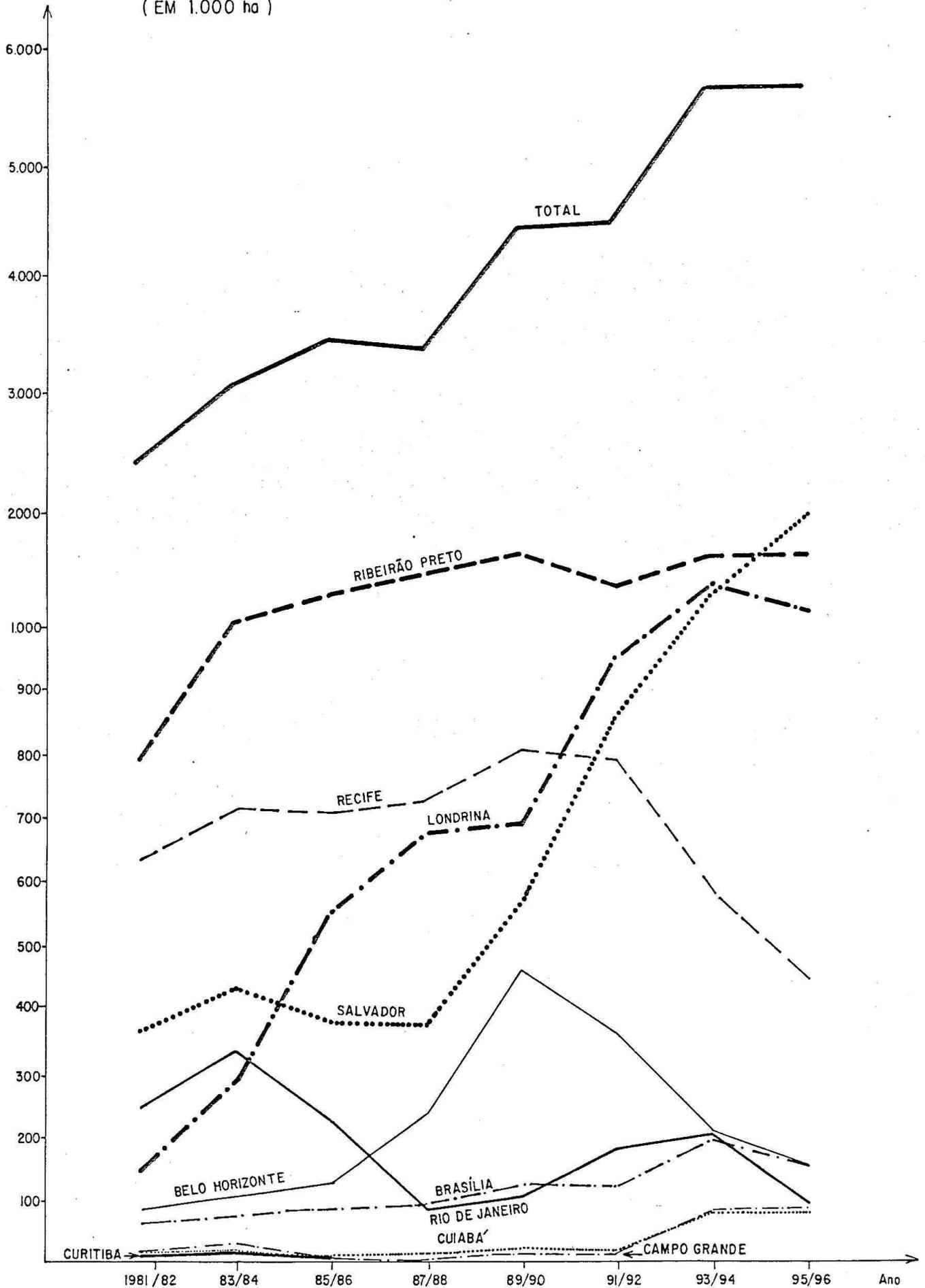
O deslocamento espacial da cana-de-açúcar para os cenários Normativo, Sem PROÁLCOOL e Auto-suficiente é apresentado nos Gráficos 6, 7 e 8, e nas Tabelas D-8, D-9 e D-10, respectivamente. É interessante observar que nos cenários Normativo e Sem PROÁLCOOL há considerável redução de área ocupada ao longo do horizonte de análise nas regiões de Recife e Rio de Janeiro inclusive Ribeirão Preto (no Cenário Sem PROÁLCOOL), mostrando uma tendência de evoluir para regiões mais afastadas dos centros consumidores (Londrina, Salvador e Brasília), da mesma forma que o observado no Cenário Básico.

No Cenário Auto-suficiente, conforme apresentado no Gráfico 8, mesmo com um substancial acréscimo da área ocupada com cana-de-açúcar, a tendência continua a mesma.

#### O custo social do álcool

A Tabela 20 compara o valor do preço-sombra do álcool e de alguns outros produtos selecionados no período 1991-92, na região de Ribeirão Preto, para os diferentes cenários considerados. Os valores médios para um período de 10 anos (1987-1996) desses mesmos preços podem ser vistos na Tabela 21.

Gráfico 6  
SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO CENÁRIO NORMATIVO  
( EM 1.000 ha )



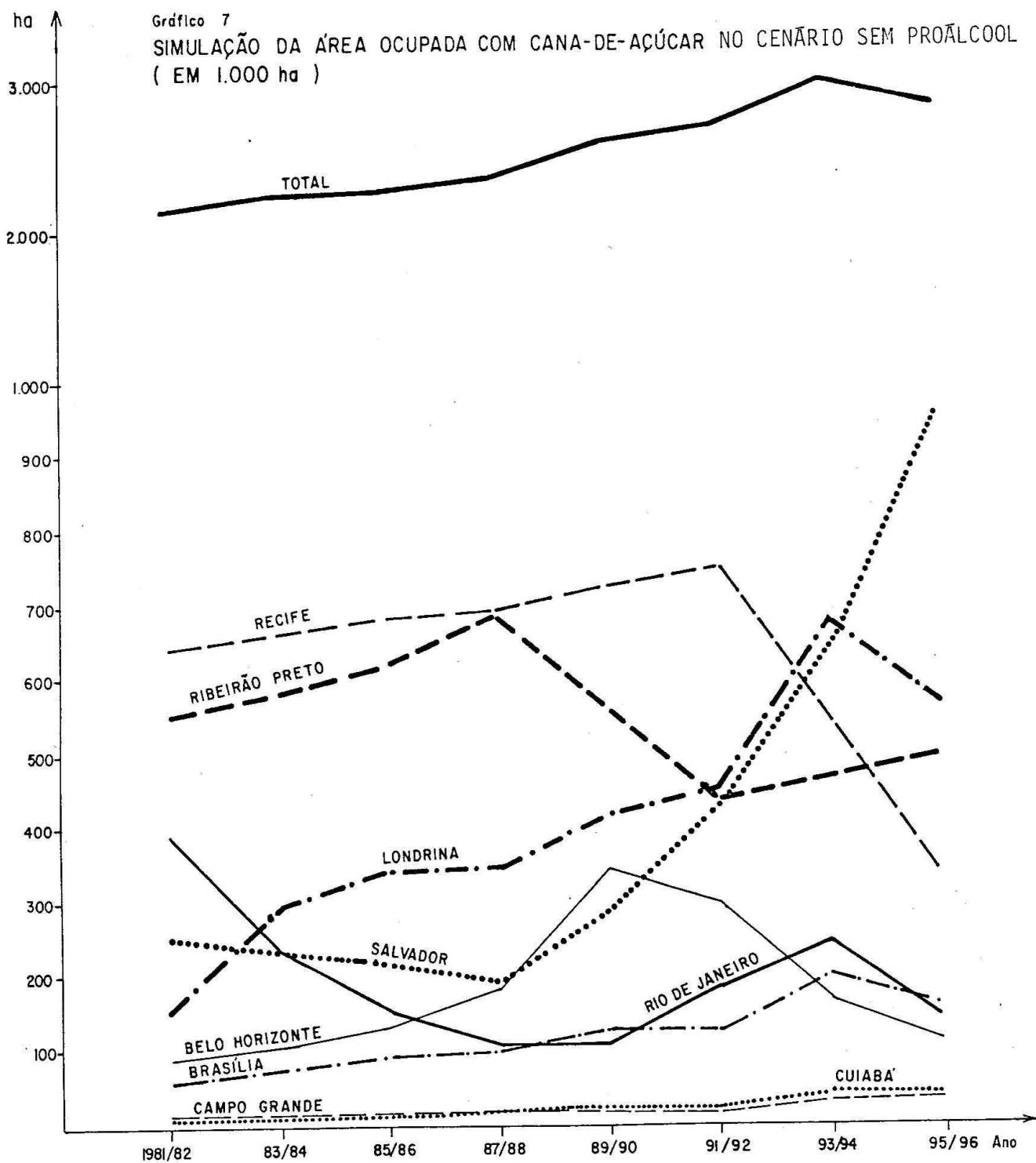


Gráfico 8

SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO CENÁRIO  
AUTO-SUFICIENTE (EM 1.000 ha)

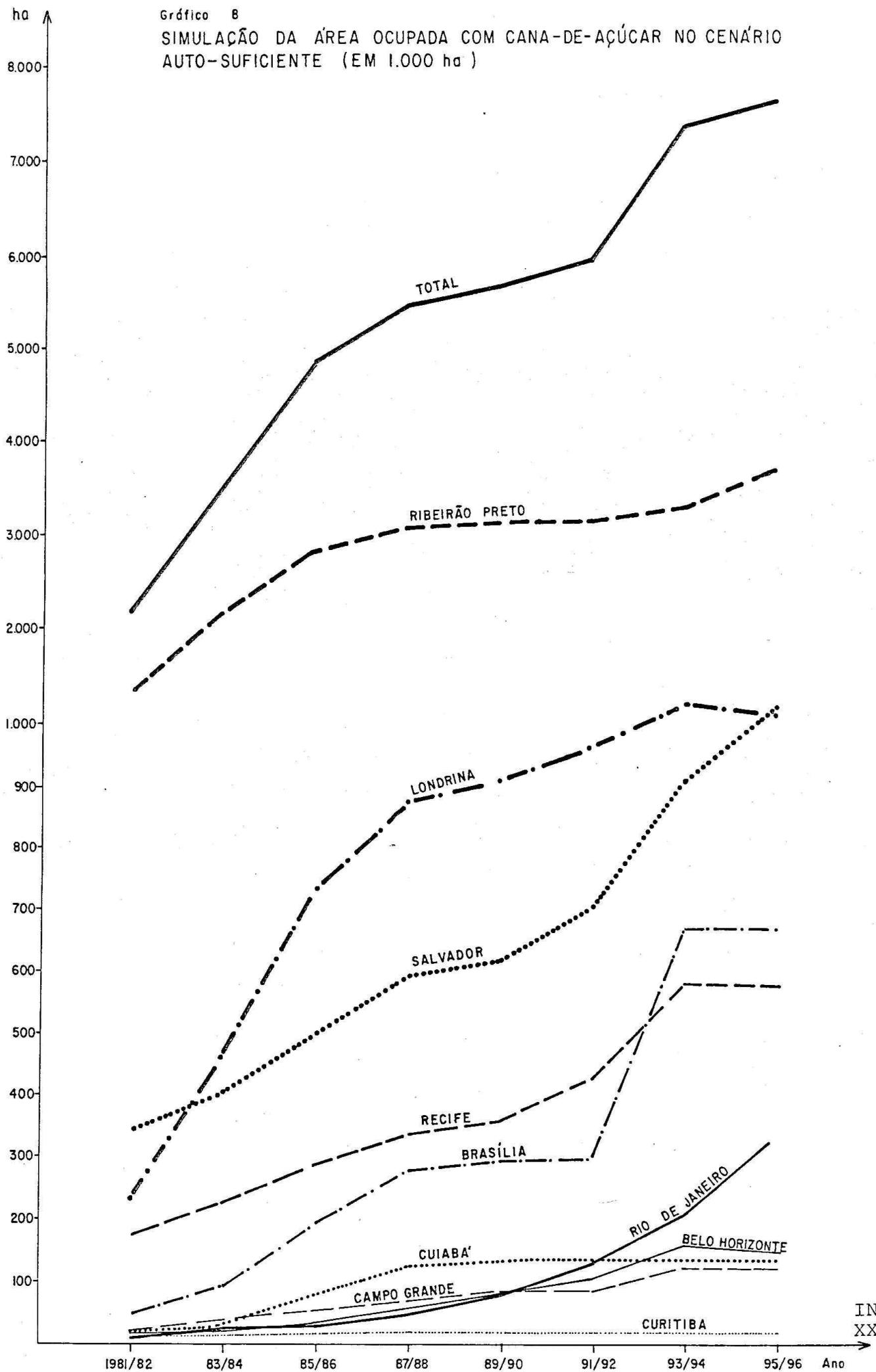


TABELA 20

COMPARAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA EM RIBEIRÃO PRETO PARA PRODUTOS  
SELECIONADOS NOS DIFERENTES CENÁRIOS CONSIDERADOS - 1991/92

(US\$ de 1984/litro ou quilograma)

CENÁRIO	PRODUTO				
	Álcool	Soja	Milho	Arroz	Feijão
Básico	-	0,268	0,240	0,375	0,408
Normativo	0,437	0,253	0,230	0,373	0,448
(variação <sup>1</sup> %)	-	-5,9	-4,3	-0,5	9,8
Sem Proálcool	0,425	0,219	0,223	0,353	0,312
(variação <sup>1</sup> %)	-2,7 <sup>2</sup>	-22,4	-7,6	-0,5	-30,8
Auto-suficiente	-	0,272	0,240	0,377	0,414
(variação <sup>1</sup> %)	-	1,5	0,0	0,5	1,5

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Variação percentual medida em relação ao Cenário Básico.

<sup>2</sup>Variação percentual medida em relação ao Cenário Normativo.

TABELA 21  
COMPARAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA EM RIBEIRÃO PRETO PARA PRODUTOS  
SELECIONADOS NOS DIFERENTES CENÁRIOS CONSIDERADOS -  
MÉDIA 1987/88-1995/96

(US\$ de 1984/litro ou quilograma)

CENÁRIO	PRODUTO				
	Álcool	Soja	Milho	Arroz	Feijão
Básico	-	0,246	0,237	0,354	0,343
Normativo	0,446	0,237	0,230	0,351	0,345
(variação <sup>1</sup> %)	-	-3,8	-3,0	-0,8	0,6
Sem Proálcool	0,442	0,234	0,228	0,349	0,339
(variação <sup>1</sup> %)	-1,0 <sup>2</sup>	-5,1	-3,9	-1,4	-1,2
Auto-suficiente	-	0,243	0,232	0,350	0,336
(variação <sup>1</sup> %)	-	-1,2	-2,2	-1,1	-2,1

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Variação percentual medida em relação ao Cenário Básico.

<sup>2</sup>Variação percentual medida em relação ao Cenário Normativo.

Conceitualmente, o preço-sombra é definido como o valor da variável dual associada à restrição de atendimento à demanda e indica de quanto se reduziria o valor da função objetivo -descrita anteriormente - caso a demanda se eleve de uma unidade em uma dada região em um ano qualquer do horizonte de análise.

Os valores do preço-sombra do álcool nos cenários Básico e Auto-Suficiente não são apresentados nas referidas tabelas, já que nestes casos a interpretação econômica das variáveis duais correspondentes fica distorcida. Para estes dois cenários foram impostos limites mínimos para produção de cana-de-açúcar em diversas regiões produtoras correspondendo aos projetos já implantados ou em implementação segundo cronograma aprovado pelo PROÁLCOOL. Como estes valores implicam uma produção muito elevada, que está alguns períodos acima das expectativas de demanda com que se está trabalhando, a solução encontrada pelo modelo é a de exportar o excedente. Neste caso o aumento de uma unidade de demanda passa a implicar a redução de uma unidade na exportação, passando a variável dual associada a assumir o valor do preço de exportação do álcool.

Nas Tabelas 20 e 21, verifica-se que tanto para o álcool, como para os exportáveis (soja) e para os produtos alimentares (milho, arroz e feijão), o preço-sombra em Ribeirão Preto aumenta à medida que se considera demandas de álcool mais elevadas. A diferença é tanto maior quanto mais intensa for a competição da cultura com a cana-de-açúcar. O tipo de efeito descrito acima é também observado nas demais regiões do modelo.

Quando se examina os dados relativos ao período 1991/92 nota-se uma variação muito mais expressiva nos preços-sombra que os apresentados pelos valores médios do período 1987/96. Nos primeiros anos abrangidos pelo período mais extenso a diferença entre as demandas de álcool é pequena e as soluções são estruturalmente similares, ocorrendo variações mínimas nas variáveis duais. Desta forma nos valores médios para todo o período 1987/96 as diferenças entre os diferentes cenários ficam mais suavizadas.

Tomando-se o Cenário Normativo como referência, pode-se avaliar o "custo social" marginal do álcool para os níveis de demanda de álcool carburante atualmente previstos. Uma boa estimativa para este custo pode ser dada pelo preço-sombra pois este leva em conta tanto os efeitos diretos quanto indiretos de um incremento marginal na demanda.

A comparação do custo marginal encontrado, para o período 1987-1996, com os preços atuais ao consumidor (US\$ 0,342/ℓ)<sup>14</sup> mostra a existência, em termos econômicos, de um subsídio marginal implícito de US\$ 0,104/ℓ a ser socializado através de mecanismos fiscais. O custo doméstico do programa inclui os acréscimos de custos de todos os produtos agropecuários (inclusive o próprio álcool) e ainda o subsídio acima. Apenas como referência é interessante assinalar que o valor encontrado para o custo marginal do álcool corresponde a aproximadamente US\$ 89 por barril equivalente de petróleo.<sup>15</sup>

Comparando-se os custos marginais do álcool para as demais regiões de consumo, verifica-se, como era esperado, a tendência do modelo de equalizar estes valores, sendo a diferença remanescente creditada apenas aos custos de transporte entre as regiões.

Esta equalização se processa endogenamente ao modelo principalmente através do ajuste do preço-sombra da terra que reflete, no horizonte da análise, o valor de compra de uma unidade adicional de terra. Os Gráficos 9, 10, 11 e 12 e as Tabelas D-11, D-12, D-13 e D-14 do Apêndice D mostram o comportamento do preço-sombra da terra nos diferentes períodos em regiões selecionadas, para os quatro cenários em estudo. De um modo geral, verifica-se um comportamento estável ao longo do tempo em cada região e diferenças marcantes entre as regiões refletindo suas diferentes potencialidades de produção e localização relativamente aos centros de consumo e/ou pontos de exportação.

<sup>14</sup>Calculado tomando-se o preço ao consumidor em novembro de 1984 de Cr\$ 890 e convertendo ao câmbio de Cr\$ 2.600/US\$ (de 9/11/84).

<sup>15</sup>Calculado supondo que o litro marginal de álcool vá ser usado na forma hidratada.

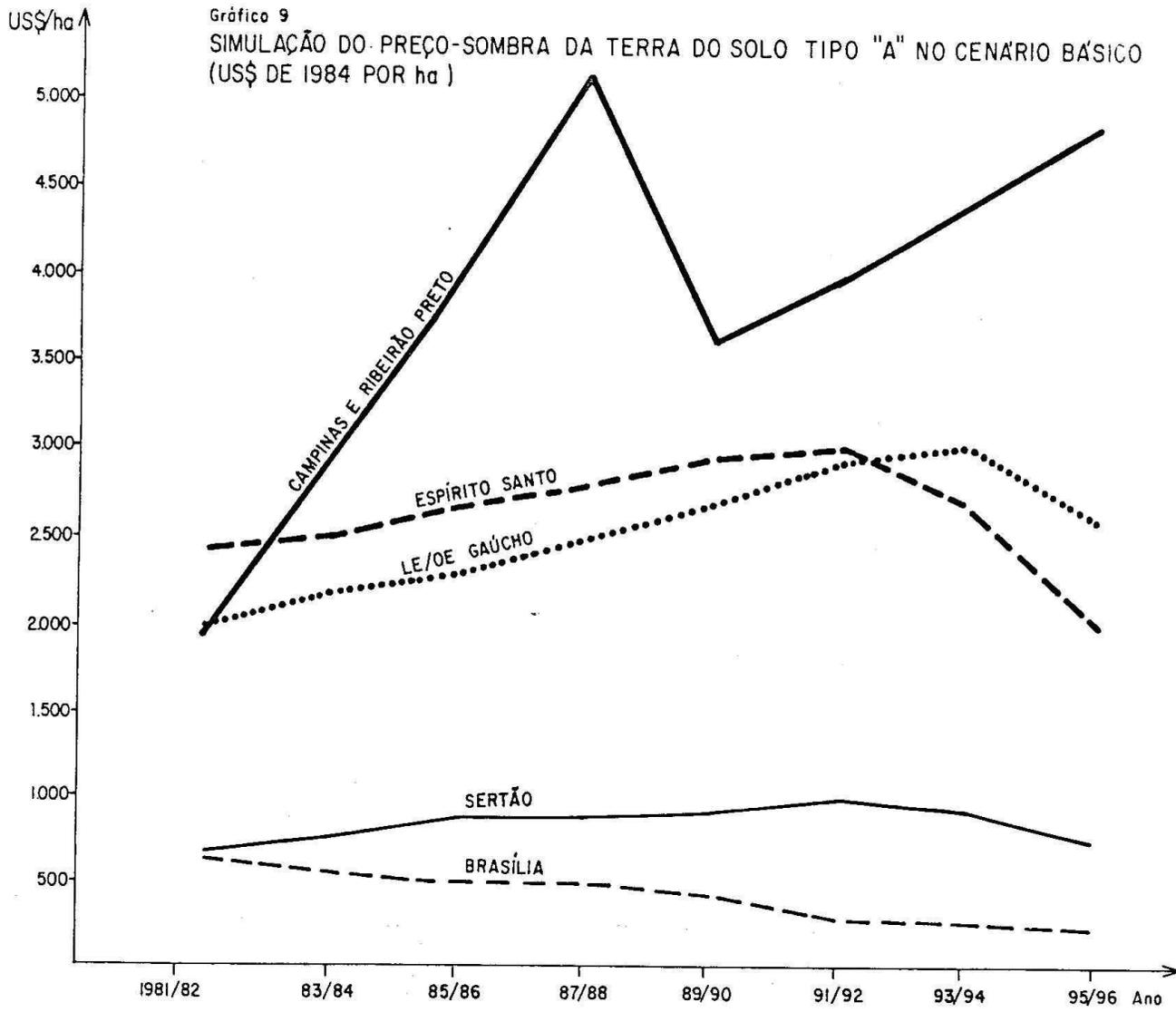
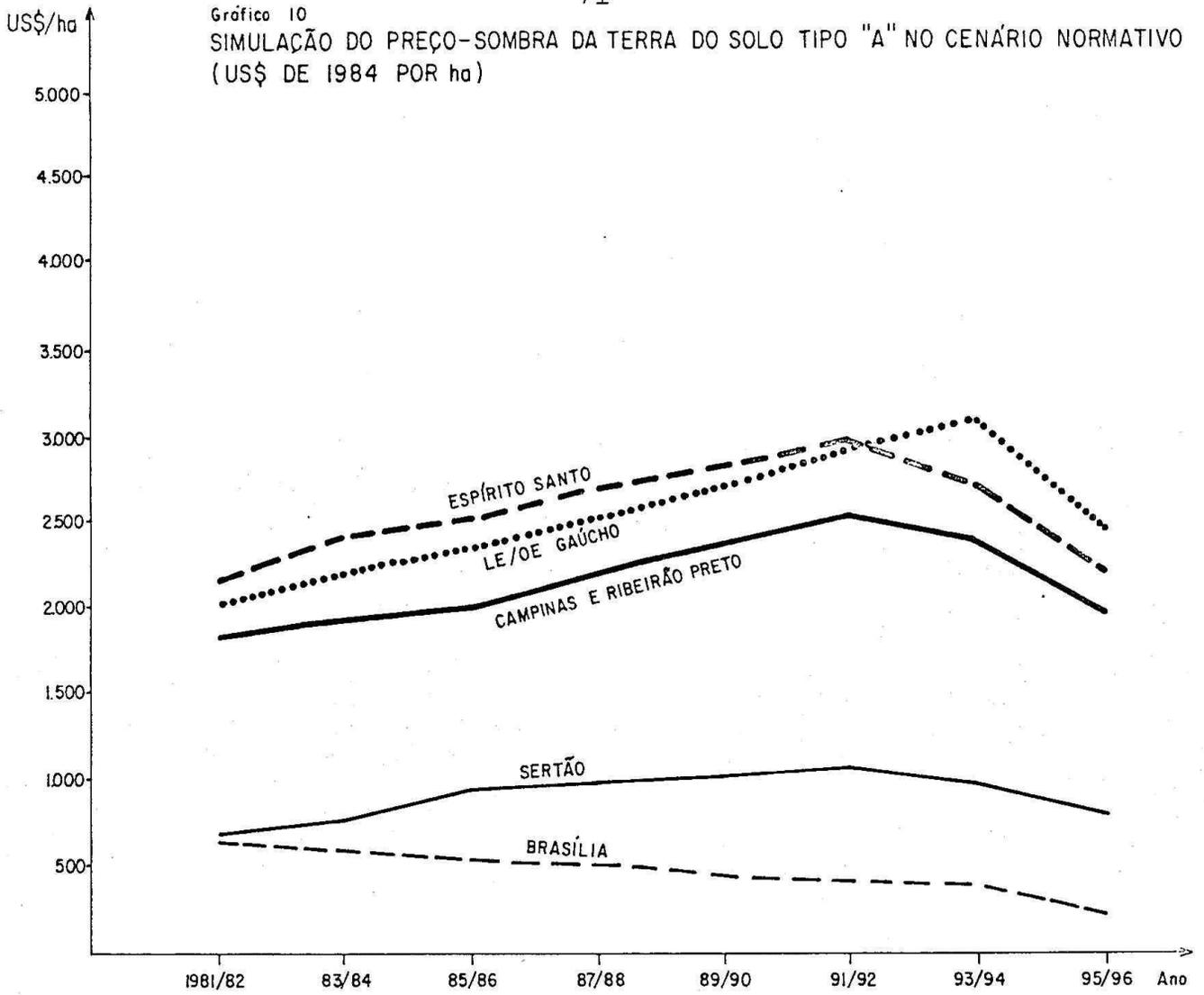
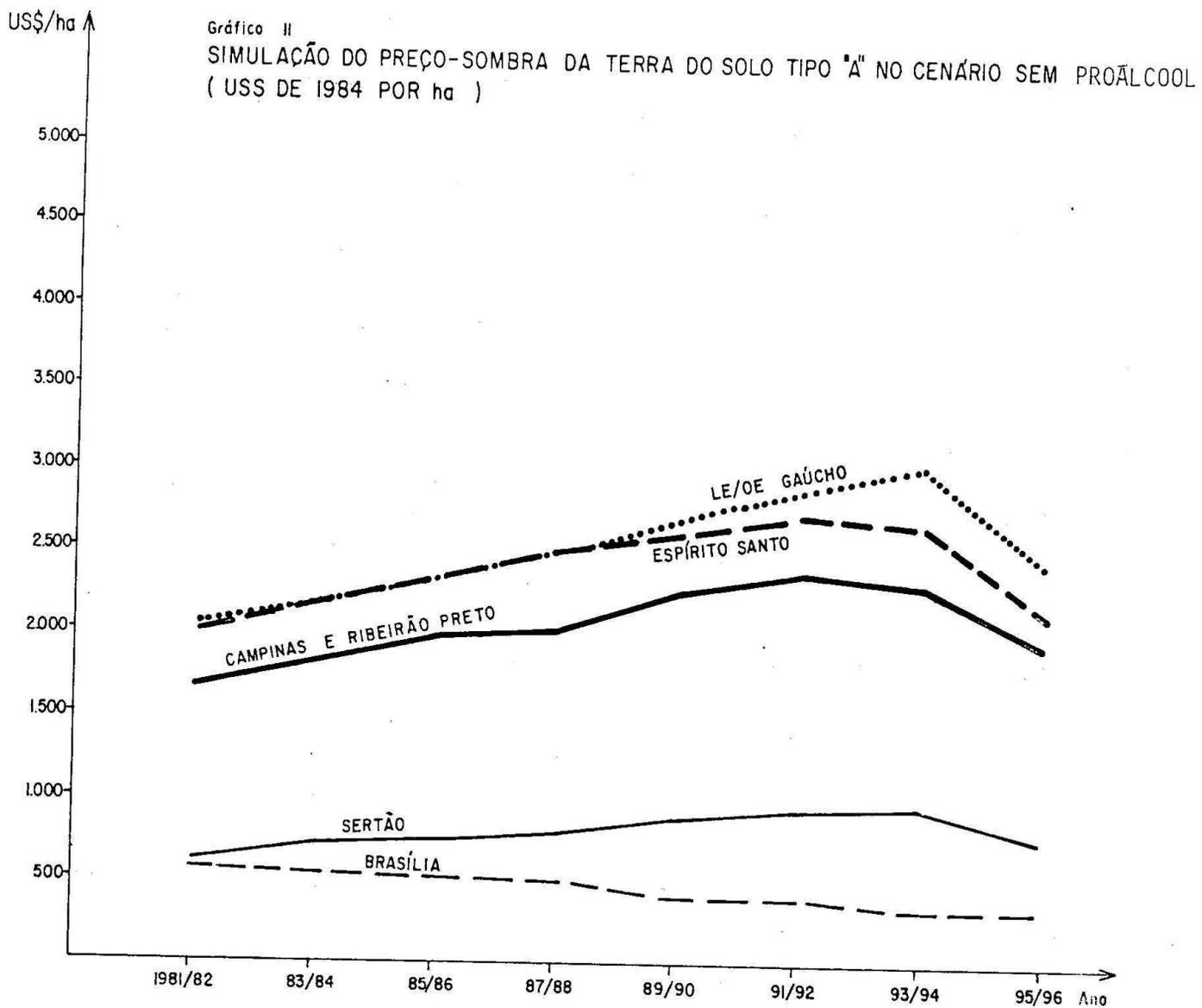
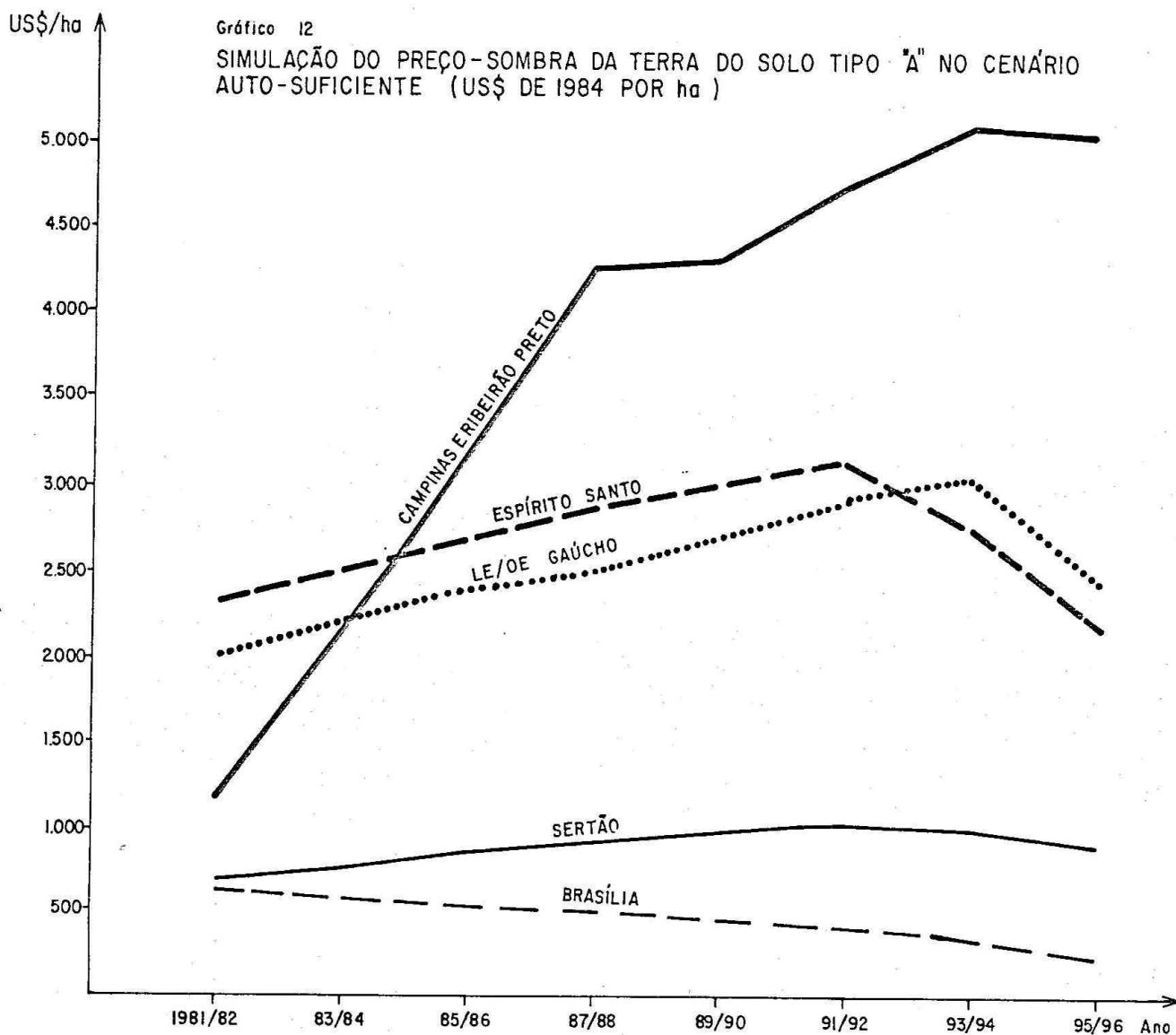


Gráfico 10  
SIMULAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA DA TERRA DO SOLO TIPO "A" NO CENÁRIO NORMATIVO  
(US\$ DE 1984 POR ha)







Comparando-se os resultados dos cenários Básico e Normativo, constata-se que entre as regiões selecionadas, as mudanças mais significativas se referem à região de Campinas e Ribeirão Preto. No Normativo como a plantação de cana-de-açúcar nesta região diminui (compensada por Espírito Santo e Leste-Oeste gaúcho, reduz-se a pressão sobre os custos da terra, reduzindo consideravelmente seu preço-sombra. Esta observação vem reforçar a hipótese de que a alocação de terra para cana-de-açúcar adotada pelo PROÁLCOOL no Cenário Básico não é necessariamente a mais conveniente para o País.

Para o Cenário Sem PROÁLCOOL, onde efetivamente não existe a pressão adicional sobre a terra colocada pela demanda de álcool hidratado, também tem-se o preço-sombra da terra em Campinas e Ribeirão Preto consideravelmente menor que no caso do Cenário Básico.

#### Balança comercial

O impacto direto do PROÁLCOOL na balança comercial do País tem dois aspectos: o efeito na importação e exportação de produtos agrícolas e a redução de importações de petróleo devido à substituição de derivados por álcool. Para a avaliação destes impactos, os produtos agrícolas foram valorados de acordo com a média dos preços CIF e FOB entre os anos 1974 e 1979, enquanto o álcool anidro e hidratado foi valorado a US\$ 0,220 e US\$ 0,180 por litro respectivamente. Para calcular estes valores levou-se em conta que o anidro é um substituto perfeito para a gasolina, que o uso do hidratado implica a perda de rendimento volumétrico de 20%, e considerou-se o preço internacional da gasolina a US\$ 35/barril.

As Tabelas 22, 23, 24 e 25 mostram, para os quatro cenários estudados, o efeito total dos dois fatores destacados acima evidenciando uma tendência crescente do saldo total, em todos os casos, até 1991-92, e uma piora subsequente. O fator responsável por esta redução no saldo é o alto crescimento das importações de bens agrícolas no período para atender à demanda.

As exportações de produtos agrícolas são praticamente estáveis, com um crescimento similar em todos os cenários, da ordem de 2,0% ao ano, enquanto que a substituição de derivados de petróleo

TABELA 22

SIMULAÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS E SUBSTITUIÇÃO DOS DERIVADOS NO CENÁRIO BÁSICO

(US\$ Milhões de 1984)

ITEM	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
<u>Produtos Agrícolas</u>									
a) Exportação	9894	10964	11672	12642	12656	12785	13090	13139	2,0
b) Importação	740	824	897	927	937	1079	3553	7436	17,9
c) (a - b)	9154	10140	10775	11715	11719	11706	9537	5703	-3,3
<u>Substituição de Derivados de Petróleo por Alcool</u>									
d) Hidratado	276,2	592,0	800,7	1001,6	1218,1	1473,7	1761,9	2049,6	15,4
e) Anidro	348,4	481,8	471,6	482,4	521,5	586,9	683,1	822,5	6,3
f) Subtotal (d+e)	624,6	1073,8	1272,3	1484,0	1739,6	2060,6	2445,0	2872,5	11,5
Saldo Total (c+f)	9778,5	11213,8	12047,3	13199,0	13453,6	13766,6	11982,0	8575,5	-

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

TABELA 23

SIMULAÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS E SUBSTITUIÇÃO DOS DERIVADOS NO CENÁRIO NORMATIVO

(US\$ Milhões de 1984)

ITEM	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
<u>Produtos Agrícolas</u>									
a) Exportação	9823,1	10942,8	11709,4	12827,7	12964,2	12881,2	12522,4	13255,0	2,2
b) Importação	763,6	855,3	915,8	961,9	967,9	1052,8	3176,3	6966,6	17,1
c) (a - b)	9059,5	10087,5	10793,6	11865,8	11996,3	11828,4	9346,1	6288,4	-2,6
<u>Substituição de Derivados de Petróleo por Alcool</u>									
d) Hidratado	276,2	592,0	800,7	1001,6	1218,1	1473,1	1761,9	2049,6	15,4
e) Anidro	348,4	481,8	471,6	482,4	521,5	586,9	683,1	822,5	6,3
f) Subtotal (d+e)	624,6	1073,8	1272,3	1484,0	1739,6	2060,6	2445,0	2872,5	11,5
Saldo Total (c+f)	9684,1	11161,3	12065,9	13349,8	13735,9	13889,0	11791,1	9160,9	-

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

TABELA 24

SIMULAÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS E SUBSTITUIÇÃO DOS DERIVADOS NO CENÁRIO SEM PROÁLCOOL

(US\$ Milhões de 1984)

ITEM	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
<u>Produtos Agrícolas</u>									
a) Exportação	9823	10968	11885	12828	13232	13328	12663	13143	2,1
b) Importação	751	844	912	970	971	1053	2652	6052	16,1
c) (a - b)	9072	10124	10973	11858	12261	12275	10011	7091	-1,7
<u>Substituição de Derivados de Petróleo por Alcool</u>									
d) Hidratado	-	-	-	-	-	-	-	-	-
e) Anidro	628,6	623,5	637,6	682,0	759,0	870,3	1018,9	1210,3	4,8
f) Subtotal (d+e)	628,6	623,5	637,6	682,0	759,0	870,3	1018,9	1210,3	4,8
Saldo Total (c+f)	9700,6	10747,5	11610,6	12540,0	13020,0	13145,3	11029,9	8301,3	-

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

TABELA 25

SIMULAÇÃO DA BALANÇA COMERCIAL<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS E SUBSTITUIÇÃO DOS DERIVADOS NO CENÁRIO AUTO-SUFICIENTE

(US\$ Milhões de 1984)

ITEM	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
<u>Produtos Agrícolas</u>									
a) Exportação	9908,9	10955,6	11654,3	12625,1	12632,2	12243,6	12583,8	13138,8	2,0
b) Importação	739,8	825,5	895,9	923,4	934,2	1078,7	4045,8	8102,5	18,6
c) (a - b)	9169,1	10130,1	10758,4	11701,7	11698,0	11164,9	8538,0	5036,3	-4,2
<u>Substituição de Derivados de Petróleo por Alcool</u>									
d) Hidratado	276,2	599,9	904,4	1273,9	1731,1	2310,3	2948,4	3370,2	19,6
e) Anidro	348,4	481,8	471,6	482,4	521,5	586,9	683,1	822,5	6,3
f) Subtotal (d+e)	624,6	1081,7	1376,0	1756,3	2252,6	2897,2	3631,5	4192,7	14,6
Saldo Total (c+f)	9793,7	11211,8	12134,4	13458,0	13950,6	14062,1	12169,5	9229,0	-

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

apresenta uma contribuição crescente que varia de 11,5% ao ano nos cenários Básico e Normativo, 4,8% ao ano no Cenário Sem PROÁLCOOL e de 14,6% ao ano no Cenário Auto-Suficiente.

Os resultados obtidos indicam a ocorrência de um impacto positivo do PROÁLCOOL sobre a balança de pagamentos do País da ordem de 500 milhões de dólares (de 1984) anuais. Este impacto aumenta à medida que se intensifica a produção e o uso de álcool carburante (Cenário Auto-Suficiente).

A comparação das tabelas acima citadas, vem confirmar as indicações anteriores do Cenário Básico de que nem a performance média das exportações, nem o crescimento das importações, ambos do modelo, podem ser creditados aos efeitos do PROÁLCOOL. Ambos os efeitos continuam a aparecer, grosso modo, nas diferentes simulações efetuadas, quaisquer que sejam os níveis de produção de cana-de-açúcar considerados. Apenas nos períodos finais examinados é que se sente alguma variação mais significativa entre os cenários, função principalmente das variações nas importações e que serão discutidas mais adiante.

As Tabelas 26, 27, 28 e 29 detalham a composição das exportações no período, mostrando o crescimento das exportações de café e açúcar, nos limites máximos impostos por força dos acordos internacionais que o Brasil subscreve.<sup>16</sup> Vê-se ainda o crescimento das exportações de soja, fumo e amendoim e a redução acelerada das exportações de laranja e de algodão. Este comportamento é extremamente estável em todos os cenários, independentemente dos níveis de demanda de álcool considerados em cada caso.

Vale ressaltar que as folgas entre os cenários com mais ou menos álcool, não são aproveitadas para aumentar as exportações porque não há muita competição por terra entre soja e cana-de-açúcar e porque as exportações de café e açúcar estão limitadas. Estes fatos justificam a estabilidade das exportações entre os diferentes

---

<sup>16</sup>Esta é, admitidamente, uma maneira precária de modelar a participação do País no mercado destes produtos.

TABELA 26

SIMULAÇÃO DO VALOR DAS EXPORTAÇÕES<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NO CENÁRIO BÁSICO

(US\$ Milhões de 1984)

PRODUTO	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
Soja	2941	3226	3539	3882	4259	4672	5125	5623	4,7
Fumo	477	499	521	544	569	595	621	649	2,2
Amendoim	662	673	685	696	708	720	732	745	0,8
Açúcar	737	751	766	782	797	813	829	846	1,0
Cafê	4513	4604	4696	4790	4885	4983	5083	5184	1,0
Laranja	170	155	125	100	85	92	91	91	-4,3
Milho	-	353	483	649	587	378	99	-	-
Algodão	-	312	471	586	881	393	97	-	-
Alcool	81	232	271	317	371	434	508	-	-
TOTAL	9894	10964	11672	12642	12656	12785	13090	13139	2,0

FONTE: IPEA - Modelo Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

TABELA 27

SIMULAÇÃO DO VALOR DAS EXPORTAÇÕES<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NO CENÁRIO NORMATIVO

(US\$ Milhões de 1984)

PRODUTO	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
Soja	2941	3226	3539	3882	4259	4672	5125	5622	4,7
Fumo	477	498	521	544	569	594	621	649	2,2
Amendoim	662	673	684	696	708	720	732	744	0,5
Açúcar	736	751	766	781	797	813	829	846	1,0
Cafê	4559	4603	4695	4789	4885	4983	5082	5184	1,0
Laranja	169	154	124	99	84	91	91	91	-4,3
Milho	-	424	550	818	756	474	39	-	-
Algodão	322	588	827	1214	903	540	-	115	-
Alcool	-	21	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	9823	10942	11709	12827	12964	12881	12522	13255	2,2

FONTE: IPEA - Modelo Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

TABELA 28

SIMULAÇÃO DO VALOR DAS EXPORTAÇÕES<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NO CENÁRIO SEM PROÁLCOL

(US\$ Milhões de 1984)

PRODUTO	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
Soja	2941	3226	3539	3882	4259	4672	5125	5623	4,7
Fumo	477	499	521	544	569	595	621	649	2,2
Amendoim	662	673	685	696	708	720	732	745	0,8
Açúcar	737	751	766	782	797	813	829	846	1,0
Cafê	4514	4604	4696	4790	4885	4983	5083	5184	1,0
Laranja	170	155	125	100	85	92	91	91	-4,3
Milho	-	411	594	811	1020	626	180	4	-
Algodão	322	589	959	1223	907	827	-	-	-
Alcool	-	59	-	-	-	-	-	-	-
TOTAL	9823	10968	11885	12828	13232	13328	12663	13143	2,1

FONTE: IPEA - Modelo Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

TABELA 30  
SIMULAÇÃO DO VALOR DAS IMPORTAÇÕES<sup>1</sup> DE PRODUTOS  
AGROPECUÁRIOS NOS CENÁRIOS CONSIDERADOS

(US\$ Milhões de 1984)

CENÁRIO E PRODUTO	PERÍODO								TAXA ANUAL DE CRESCI- MENTO (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
Cenário Básico									
Carne	-	-	-	-	-	-	2 185	5 626	-
Leite	118	141	130	74	-	16	212	585	12,1
Trigo	622	683	766	853	937	1 017	1 090	1 215	4,9
Mamona	-	-	-	-	-	47	67	11	-
Total	740	824	896	927	937	1 080	3 554	7 437	17,9
Cenário Normativo									
Leite	104	139	121	77	-	-	86	431	6,4
Trigo	659	716	795	884	968	1 047	1 121	1 188	4,3
Mamona	-	-	-	-	-	5	67	-	-
Total	763	855	916	961	968	1 052	1 274	1 619	17,1
Cenário Sem Proálcool									
Carne	-	-	-	-	-	-	1 408	4 514	-
Leite	107	139	124	85	-	-	48	323	8,2
Trigo	644	705	788	884	970	1 053	1 129	1 199	4,5
Mamona	-	-	-	-	-	-	67	16	-
Total	751	844	912	969	970	1 053	2 652	6 052	16,1
Cenário Auto-Suficiente									
Leite	-	-	-	-	-	-	2 624	6 208	-
Carne	118	142	130	73	-	15	262	655	13,0
Trigo	622	683	766	851	934	1 013	1 084	1 240	5,1
Mamona	-	-	-	-	-	51	-	-	-
Total	740	825	896	924	934	1 079	4 045	8 103	18,6

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes às médias dos dois anos dos respectivos períodos.

nho (leite, corte, misto). Estas dificuldades com os dados certamente afetaram o custo da produção doméstica destes produtos, possivelmente reduzindo sua competitividade frente a importações.

Deve-se destacar ainda que a fixação dos coeficientes de produtividade, invariantes com o tempo, talvez seja uma das maiores limitações do modelo em sua forma atual. A evolução das tecnologias agropecuárias e a simples transferência de tecnologia entre regiões certamente deverá aumentar os índices de produtividade utilizados. A análise aqui descrita deve ser sempre pensada dentro desses limites, ou seja, "mantidas as mesmas condições de produtividade atuais".

Assim, os resultados do modelo no tocante às importações podem ser encarados como indicadores da necessidade da melhoria da produtividade global da agricultura e em especial da pecuária brasileira.

Admitindo-se que ganhos de produtividade deverão ocorrer e por conseguinte não se terá as fortes pressões para a importação apresentada nas simulações realizadas, então, possivelmente, as diferenças entre as importações de produtos agrícolas nos diferentes cenários tenderá a cair, e em consequência os benefícios do PROÁLCOOL quanto à balança de pagamentos deverão ser maiores que os aqui apresentados.<sup>19</sup>

---

<sup>19</sup> Não se contabilizou aqui efeitos secundários, tais como o consumo de diesel e de fertilizantes importados nos diferentes cenários estudados.

TABELA 29

SIMULAÇÃO DO VALOR DAS EXPORTAÇÕES<sup>1</sup> DE PRODUTOS AGRÍCOLAS NO CENÁRIO AUTO-SUFICIENTE

(US\$ Milhões de 1984)

PRODUTO	PERÍODO								Taxa Anual de Crescimento (%)
	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	
Soja	2941	3226	3539	3882	4259	4672	5125	5622	4,7
Fumo	477	498	521	544	569	594	621	649	2,2
Amendoim	662	673	684	696	708	720	732	744	0,8
Açúcar	736	751	766	781	797	813	829	845	1,0
Cafê	4513	4603	4695	4789	4885	4983	5082	5184	1,0
Laranja	169	154	124	99	84	91	91	91	-4,3
Milho	-	344	466	634	564	356	103	-	-
Algodão	312	470	584	878	392	-	-	-	-
Alcool	95	231	271	317	371	12	-	-	-
TOTAL	9908	10955	11654	12625	12632	12243	12583	13138	2,0

FONTE: IPEA - Modelo Biomassa.

<sup>1</sup>Valores anuais correspondentes à média dos dois anos dos respectivos períodos.

cenários observada anteriormente. Algumas diferenças são ainda provenientes da exportação de álcool, nos cenários em que se impõe exogenamente níveis de produção (definidos pelo PROÁLCOOL) superiores às expectativas de demanda utilizadas neste estudo.

Deve-se fazer uma observação ainda no que se refere à redução da exportação de laranjas em todos os cenários. Este fato provavelmente se deve às limitações da modelagem que não levam em conta a fase industrial para nenhum produto à exceção da cana-de-açúcar. Desse modo, possíveis vantagens a serem auferidas com a produção de suco de laranja não foram levadas em conta pelo modelo.

A tabela 30 detalha, por sua vez, as importações<sup>17</sup> mostrando que crescem aceleradamente nos períodos finais as importações de carne e de leite e que são assim as principais responsáveis pela redução apresentada após 1992 nos saldos da balança comercial.

O déficit crescente observado na produção pecuária do modelo é provavelmente consequência da conjunção de dois fatores. O primeiro seria o descompasso entre a taxa de expansão da demanda de leite e carne (cerca de 4%) e a taxa permitida, pelas restrições de flexibilidade, para a expansão da área ocupada com pecuária (3%).<sup>18</sup> A conjugação destes dois parâmetros exógenos condena o modelo a importar, uma vez que o coeficiente de produtividade é fixo no horizonte de análise pela hipótese de ausência de progresso técnico, adotada no modelo.

O segundo fator está ligado à deficiência de dados confiáveis sobre a atividade pecuária no Brasil, especialmente no que se refere à variação regional das produtividades, área efetivamente ocupada com a atividade, tipo de exploração (tecnologia) e tipo de reba

---

<sup>17</sup>Enfatizamos que estas importações são apenas resultados das simulações do modelo, não podendo ser interpretadas como projeções.

<sup>18</sup>Como descrito anteriormente, as taxas de crescimento permitidas foram estimadas com base na expansão histórica da área ocupada com a cultura, em todos os casos, inclusive pecuária.

#### 4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

O modelo utilizado foi concebido com o objetivo geral de avaliar os principais aspectos econômicos do PROÁLCOOL com relação aos seus impactos no setor agropecuário e nos demais setores da economia. Mais especificamente, os objetivos foram: indicar a alocação ótima dos recursos para a produção agrícola em diferentes regiões do País sujeita a restrições específicas; prever o impacto no deslocamento temporal e espacial de culturas de consumo interno, exportáveis e energéticos; avaliar o impacto de produção de álcool na balança comercial; e, estimar os custos envolvidos.

Por sua natureza e objetivos o modelo pode ser considerado dentro da categoria de modelos de programação linear como um modelo de porte muito grande. A título de ilustração, excluídos o tempo e os recursos nada desprezíveis, dedicados a sua formulação e à coleta dos dados, sua resolução exigiu recursos computacionais consideráveis tanto em termos de CPU como de memória. A otimização do modelo em sua versão reduzida aqui analisada, com uma matriz de restrições superior a 7 500 linhas e 30 000 colunas e 0,03% de densidade exigiu, a começar por "partida fria", aproximadamente quatro horas de CPU e 4M Bytes de memória e cerca de uma hora e meia de CPU e 1M Byte de memória por "partida quente", usando-se o programa MPSX versão 370.

Os resultados aqui apresentados se referem ao estudo de quatro diferentes cenários de produção e uso de álcool carburante. O primeiro, chamado de Cenário Básico, considera uma projeção de demanda de álcool compatível com a evolução recente do PROÁLCOOL; neste cenário são incorporados valores mínimos de produção de cana-de-açúcar nas regiões para as quais se dispõe hoje de destilarias implantadas ou com sua implantação já aprovada.

O segundo cenário, chamado Normativo, mantém os valores de demanda de álcool considerados no caso Básico, mas deixa a alocação da produção ser feita livremente pelo modelo, sem impor os limites considerados no caso anterior.

Os dois outros cenários, chamados de "Sem PROÁLCOOL" e Auto-suficiente, consideram hipóteses mais extremas para a evolução da demanda de álcool. No Cenário Sem PROÁLCOOL, supõe-se que o PROÁLCOOL não foi implantado como tal, mantendo-se uma demanda de álcool carburante apenas para a mistura na gasolina. No Cenário Auto-suficiente supõe-se uma taxa mais acelerada de crescimento da demanda, definida para o ano de 1993 por estudos recentes de auto-suficiência energética do Ministério das Minas e Energia (1984) em 19,3 bilhões de litros, correspondente a uma expansão da utilização do álcool em outros usos automotivos, tais como transporte de carga.

Os principais resultados do modelo mostram uma razoável aderência com a realidade observada nas safras agrícolas de 1982 e 1983, o que, até certo ponto, pode ser considerado surpreendente, pois evidencia um comportamento otimizador global e racional dos diversos agentes econômicos envolvidos. A maior ou menor expansão da área ocupada com cana-de-açúcar conforme os diferentes cenários estudados, parece não afetar o desempenho das principais culturas de consumo interno e exportáveis, que praticamente mantêm as mesmas taxas anuais de crescimento. Por outro lado, independentemente dos cenários analisados observa-se uma tendência da cana-de-açúcar evoluir para regiões mais afastadas dos centros consumidores, após esgotar as áreas tradicionais. Os resultados também mostram que o PROÁLCOOL induz custos domésticos substanciais na forma de elevação de preços dos produtos agrícolas e do próprio álcool, e que o valor encontrado, como o limite superior para o custo marginal social do álcool no período considerado correspondente a aproximadamente US\$ 89 barril equivalente de petróleo.<sup>20</sup>

Comparando-se os custos marginais de álcool para as demais regiões de consumo, verifica-se, como era esperado, a tendência do modelo de equalizar estes valores, sendo a diferença remanescente creditada apenas aos custos de transporte entre elas. Esta equalização se processa endogenamente ao modelo, principalmente através

---

<sup>20</sup> US\$ de novembro de 1984.

do ajuste do preço-sombra da terra que reflete, no horizonte da análise, o valor de compra para a sociedade de uma unidade adicional de terra.

Convém enfatizar que a estrutura de preços relativos utilizada neste estudo refere-se ao ano de 1978, e foi mantida inalterada nas análises realizadas. Além disso, o desenvolvimento tecnológico, tanto na fase agrícola, quanto na fase industrial, que não é captado pelo modelo, tem tido grande destaque, com evidência de nítida tendência de custos decrescentes de produção de álcool ao longo dos últimos anos. De acordo com BORGES (1984), a taxa média de redução de custos reais no setor foi de 4% ao ano que provavelmente viabilizou a gradativa eliminação de importantes subsídios à produção de álcool, em especial os subsídios creditícios do custeio da matéria-prima, constatando-se na atual safra sua total eliminação em diversos estados da região Centro-Sul do País.

A viabilidade econômica do PROÁLCOOL fica na dependência da continuidade da evolução favorável da eficiência com que opera cada produtor, bem como da trajetória futura do preço internacional de petróleo. Admitindo-se uma contínua queda nos custos reais de produção do álcool (ou, na pior das hipóteses, que os custos se mantenham constantes), e que o preço do petróleo no mercado internacional retome o seu crescimento, o álcool carburante tenderá a viabilizar-se, podendo tornar-se um substituto competitivo em relação aos derivados de petróleo.<sup>21</sup>

Com relação ao impacto na balança comercial, dois aspectos podem ser destacados: o efeito na importação e na exportação de produtos agropecuários, e a redução de importações de petróleo devido à substituição de seus derivados por álcool. Comparando-se os cenários Básico e Sem PROÁLCOOL, pode-se concluir que o impacto do Programa na balança comercial é positivo, e varia de cerca de 700 milhões de dólares em 1983/84, a quase um bilhão de dólares<sup>22</sup> anuais em 1993/94.

---

<sup>21</sup>Para idêntica argumentação veja BORGES, (1984).

<sup>22</sup>US\$ de novembro de 1984.

Para os quatro cenários estudados, o efeito total dos dois fatores mencionados acima mostra uma tendência crescente do saldo total em todos os casos até 1991/92 e uma piora subsequente. O fator responsável por esta redução no saldo, que aparece independentemente do PROÁLCOOL, e o alto crescimento das importações de bens agrícolas no período, indicando a necessidade de mudanças setoriais profundas, principalmente voltadas à melhoria da produtividade agropecuária por unidade de área.

O modelo como se encontra hoje, considera os preços relativos referentes ao ano base de 1978, não incorporando desta maneira, as mudanças ocorridas nestes preços, devidas aos sucessivos choques (segundo choque do petróleo, aumento dos juros, maxidesvalorizações, retiradas de subsídios, variações nos termos de troca, e outros). Conseqüentemente, um dos objetivos da continuidade da pesquisa no futuro deverá ser o de analisar o impacto provocado por essa mudança nos preços. Outra preocupação é aquela ligada à deficiência dos dados relativos à atividade pecuária, especialmente no que se refere à variação regional das produtividades, áreas efetivamente ocupadas com a atividade, tipo de exploração (tecnologia) e tipo de rebanho (leite, corte e misto). Estas dificuldades certamente afetaram o custo de produção doméstica destes produtos, reduzindo possivelmente sua competitividade frente às importações.

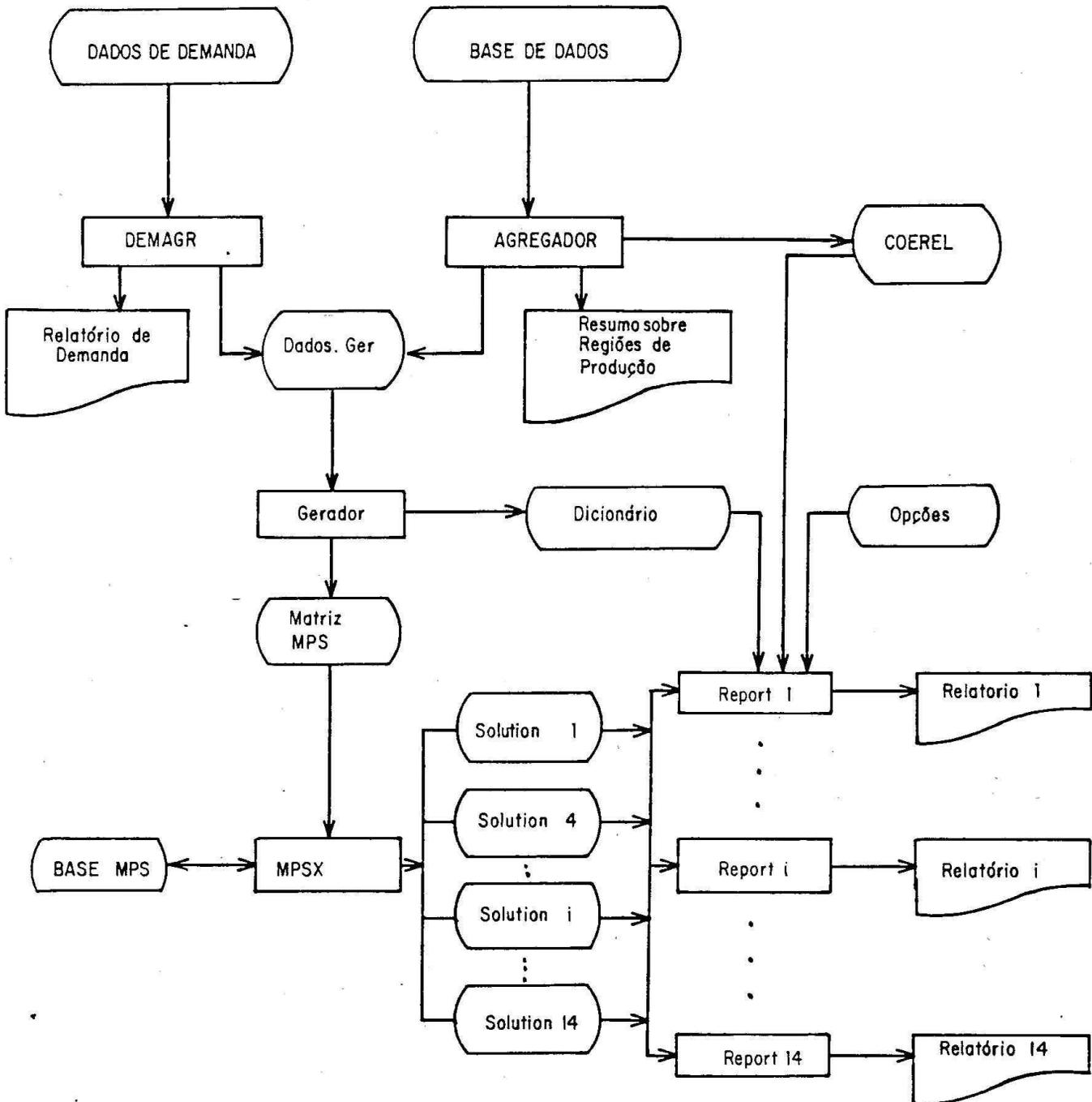
V - APÊNDICE A

O SISTEMA DO MODELO DE BIOMASSA:

DIAGRAMA DE BLOCOS E SUA

DESCRIÇÃO SUMÁRIA

INTERLIGAÇÃO DO CONJUNTO DE PROGRAMAS E ARQUIVOS DO MODELO DE BIOMASSA



Dentro da categoria dos modelos de grande porte o Modelo de Biomassa é considerado como um modelo de porte muito grande pois a sua versão reduzida tem, aproximadamente, 7000 linhas e 30000 colunas.

Para agilizar sua utilização e minimizar erros de especificação, a implementação do Modelo de Biomassa foi feita usando, ao máximo, os recursos computacionais disponíveis. O sistema utilizado foi desenvolvido originalmente pelo Convênio IPEA/IPT/ FEALQ e ampliado no âmbito do Convênio IPEA/IMPA.

O Gráfico A-1 representa o fluxograma do sistema utilizado, seguindo-se uma descrição sumária dos programas e arquivos de da dos utilizados.

- BASE DE DADOS : Arquivo com as informações básicas: produtividades, custos, área inicial, necessidades de mão-de-obra, fertilizantes e máquinas por atividade agrícola em cada uma das 49 regiões de produção definidas. Estas regiões equivalem, em geral, às mesorregiões do FIBGE.
- AGREGADOR : Programa para produzir dados agregados das atividades em regiões de produção agregadas ou não. As agregações são feitas por médias ponderadas pela área inicial de cada atividade agrícola nas regiões originais. Os resultados aqui apresentados são da versão reduzida em que as 49 regiões de produção foram agregadas em 29. Para maiores detalhes ver o Apêndice C. Produz ainda arquivo COEREL agregado e relatórios resumos.
- DADOS DE DEMANDA: Arquivo com as informações básicas de demanda.
- DEMAGR : Programa para gerar dados de demanda por produto e por região de consumo ao longo do tempo, conforme o cenário, agregando regiões de consumo (somando as demandas), se for o caso. Produz, ainda, relatório resumo sobre a demanda dos diversos produtos.
- DADOS GER. : Arquivo de entrada para o programa gerador; é produzido como união das saídas dos programas AGREGADOR E DEMAGR.
- GERADOR : Programa para escrever a matriz do modelo no formato MPS, que será lida pelo programa MPSX.
- MPSX : Mathematical Programming System Extended, pacote de otimização utilizado para resolver o problema matemático.
- BASE-MPS : Neste arquivo guarda-se a última base do problema. Este arquivo tem duas principais utilizações:
- 1) caso aconteça alguma falha no sistema, a resolução é reiniciada a partir da base aí guardada;

2) também fica mais eficiente a resolução do problema com novo cenário a partir da base ótima do cenário anterior.

SOLUTION's i : Arquivos com o resultado do modelo separado por área de interesse para serem utilizados na produção de relatórios.

COEREL : Arquivo com os coeficientes técnicos sobre uso e fertilizantes por composto químico, mão-de-obra e máquinas por hectare para ser lido pelo programa que faz relatório da necessidade desses insumos.

DICIONÁRIO : Arquivo contendo informações sobre o cenário utilizado (regiões, produtos, anos) para ser lido pelos programas relatório.

OPÇÕES : Arquivo que contém as opções dos usuários para formato e abrangência dos relatórios, tais como quais períodos, quais produtos, etc.

RELATÓRIO's i : A saída apresentada pelo MPSX seria difícil de analisar por estar mais voltada à formulação matemática do modelo e pelo porte do mesmo. Por isso optou-se por automatizar também os resultados com estes programas. São ao todo 14 relatórios enfocando, em separado, cada questão a ser respondida pelo modelo a saber:

RELATÓRIO 1 : Matriz origem destino de cada produto de consumo por período;

RELATÓRIO 2 : Volume total dos diferentes produtos transportados entre regiões de consumo por período;

RELATÓRIO 3 : Área plantada em cada região de produção, em cada período por atividade;

RELATÓRIO 4 : Produção própria de cada produto por região por período;

- RELATÓRIO 5 : Área plantada com cada atividade por região de consumo em cada período;
- RELATÓRIO 6 : Produção própria de cada região de produção por produto por período;
- RELATÓRIO 7 : Balança comercial;
- RELATÓRIO 8 : Necessidade de fatores de produção de cada atividade por região de produção por período;
- RELATÓRIO 9 : Necessidade de fatores de produção de cada região por atividade e por período;
- RELATÓRIO 10 : Utilização do solo por região de produção por período;
- RELATÓRIO 11 : Preço-sombra da terra;
- RELATÓRIO 12 : Abertura de áreas por região de produção por período;
- RELATÓRIO 13 : Preço marginal de demanda de cada produto por região de consumo por período; e
- RELATÓRIO 14 : Destinação da produção de cana-de-açúcar.

VI - APÊNDICE B

O MODELO MATEMÁTICO

## O Modelo Matemático

Maximiza receita total menos custo total

1 - Função Objetivo: OBJET

$$\begin{aligned}
\text{Maximizar } R = & \sum_{t=1}^{NT} (1+\rho)^{-t} \left\{ \sum_{h \in HG} \sum_{n=1}^N \text{PFG}_{nh} \cdot \text{EE}_{hn}^t + \sum_{k \in KP} \left\{ \sum_{h \in HP} \text{PF}_{hk} \cdot \text{E}_{hk}^t - \right. \right. \\
& \left. \left. - \sum_{h=1}^{NH} \text{PC}_{hk} \cdot \text{M}_{hk}^t \right\} - \sum_{k=1}^{NH} \sum_{i=1}^{NI_k} \left[ \sum_{j \in JM} \text{CP}_{jik} \cdot \text{X}_{jik}^t + \sum_{j \in JP} \left\{ \text{X}_{jik}^t \sum_{m=1}^{M_j} \text{CPP}_{jik}^m + \right. \right. \right. \\
& \left. \left. + \text{CPPA}_{jik} \cdot \text{Z}_{jik}^t \right\} \right] - \sum_{\substack{k=1 \\ \ell \neq k}}^{NK} \sum_{\ell=1}^{NK} \left\{ \sum_{h=\ell t, \text{cn}\ell} \text{CT2}_k \cdot \ell \text{T}_{hk}^t + \sum_{\substack{h=1 \\ h \neq \ell t, \text{cn}}}^{NH} \ell \text{CT1}_k \cdot \ell \text{T}_{hk}^t \right\} - \\
& - \sum_{k \in KC} (\text{MUA} \cdot \text{PROC1}_k^t + \text{MUB} \cdot \text{PROC2}_k^t) - \sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} \text{ANUINV}(t) \cdot \text{CA}_{ik} \cdot \text{AA}_{ik}^t - \\
& - \sum_k \sum_i \left. \text{ANUINV}(t) \cdot \text{CB}_{ik} \cdot \text{AB}_{ik}^t \right\} \\
& (i,k) \in \text{ZDB}
\end{aligned}$$

Sujeito às restrições:

2 - Balanço de solo tipo A cultivado em cada região de produção em cada período

a) regiões novas: PLNAikt

$$\text{BAL}_{ik}^t + \text{BA}_{ik}^t - \left[ \sum_{j \in JM} \text{X}_{jik}^t + \sum_{j \in JP} \left\{ \text{X}_{jik}^t + \text{Z}_{jik}^t \right\} \right] = 0 \quad \forall (i,k) \in \text{ZPN}, \\
t=1, \dots, NT$$

b) regiões tradicionais: PLTAikt

$$BA_{ik}^t - \left[ \sum_{j \in JM} X_{jik}^t + \sum_{j \in JP} \{X_{jik}^t + Z_{jik}^t\} \right] = 0 \quad \forall (i,k) \in ZPT, \\ t=1, \dots, NT$$

As variáveis BA e BAL somam a área ocupada com as diversas atividades em cada região de produção em cada período.

3 - Solo tipo A em cada região de produção em cada período

a) regiões novas: HNATikt

$$BAL_{ik}^1 + BA_{ik}^1 - AA_{ik}^1 + FGNA_{ik}^1 = SAA_{ik} \quad \forall (i,k) \in ZPN$$

$$BAL_{ik}^t + BA_{ik}^t - \{BAL_{ik}^{t-1} + BA_{ik}^{t-1}\} - AA_{ik}^t + FGNA_{ik}^t - FGNA_{ik}^{t-1} = 0 \quad \forall (i,k) \in ZPN, \\ t=2, \dots, NT$$

b) regiões tradicionais: HTATikt

$$BA_{ik}^1 - AA_{ik}^1 + FGTA_{ik}^1 = SAA_{ik} \quad \forall (i,k) \in ZPT$$

$$BA_{ik}^t - BA_{ik}^{t-1} - AA_{ik}^t + FGTA_{ik}^t - FGTA_{ik}^{t-1} = 0 \quad \forall (i,k) \in ZPT \\ t=2, \dots, NT$$

O total de solo A cultivado no período menos o solo aberto no período mais a folga é igual ao total de solo aberto no período anterior

4 - Solo tipo B em cada região de produção em cada período, se houver solo tipo B a ser aberto no ano-base

a) regiões novas: HNBTikt

$$X_{pb\ ik}^1 - AB_{ik}^1 + FGNB_{ik}^1 = SAB_{ik} \quad \forall (i,k) \in ZDB$$

$$X_{pb\ ik}^t - X_{pb\ ik}^{t-1} - AB_{ik}^t + FGNB_{ik}^t - FGNB_{ik}^{t-1} = 0 \quad \forall (i,k) \in ZDB \\ t=2, \dots, NT$$

b) regiões tradicionais: HTBTikt

$$X_{pb\ ik}^1 - AB_{ik}^1 + FGTB_{ik}^1 = SAB_{ik} \quad \forall (i,k) \in ZDB$$

$$X_{pb\ ik}^t - X_{pb\ ik}^{t-1} - AB_{ik}^t + FGTB_{ik}^t - FGTB_{ik}^{t-1} = 0 \quad \forall (i,k) \in ZDB \\ t=2, \dots, NT$$

O total de solo ocupado com pastagem B no período menos o solo aberto no período mais a folga é igual ao total de solo aberto no período anterior.

5 - Flexibilidade de expansão de solo A cultivado em cada região nova e em cada período, exceto o 1º: FLNAikt

$$BA_{ik}^t - \left(1 + ALFAA_{ik}\right) \cdot BA_{ik}^{t-1} \leq VMA_{ik} \quad \forall (i,k) \in ZPN \\ t=2, \dots, NT$$

O total de solo A plantado nas regiões novas pode crescer até determinado limite de área. Depois de atingido este limite, o crescimento é limitado a uma taxa por período.

6 - Abertura de novas áreas de solo tipo A em cada região de produção: ABNOVAik

$$\sum_{t=1}^{NT} AA_{ik}^t \leq STA_{ik} - SAA_{ik} \quad \forall (i,k)$$

O total de solo A aberto em cada região ao longo do horizonte não pode exceder a área disponível na região no ano-base.

7 - Abertura de solo tipo B em cada região de produção, se houver solo tipo B disponível no ano-base: ABNOVBik

$$\sum_{t=1}^{NT} AB_{ik}^t \leq STB_{ik} - SAB_{ik} \quad \forall (i,k) \in ZDB$$

O total de solo B aberto em cada região ao longo do horizonte não pode exceder a área disponível na região no ano-base.

8 - Total de solo A ocupado no país em cada período: TOTTERt

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} BA_{ik}^t + \sum_k \sum_{(i,k) \in ZPN} BAL_{ik}^t - \sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} X_{pa\ ik}^t - LTERRA^t = 0 \quad t=1, \dots, NT$$

A variável  $LTERRA^t$  soma o total de solo A ocupado no país em cada período.

9 - Expansão do total de solo tipo A cultivado no país em cada período, exceto no 1º: FTOTERT

$$FLETO. LTERRA^{t-1} - LTERRA^t \geq 0 \quad t=2, \dots, NT$$

10 - Atualização de área ocupada com atividade perene adulta em cada região em cada período, exceto no 1º: ADjikt

$$Z_{jik}^t - (1 - DEPREC_j) \cdot Z_{jik}^{t-1} - X_{jik}^{t-1} = 0 \quad \forall j \in JP, \forall (i,k), t=2, \dots, NT$$

A área ocupada com cada atividade adulta em cada período é igual à área ocupada com a atividade em crescimento no período anterior mais a área ocupada com a atividade adulta do período anterior que não depreciou.

11 - Flexibilidade de expansão de área ocupada em cada período, exceto o 1º, ou com pastagem B em todas regiões ou com as demais atividades nas regiões tradicionais: FSjikt

$$X_{jik}^t - ALFA_{jik} \cdot X_{jik}^{t-1} \leq VM_{jik} \quad \begin{array}{l} j=pb, \forall (i,k), t=2, \dots, NT \text{ ou} \\ j=2, \dots, NJ, \forall (i,k) \in ZPT, t=2, \dots, NT \end{array}$$

12 - Flexibilidade de contração de área ocupada em cada período exceto o 1º, ou com pastagem de solo B em todas regiões ou com atividades anuais nas regiões tradicionais: FIjikt

$$-x_{jik}^t + \text{BETA}_{jik} \cdot x_{jik}^{t-1} \leq 0 \quad \begin{array}{l} j=\text{pb}, \forall (i,k), t=2,\dots,\text{NT} \text{ ou} \\ j \in \text{JM-pb}, \forall (i,k) \in \text{ZPT}, t=2,\dots,\text{NT} \end{array}$$

13 - Oferta de cana-de-açúcar nas regiões de consumo em que se produz cana, em cada período: DCANakt

$$\text{PROC1}_k^t + \text{PROC2}_k^t - \sum_{i=1}^{\text{NI}^k} (\text{PRODUT}_{jci k}^1 \cdot x_{jci k}^t + \text{PRODUT}_{jci k}^2 \cdot z_{jci k}^t) \leq 0$$

$$k \in \text{KC}, t=1,\dots,\text{NT}$$

As variáveis  $\text{PROC1}_k^t$  e  $\text{PROC2}_k^t$  medem a quantidade de cana-de-açúcar a ser processada em álcool e açúcar, respectivamente, em cada região, em cada período.

14 - Demanda em cada região de consumo em cada período

a) produto álcool: DEMalkt

$$\text{C1} \cdot \text{PROC1}_k^t + \text{CR} \cdot \text{PROC2}_k^t + \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} T_{al k}^t - \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} k T_{al \ell}^t + M_{al k}^t - E_{al k}^t \geq \text{DEMAND}_{al k}^t$$

$$k \in (\text{KP} \cap \text{KC}), t=1,\dots,\text{NT}$$

$$\text{C1} \cdot \text{PROC1}_k^t + \text{CR} \cdot \text{PROC2}_k^t + \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} T_{al k}^t - \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} k T_{al \ell}^t \geq \text{DEMAND}_{al k}^t$$

$$k \in (\text{KC} \cap \overline{\text{KP}}), t=1,\dots,\text{NT}$$

b) produto açúcar: DEMaçkt

$$\text{C2} \cdot \text{PROC2}_k^t + \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} T_{a\check{c} k}^t - \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} k T_{a\check{c} \ell}^t + M_{a\check{c} k}^t - E_{a\check{c} k}^t \geq \text{DEMAND}_{a\check{c} k}^t$$

$$k \in (\text{KP} \cap \text{KC}), t=1,\dots,\text{NT}$$

$$\text{C2} \cdot \text{PROC2}_k^t + \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} T_{a\check{c} k}^t - \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{\text{NK}} k T_{a\check{c} \ell}^t \geq \text{DEMAND}_{a\check{c} k}^t$$

$$k \in (\text{KC} \cap \overline{\text{KP}}), t=1,\dots,\text{NT}$$

c) demais produtos: DEMhkt

$$\sum_{i=1}^{NI} \sum_k \left[ \sum_{j \in JMh} \text{PRODUT}_{jik} \cdot X_{jik}^t + \sum_{j \in JPh} (\text{PRODUT}_{jik} \cdot X_{jik}^t + 2 \text{PRODUT}_{jik} \cdot Z_{jik}^t) \right] + \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{NK} \ell T_{hk}^t - \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{NK} k T_{h\ell}^t + M_{hk}^t - E_{hk}^t \geq \text{DEMAND}_{hk}^t \quad k \in KP, \forall h, h \neq a\ell, a\zeta, t=1, \dots, NT$$

$$\sum_{i=1}^{NK} \left[ \sum_{j \in JMh} \text{PRODUT}_{jik} \cdot X_{jik}^t + \sum_{j \in JPh} (\text{PRODUT}_{jik} \cdot X_{jik}^t + 2 \text{PRODUT}_{jik} \cdot Z_{jik}^t) \right] + \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{NK} \ell T_{hk}^t - \sum_{\substack{\ell=1 \\ \ell \neq k}}^{NK} k T_{h\ell}^t \geq \text{DEMAND}_{hk}^t$$

$$k \notin KP, \forall h, h \neq a\ell, a\zeta, t=1, \dots, NT$$

A soma da quantidade produzida na região mais a quantidade transportada para a região menos a quantidade transportada para fora da região deve, no mínimo, atender à demanda da região.

15 - Limite de exportação de produtos dos quais o Brasil é pequeno fornecedor em cada período: LIEXht

$$\sum_{k \in KP} E_{hk}^t \leq \text{EXLI}_h^t \quad h \in HP, t=1, \dots, NT$$

16 - Determinação do volume exportado por faixa de preços para produtos que o Brasil é grande fornecedor, em cada período: EXPOht

$$\sum_{k \in KP} E_{hk}^t - \sum_{n=1}^N EE_{hn}^t = 0 \quad h \in HG, t=1, \dots, NT$$

A quantidade exportada de cada produto em cada faixa é limitada superiormente.

## 17 - Disponibilidade nacional de máquinas em cada período

a) no verão: LIMAQ1t

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} \left[ \sum_{j \in JM} 1^{MQ1}_{jik} \cdot x_{jik}^1 + \sum_{j \in JP} (1^{MQ1}_{jik} \cdot x_{jik}^1 + 2^{MQ1}_{jik} \cdot z_{jik}^1) \right] -$$

$$- MMAQ \leq LM^1$$

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} \left[ \sum_{j \in JM} 1^{MQ1}_{jik} \cdot x_{jik}^t + \sum_{j \in JP} (1^{MQ1}_{jik} \cdot x_{jik}^t + 2^{MQ1}_{jik} \cdot z_{jik}^t) \right] -$$

$$- \sum_{g=1}^5 MM^{t-g} \leq LM^t \quad t=2, \dots, NT$$

b) na primavera: LIMAQ2t

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} \left[ \sum_{j \in JM} 1^{MQ2}_{jik} \cdot x_{jik}^1 + \sum_{j \in JP} (1^{MQ2}_{jik} \cdot x_{jik}^1 + 2^{MQ2}_{jik} \cdot z_{jik}^1) \right] -$$

$$- MMAQ \leq LM^2$$

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI_k} \left[ \sum_{j \in JM} 1^{MQ2}_{jik} \cdot x_{jik}^t + \sum_{j \in JP} (1^{MQ2}_{jik} \cdot x_{jik}^t + 2^{MQ2}_{jik} \cdot z_{jik}^t) \right] -$$

$$- \sum_{g=1}^5 MM^{t-g} \leq LM^t \quad t=2, \dots, NT$$

A importação de máquinas (tratores) é determinada pelos requerimentos nacionais em cada estação, pelo total disponível no país e pelo seu tempo de vida.

18 - Disponibilidade nacional de fertilizantes em cada período:

LIFERT<sup>t</sup>

$$\sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI^k} \left[ \sum_{j \in JM} 1^{FERT}_{j i k} \cdot x_{j i k}^t + \sum_{j \in JP} (1^{FERT}_{j i k} \cdot x_{j i k}^t + 2^{FERT}_{j i k} \cdot z_{j i k}^t) \right] - MF^t \leq LF^t \quad t=1, \dots, NT$$

Também a importação de fertilizantes a cada período é determinada pelos requerimentos nacionais e pelo total disponível no país.

Limites das variáveis:

$$BA_{i k}^1 \leq VMA_{i k} + (1 - ALFAA_{i k}) \cdot BAO_{i k} \quad \forall (i, k) \in ZPN$$

$$BAL_{i k}^t \leq LA_{i k} \quad \forall (i, k) \in ZPN, t=1; \dots, NT$$

$$LTERRA^1 \leq FLETO.TERO, \quad TERO = \sum_{k=1}^{NK} \sum_{i=1}^{NI^k} \left( \sum_{j=1}^{NJ} XANT_{j i k} + \sum_{j \in JP} XAANT_{j i k} \right)$$

$$z_{j i k}^1 = XANT_{j i k} + (1 - DEPREC_j) \cdot XAANT_{j i k} \quad j \in JP, \forall (i, k)$$

$$BETA_{j i k} \cdot XANT_{j i k} \leq x_{j i k}^1 \leq ALFA_{j i k} \cdot XANT_{j i k} \quad j \in JM, \forall (i, k) \in ZP$$

$$0 \leq x_{j i k}^t \leq ALFA_{j i k} \cdot XANT_{j i k} \quad j \in JP, \forall (i, k) \in ZPT$$

$$BL_{j i k}^t \leq x_{j i k}^t \leq BU_{j i k}^t \quad \forall (i, k), j \neq jc, \text{ se } BU_{j i k}^t \neq 0$$

$$BL_{jci k}^t \leq z_{jci k}^t \leq BU_{jci k}^t \quad \forall (i,k), t \neq 1, \text{ se } BU_{jci k}^t \neq 0$$

$$EE_{hn}^t \leq LE_{hn} \quad h \in HG, t=1, \dots, NT, n=1, \dots, N$$

As demais variáveis têm limite inferior igual a zero e não têm limite superior.

ÍNDICES

$t = 1, 2, \dots, NT$  é um índice de tempo, medido em biênios

$h = 1, \dots, NH$  é um índice para produtos,

$lt$  refere-se ao leite,  $cn$  refere-se à carne,  $aç$  refere-se ao açúcar e  $al$  refere-se ao álcool

$j = 1, \dots, NJ$  é um índice para as atividades

$pb$  refere-se à pastagem em solo tipo B,  $pa$  refere-se à pastagem em solo tipo A,  $jc$  refere-se à cultura da cana-de-açúcar

$m = 1, \dots, M_j$  é um índice de período em que a atividade permanece ainda não atingiu a idade adulta

$k, \ell = 1, \dots, NK$  são índices para as regiões de consumo

$i = 1, \dots, NI_k$  é um índice para as regiões de produção que compõem a região de consumo  $k$

$(i, k)$  identifica uma região de produção dentro de uma região de consumo

Conjuntos

- HG é o conjunto dos produtos para os quais o país tem poder de alteração dos preços
- HP é o conjunto dos produtos exportáveis para os quais a demanda internacional é perfeitamente elástica (valem as pressuposições de país pequeno)
- KP é o conjunto de regiões de consumo que são portos
- KC é o conjunto de regiões de consumo produtoras de cana-de-açúcar
- JM é o conjunto de atividades de um período
- JP é o conjunto das atividades plurianuais e perenes
- JMh é o conjunto das culturas anuais que produzem o produto h
- JPh é o conjunto das atividades de plantio e manutenção de plantas adultas de uma cultura perene que produz o produto h
- ZDB é o conjunto das regiões de produção onde há solo tipo B não aberto
- ZPN é o conjunto de regiões de produção novas ou áreas de fronteira
- ZPT é o conjunto de regiões tradicionais ou já exploradas

Variáveis

- $EE_{hn}^t$  - são as quantidades (em toneladas) exportadas na faixa de preço  $n$  do produto  $h$ , do qual o Brasil é grande fornecedor no período  $t$ ;
- $E_{hk}^t$  - são as quantidades (em toneladas) exportadas do produto  $h$  pelo porto  $k$  no período  $t$ ;
- $M_{hk}^t$  - são as quantidades (em toneladas) importadas do produto  $h$  pelo porto  $k$  no período  $t$ ;
- $X_{jik}^t$  - são as quantidades (em ha) plantadas com culturas anuais e bianuais e cultivo nos dois primeiros anos das culturas perenes ou plurianuais na região de produção  $(i, k)$ , no período  $t$ ;
- $Z_{jik}^t$  - são as quantidades (em ha) plantadas com culturas perenes na região de produção  $(i, k)$ , no período  $t$ ;
- $\ell_{hk}^t$  - são as quantidades transportadas do produto  $h$  da região  $\ell$  para a região  $k$  no período  $t$ ;
- $PROC1_k^t$  e  $PROC2_k^t$  - são as quantidades de cana-de-açúcar (medidas em toneladas de cana-de-açúcar moídas) a serem processadas para produzir álcool e açúcar no período  $t$ ;
- $AA_{ik}^t, AB_{ik}^t$  - são as quantidades (em ha) de novas áreas abertas na região  $(i, k)$ , no período  $t$ , em solos tipo A e B, respectivamente;

- $BA_{ik}^t$  - é a área cultivada em solo tipo A no período t na região (i,k) que excede o limite  $LA_{ik}$ . Nas regiões tradicionais LA é nulo e BA representa o total de área cultivada;
- $BAL_{ik}^t$  - é a área cultivada (em ha) em solo tipo A, na região nova (i, k), no período t, que não excede o limite  $LA_{ik}$ ;
- $FGNA_{ik}^t$ ,  $FGTA_{ik}^t$ ,  $FGNB_{ik}^t$ ,  $FGTB_{ik}^t$  - são as áreas disponíveis não utilizadas na região (i,k) (nova ou tradicional), no período t em solos tipo A e B, respectivamente;
- $LTERRA^t$  - é a área total cultivada (em ha) no país, no período t;
- $MMAQ$  - é a quantidade de tratores importados (em CV/hora) nos períodos anteriores ao primeiro e utilizados no primeiro período;
- $MM^t$  - é a quantidade de tratores importados (em CV/hora) no período t;
- $MF^t$  - é a quantidade de fertilizantes importados (em Cr\$ de 1978) no período t. Admite-se constante a relação de preços entre os nutrientes  $N, P_2O_5$  e  $K_2O$ .

### Coeficientes

#### 1 - Preços

Todos são constantes durante o horizonte e estão em Cr\$ de 1978.

- $\rho$  - é taxa de desconto dos preços da função objetivo.
- $PF_{nh}$  - é o preço FOB/unidade de exportação do produto  $h$  e  $HG$  na faixa  $n$ .
- $PF_{hk}$  - é o preço FOB/unidade de exportação do produto  $h$  exportado pelo porto  $k$ .
- $PC_{hk}$  - é o preço CIF/unidade de importação do produto  $h$  no porto  $k$ .
- $CP_{jik}$ ,  $CPP_{jik}^m$ ,  $CPPA_{jik}$  - são os custos de produção da cultura  $j$  (Cr\$ de 1978 por ha), os quais incluem também os custos de transporte da região de produção à sede da região de consumo.  $CP_{jik}$  corresponde à atividade anual,  $CPP_{jik}^m$  corresponde à atividade perene no período de formação  $m$  e  $CPPA_{jik}$  corresponde à atividade perene adulta.
- ${}^{\ell}CT1_k$ ,  ${}^{\ell}CT2_k$  - são os custos de transporte da região  $\ell$  para a região  $k$ , sendo que o último é custo de transporte frigorificado.
- MUA, MUB - são os custos industriais de transformação da cana-de-açúcar em álcool e açúcar (mais álcool residual), respectivamente (em Cr\$/t de cana processada).
- $CA_{ik}$ ,  $CB_{ik}$  - são os custos de abertura de novas áreas ou de incorporação de solos (drenagem, destoca, etc.) em regiões já exploradas, de solos tipo A e B respectivamente.
- ANUINV( $t$ ) - é função de anualização do investimento do período  $t$ .

## 2 - Técnicos

- ALFAA<sub>ik</sub> - é coeficiente de flexibilidade de expansão para o total de área agricultada em solo tipo A na região nova (i,k).
- FLETO - é coeficiente de flexibilidade de expansão para o total de área agricultada em solo tipo A no país.
- DEPREC<sub>j</sub> - é a taxa bianual de erradicação (não voluntária) das culturas perenes.
- ALFA<sub>jik</sub> - é coeficiente de expansão da cultura j na região (i,k)
- BETA<sub>jik</sub> - é coeficiente de contração da cultura j na região (i,k)
- <sub>1</sub>PRODUT<sub>jik</sub> - é a produtividade por unidade de área cultivada da cultura j (anual ou perene em crescimento) na região (i,k)
- <sub>2</sub>PRODUT<sub>jik</sub> - é a produtividade por unidade de área cultivada da cultura j (perene adulta) na região (i,k).
- C1 - coeficiente de transformação de cana-de-açúcar em álcool
- CR - coeficiente de transformação da cana-de-açúcar em álcool residual no processo de produção de açúcar

C2 - coeficiente de transformação de cana-de-açúcar em açúcar

$1^{MQ1}_{jik}$ ,  $1^{MQ2}_{jik}$  - consumo de máquinas (em HP's) por unidade de área cultivada com cultura j (anual ou perene em crescimento) na região (i,k) no verão e na primavera, respectivamente.

$2^{MQ1}_{jik}$ ,  $2^{MQ2}_{jik}$  - consumo de máquinas (em HP's) por unidade de área cultivada com cultura j (perene adulta) na região (i,k), no verão e na primavera, respectivamente.

$1^{FERT}_{jik}$  - consumo de fertilizantes por unidade de área cultivada com cultura j (anual ou perene em crescimento) na região (i,k).

$2^{FERT}_{jik}$  - consumo de fertilizantes por unidade de área cultivada com cultura j (perene adulta) na região (i,k).

### 3 - Limites

$SAA_{ik}$ ,  $SAB_{ik}$  - áreas disponíveis de solos tipo A e B, respectivamente, aráveis, na região (i,k), no período base.

$STA_{ik}$ ,  $STB_{ik}$  - áreas totais de solos tipo A e B, respectivamente, isto é, áreas aráveis e áreas a serem abertas para exploração, na região (i,k).

$VMA_{ik}$  - valor máximo de expansão bianual de área cultivada de solo A na região nova (i,k).

- $VM_{jik}$  - valor máximo de expansão de área ocupada com atividade  $j$  na região  $(i,k)$  por período. Nas regiões novas só existe para a pastagem B.
- $DEMAND_{hk}^t$  - quantidade, em tonelada, demandada do produto  $h$  na região de consumo  $k$  no período  $t$ .
- $EXLI_h^t$  - quantidade, em tonelada, máxima de exportação do produto  $h$ , do qual o Brasil não é grande fornecedor, no período  $t$ .
- $LM1^t, LM2^t$  - disponibilidade nacional de máquinas, em CV/h, no período  $t$ , no verão e na primavera, respectivamente, dada pela capacidade nacional de produção mais o estoque inicial devidamente depreciado.
- $LF^t$  - disponibilidade nacional de fertilizantes, em Cr\$ de 1978, em toneladas, dada pela capacidade instalada (projetada) da indústria nacional.
- $BAO_{ik}$  - parcela da área cultivada no período base na região  $(i,k)$  nova que exceder o limite abaixo do qual não há restrição de flexibilidade.
- $XANT_{jik}$  - área cultivada com a atividade  $j$ , anual ou perene em crescimento, na região  $(i,k)$ , no período base.
- $XAANT_{jik}$  - área cultivada com a atividade perene adulta  $j$  na região  $(i,k)$ , no período base.
- $TERO$  - total de área cultivada no país no período base.

- $BL_{jik}^t$  - limite mínimo de área a ser ocupada com a atividade  $j$  na região  $(i,k)$  no período  $t$
- $BU_{jik}^t$  - limite máximo de área a ser ocupada com a atividade  $j$  na região  $(i,k)$  no período  $t$  (caso não seja fornecido, é assumido  $+\infty$ )
- $LE_{hn}$  - limite superior, em toneladas, de exportação do produto  $h$ , do qual o Brasil é grande exportador, na faixa de preço  $n$ .

VII - APÊNDICE C  
RESULTADOS DO PROGRAMA AGREGADOR

ATIVIDADES ESCOLHIDAS E PRODUTOS CORRESPONDENTES

PASTAG.B-----	CARNE	E	LEITE
MILHO-----	MILHO		
ARROZ-----	ARROZ		
FEI/MIL-----	FEIJAO	E	MILHO
SOJA-----	SOJA		
MANDIOCA-----	MANDIOCA		
ALGODAO-----	ALGODAO		
FUMO-----	FUMO		
SOJA/TRI-----	SOJA	E	TRIGO
FEI/ARB-----	FEIJAO	E	ARROZ
FEI/FEI-----	FEIJAO		
AMENDOIM-----	AMENDOIM		
MAMONA-----	MAMONA		
PASTAG.A-----	CARNE	E	LEITE
CANASIRR-----	ALCOOL	E	ACUCAR
CANACIRR-----	ALCOOL	E	ACUCAR
CAFE-----	CAFE		
LARANJA-----	LARANJA		
ALG.ARB.-----	ALGODAO		

REGIAO DE CONSUMO: 1  
 NOME : MAP.PIA.

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 332 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 MAP.PIA.

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	6211000	223.200	227.802	0.007	0.007
ARROZ	0.0	0.0	0.0	919000	2312.447	3213.246	1.200	0.0
FEI/MIL.	0.0	0.0	0.0	857000	1937.753	2238.353	0.300	0.600
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	475000	2837.953	3339.953	9.000	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	2036000	641.490	657.188	0.025	0.022
ALG/AR/C	0.0	0.0	0.0	75000	1909.753	2046.573	0.230	0.0
ALG/AR/A	0.0	0.0	0.0	151000	788.200	555.000	0.200	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 2  
NOME : CEARA

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE: 1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 410 KM

ANTIGAS REGIOES:  
CEARA

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	3277000	338.090	350.003	0.013	0.049
FEI/MIL.	0.0	0.0	0.0	380000	1610.958	1772.984	0.300	0.550
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	175000	2126.756	2412.688	4.500	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	86000	955.390	996.869	0.046	0.172
ALG/AR/C	0.0	0.0	0.0	591000	1764.498	1806.435	0.220	0.0
ALG/AR/A	0.0	0.0	0.0	1200000	697.230	731.591	0.180	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 3 REGIAO DE PRODUCAO: 1  
 NOME : SERTAO

ANO BASE:1975

ANTIGAS REGIOES:  
 SERTAO

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 682 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	4581000	222.760	235.168	0.007	0.037
FEI/MIL.	0.0	0.0	0.0	1052000	1804.558	2019.388	0.300	0.470
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	117000	2062.749	2620.749	6.000	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	143000	589.110	632.048	0.023	0.131
ALG/AR/C	0.0	0.0	0.0	515000	1863.499	1919.299	0.200	0.0
ALG/AR/A	0.0	0.0	0.0	1046000	493.330	529.599	0.130	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 3  
NOME : MATA-AGR

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANO BASE:1973

ANTIGAS REGIOES:  
MATA-AGR

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 164 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	1217000	438.970	447.323	0.011	0.071
FEI/MIL.	0.0	0.0	0.0	486000	1932.751	2019.826	0.400	0.460
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	213000	2327.799	2530.299	6.000	0.0
ALGODAO	0.0	0.0	0.0	86000	2550.251	2579.614	0.290	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	463000	1134.840	1214.192	0.038	0.252
CANA/S/C	876.400	0.0	76.685	271000	3796.576	4030.076	28.000	0.0
CANA/S/A	1033.899	0.0	0.0	271000	2937.900	3444.150	50.000	
CANA/I/C	1454.500	201.123	365.966	2000	6375.133	6831.333	50.000	0.0
CANA/I/A	1400.100	420.371	376.451	2000	4736.355	5495.730	75.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 4 REGIAO DE PRODUCAO: 1  
 NOME : SALVADOR

ANTIGAS REGIOES:  
 ALA. SERG  
 L. BAIANO

ANO BASE:1978  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 395 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	5111000	305.373	311.020	0.010	0.023
FEI/MIL.	0.0	24.644	0.0	777000	3393.153	3563.601	0.393	0.594
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	213000	4068.803	4456.859	6.739	0.0
ALGODAO	0.0	0.0	0.0	77000	3550.160	3600.255	0.290	0.0
FUMO	0.0	0.0	0.0	78000	18917.961	19070.281	0.882	0.0
MAMONA	0.0	0.0	219.593	30000	4348.043	4496.598	0.860	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	3056000	1014.939	1035.450	0.032	0.086
CANA/S/C	963.677	0.0	35.690	213000	5920.242	6548.023	36.343	0.0
CANA/S/A	994.192	0.0	0.0	213000	3734.716	4830.148	66.310	
CANA/I/C	1552.650	138.532	271.781	4000	7193.715	8057.414	50.000	0.0
CANA/I/A	1335.600	392.923	370.963	4000	5634.629	6980.176	75.000	
CAFE/C	1743.206	0.0	0.0	24000	7507.004	7524.277	0.100	0.0
CAFE/A	1078.486	325.523	271.269	73000	5775.270	5851.273	0.440	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 4  
 NOME : O.BAIANO

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 680 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 O.BAIANO

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	3381000	299.950	308.264	0.010	0.020
ARROZ	0.0	0.0	0.0	25000	4340.574	4722.801	1.370	0.0
FEI/MIL.	0.0	43.919	0.0	436000	3144.357	3437.527	0.460	0.770
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	112000	3732.601	4337.098	6.500	0.0
ALGODAO	0.0	0.0	0.0	115000	3616.262	3758.552	0.510	0.0
MAMONA	0.0	0.0	219.593	130000	3803.158	4048.098	0.860	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	1005000	968.250	997.600	0.037	0.068
CANA/S/C	1117.400	0.0	39.039	26000	5600.239	6437.285	30.000	0.0
CANA/S/A	917.000	0.0	0.0	26000	3699.749	5094.746	50.000	
CANA/I/C	2157.400	2.440	81.536	2000	7713.344	9108.340	50.000	0.0
CANA/I/A	1490.100	384.295	340.375	2000	6165.621	8258.117	75.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES, XXX/85

REGIÃO DE CONSUMO: 5  
NOME : B.HORIZO

REGIÃO DE PRODUÇÃO: 1

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 276 KM

ANTIGAS REGIÕES:

C.L.MINE

C.O.MINE

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.136	0.136	5352000	326.518	339.363	0.012	0.032
MILHO	0.0	49.890	249.449	91000	2034.792	2198.018	1.191	0.0
ARROZ	328.783	0.0	0.0	74000	2513.069	2629.334	0.849	0.0
FEI/MIL.	477.615	56.188	98.448	256000	4192.297	4448.957	0.466	1.408
SOJA	1372.926	178.116	261.076	35000	3936.848	4166.316	1.310	0.0
PECUAR.A	0.0	0.277	0.277	343000	946.073	985.458	0.041	0.247
CANA/S/C	1202.099	227.434	131.444	11000	6138.367	6599.184	33.636	0.0
CANA/S/A	1388.799	148.228	148.228	11000	5153.898	5888.715	53.636	
CANA/I/C	1275.000	294.015	352.168	2000	7157.008	7842.004	50.000	0.0
CANA/I/A	1370.399	182.998	351.355	2000	6413.770	7441.266	75.000	
CAFE/C	924.327	64.494	239.226	7000	7365.273	7378.973	0.100	0.0
CAFE/A	1397.238	529.985	481.311	23000	9162.949	9246.934	0.613	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 5  
NOME : NO.MINE

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

433 KM

ANTIGAS REGIOES:  
NO.MINE

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	5516000	323.130	328.962	0.013	0.018
MILHO	0.0	24.942	124.710	34000	1630.022	1849.234	1.150	0.0
ARROZ	297.360	0.0	0.0	30000	2249.108	2422.573	0.910	0.0
FEI/MIL.	657.095	15.132	75.910	214000	3680.773	3997.202	0.520	1.140
MANDIOCA	186.795	0.0	82.417	48000	2907.704	3384.254	7.500	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	1336000	878.220	897.663	0.045	0.057
CANA/S/C	1353.668	230.983	183.810	15000	7991.477	8563.336	30.000	0.0
CANA/S/A	1333.148	148.228	148.228	15000	5029.266	5982.363	50.000	
CANA/I/C	1390.300	294.015	352.168	2000	7045.059	7928.156	50.000	0.0
CANA/I/A	1368.600	182.998	351.355	2000	5288.414	6718.062	75.000	
CAFE/C	312.805	112.865	418.645	11000	7076.441	7095.500	0.100	0.0
CAFE/A	1136.762	368.582	307.151	33000	6913.543	7008.852	0.500	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES,  
XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 6 REGIAO DE PRODUCAO: 1  
 NOME : ESP.SANT

ANO BASE:1978  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 436 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 M.RD.MIN  
 ESP.SANT  
 NORTEFLUM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.533	0.533	7537000	553.891	539.990	0.019	0.118
MILHO	0.0	0.0	0.0	50000	2446.400	2649.792	1.067	0.0
ARROZ	409.682	48.543	269.643	95000	5476.438	5825.102	1.829	0.0
FEI/MIL.	470.201	22.632	37.719	242000	3707.724	4078.833	0.517	1.430
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	25000	2553.135	3007.915	7.000	0.0
PECUAR.A	0.0	7.999	7.999	769000	1803.375	1839.751	0.060	0.393
CANA/S/C	1370.143	315.862	439.609	117000	5880.016	6534.148	34.316	0.0
CANA/S/A	788.471	131.854	527.418	117000	5456.117	6419.215	50.000	
CAFE/C	729.666	262.365	227.247	47000	6580.430	6614.141	0.177	0.0
CAFE/A	1170.183	570.715	263.471	140000	7217.418	7318.457	0.530	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 6  
NOME : GRAND.RJ

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

69 KM

ANTIGAS REGIOES:

LESTFLUM

GRAND.RJ

V.P.FLUM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	5.120	5.120	1700000	255.896	870.267	0.014	0.206
MILHO	0.0	0.0	0.0	47000	2107.339	2154.402	0.870	0.0
ARROZ	0.0	59.604	298.024	12000	5761.043	5923.152	2.475	0.0
FEI/MIL.	150.414	67.172	304.210	38000	3421.239	3507.645	0.532	0.787
MANDIOCA	839.889	0.0	0.0	5000	9167.121	9472.735	14.000	0.0
PECUAR.A	0.0	19.717	19.717	93000	2696.074	2744.802	0.045	0.699
CANA/S/C	711.611	269.047	323.866	3000	4129.840	4326.336	30.000	0.0
CANA/S/A	714.159	152.742	610.969	3000	5496.020	5790.766	45.000	
CAFE/C	914.373	311.617	471.958	3000	6331.789	6538.336	0.100	0.0
CAFE/A	1618.556	292.794	292.794	9000	9675.148	9720.996	0.700	
CITRUS/C	684.090	302.545	139.564	5000	8481.559	8481.559	0.0	0.0
CITRUS/A	1652.901	264.204	0.0	28000	7310.523	7738.027	13.054	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS

NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INDES,  
XXX/85

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 7  
NOME : GRAND.SP

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANTIGAS REGIOES:  
V.P.PAUL  
SUL-PAUL  
GRAND.SP

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 83 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	3.826	3.826	946000	1070.349	1035.449	0.009	0.221
MILHO	524.301	27.348	251.449	55000	2610.945	2712.363	1.548	0.0
ARROZ	631.926	173.236	916.596	15000	4669.555	4769.770	1.530	0.0
FEI/MIL.	354.081	216.111	142.214	13000	6245.027	6383.887	0.320	1.800
PECUAR.A	0.0	36.938	36.938	119000	2806.516	2847.264	0.050	0.572
CANA/S/C	831.334	662.619	777.429	3000	7554.820	7849.566	45.000	0.0
CANA/S/A	1073.719	531.302	880.218	3000	7223.658	7682.164	70.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 8  
 NOME : MANT.PAU

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 289 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 MANT.PAU  
 SO.MINE

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	1.926	1.926	6797000	724.245	749.590	0.016	0.169
MILHO	727.755	109.110	238.267	272000	3438.318	3703.413	1.935	0.0
ARROZ	611.731	51.099	68.846	194000	2971.409	3120.132	1.086	0.0
FEI/MIL.	1460.499	34.160	170.798	349000	8330.957	3632.355	0.600	1.600
SOJA	772.463	86.970	317.518	49000	2977.327	3207.487	1.680	0.0
ALGODAO	1803.678	186.226	333.639	61000	8361.609	3606.152	1.735	0.0
PECUAR.A	0.0	9.470	9.470	580000	3006.224	3103.371	0.055	0.654
CANA/S/C	1414.625	392.651	430.942	69000	8142.145	8755.266	44.754	0.0
CANA/S/A	1197.022	203.134	334.560	70000	5504.134	6446.547	68.786	
CAFE/C	696.179	100.394	398.772	127000	7048.594	7062.293	0.100	0.0
CAFE/A	2206.924	538.403	488.075	442000	12596.496	12727.895	0.959	
CITRUS/C	383.839	359.025	369.483	9000	6340.719	6340.719	0.0	0.0
CITRUS/A	1221.074	60.999	60.999	49000	8234.250	9202.840	14.140	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES,  
 XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 3  
 NOME : CAMP. RE.

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANTIGAS REGIOES:  
 CAMP. P31  
 CAMP. R32

ANO BASE: 1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 187 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	8.809	8.809	962000	535.748	595.852	0.014	0.086
MILHO	1060.139	171.417	539.440	94000	4442.973	4692.047	2.460	0.0
SOJA	949.207	111.098	325.651	228000	3363.120	3540.308	1.750	0.0
ALGODAO	1732.723	536.792	403.403	36000	9351.719	9532.449	1.785	0.0
FEIJAO	795.497	0.0	0.0	26000	5213.398	5328.820	1.140	0.0
PECUAR.A	0.0	31.720	31.720	865000	1053.719	1088.934	0.048	0.300
CANA/S/C	1546.643	479.485	583.693	383000	8485.336	8971.336	48.000	0.0
CANA/S/A	1096.949	304.079	509.644	334000	6548.207	7256.957	70.000	
CAFE/C	1145.269	135.418	343.628	22000	6805.395	6815.516	0.100	0.0
CAFE/A	3570.040	332.565	339.479	122000	23637.137	23856.500	2.046	
CITRUS/C	406.330	312.666	323.123	47000	6898.836	6898.836	0.0	0.0
CITRUS/A	1460.909	317.197	317.197	267000	10366.562	11192.762	16.320	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 3  
 NO ME : TRI. MINE

REGIAO DE PRODUCAO: 3

ANO BASE: 1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 222 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 A.M. ARAO  
 TRI. MINE

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	6.235	6.235	2533000	413.810	419.809	0.012	0.038
MILHO	729.272	102.074	312.491	346000	3740.144	3976.414	1.933	0.0
ARROZ	359.567	108.262	122.509	244000	2822.335	2928.539	0.891	0.0
SOJA	937.899	247.900	382.830	46000	4443.613	4598.469	1.300	0.0
ALGODAO	2142.492	45.314	186.364	61000	9067.676	9252.309	1.550	0.0
PECUAR.A	0.0	22.925	22.925	3124000	1358.234	1332.898	0.046	0.161
CANAS/C	922.497	542.279	613.033	22000	7733.270	8303.062	43.636	0.0
CANAS/A	1156.472	367.793	586.614	22000	5536.508	6404.102	68.636	
CAFE/C	1124.730	134.231	347.576	38000	6544.980	6556.891	0.100	0.0
CAFE/A	2225.399	561.170	574.732	209000	12532.027	12634.332	0.859	
CITRUS/C	373.897	359.025	369.483	16000	6684.852	6684.852	0.0	0.0
CITRUS/A	1044.719	60.999	60.999	89000	7724.059	8408.996	11.500	

NEC FERT = NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ = NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 9  
 NOME : O. PARANA

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE: 1973  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 445 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 O. PARANA

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	8.540	8.540	440000	519.675	526.605	0.013	0.029
MILHO	1073.619	103.698	303.165	673000	2859.203	3240.443	2.000	0.0
FEI/MIL.	989.137	76.249	15.250	301000	4474.680	4932.164	0.720	1.630
SOJA	898.808	154.778	245.459	656000	3335.335	3697.513	1.900	0.0
SOJA/TRI	1154.224	172.425	251.747	901000	6127.848	6630.645	1.900	1.000
PECUAR.A	0.0	29.220	29.220	730000	1436.886	1514.145	0.044	0.099
CANA/S/C	1198.329	603.367	742.619	3000	7824.062	8500.762	35.500	0.0
CANA/S/A	1272.960	164.523	1425.625	3000	6250.625	7299.031	55.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 9 REGIAO DE PRODUCAO: 2  
 NOME : N.PARAN.

ANO BASE:1973  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 153 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 N.PARAN1  
 N.PARAN2

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	4.158	4.158	89000	389.938	394.410	0.015	0.029
MILHO	521.943	11.839	46.901	236000	2280.023	2496.631	2.140	0.0
ARROZ	1306.311	42.699	172.992	129000	2749.073	2880.698	1.300	0.0
FEI/MIL.	994.937	70.384	14.077	216000	4502.184	4745.130	0.720	1.680
SOJA	1205.067	229.762	266.198	246000	4331.078	4537.035	2.034	0.0
ALGODAO	1522.187	135.554	218.646	82000	7274.137	7412.848	1.370	0.0
SOJA/TRI	1837.798	138.265	392.564	355000	6863.238	7156.859	1.900	1.000
PECUAR.A	0.0	14.640	14.640	2408000	1094.707	1110.319	0.053	0.101
CANA/S/C	1868.479	452.221	576.570	28000	7711.125	8197.125	48.000	0.0
CANA/S/A	1124.850	97.337	771.284	28000	4695.328	5422.156	71.786	
CAFE/C	1593.577	127.285	222.949	111000	6654.977	6665.098	0.100	0.0
CAFE/A	3749.500	85.955	85.955	629000	10271.570	10321.090	0.489	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES,  
 XXX/85

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 9  
 NOME : SO. PAUL.

REGIAO DE PRODUCAO: 3

ANO BASE: 1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 293 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 SO. PAUL1  
 SO. PAUL2

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	2.634	2.634	1562000	330.621	335.307	0.010	0.024
MILHO	717.507	60.418	246.505	392000	3374.680	3554.062	2.039	0.0
ARROZ	364.564	313.511	374.847	132000	3095.413	3241.945	1.070	0.0
SOJA	993.578	127.691	360.733	92000	3435.893	3693.598	2.100	0.0
ALGODAO	578.697	448.955	349.724	75000	7831.984	7999.121	1.220	0.0
SOJA/TRI	2026.253	325.056	357.665	161000	7296.637	7740.516	2.100	1.140
FEIJAO	797.897	0.0	0.0	139000	5300.500	5456.680	1.140	0.0
AMENDOIM	2535.015	996.601	1057.913	354000	15921.027	16346.652	3.107	0.0
PECUAR.A	0.0	9.150	9.150	3999000	975.952	992.365	0.034	0.086
CANA/S/C	954.632	701.720	736.918	63000	7672.773	8161.336	35.662	0.0
CANA/S/A	1265.860	495.932	737.053	67000	6403.316	7234.516	60.672	
CAFE/C	1157.724	135.418	343.623	122000	6993.012	7006.711	0.100	0.0
CAFE/A	3362.139	777.740	307.019	366000	17137.145	17222.629	0.624	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELC : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 10  
NOME : L.PARANA

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

57 KM

ANTIGAS REGIOES:  
L.PARANA

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	6.100	6.100	890000	342.335	352.737	0.010	0.057
MILHO	415.340	0.0	0.0	203000	2166.638	2274.762	1.650	0.0
ARROZ	589.830	45.749	0.0	77000	2397.909	2479.129	1.240	0.0
FEI/MIL.	955.281	70.384	14.077	226000	4526.523	4670.621	0.720	1.430
SOJA	1122.050	229.762	266.196	139000	4262.246	4373.594	1.700	0.0
PECUAR.A	0.0	21.960	21.960	433000	1015.721	1030.939	0.034	0.199
CANA/S/C	1079.775	603.367	742.619	3000	7741.117	7973.641	35.500	0.0
CANA/S/A	1284.000	163.326	1428.415	3000	6313.309	6673.555	55.000	
CAFE/C	796.949	17.893	37.413	5000	6563.371	6569.918	0.100	0.0
CAFE/A	3743.500	81.332	81.332	27000	9670.902	9708.891	0.580	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAGUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 10 REGIAO DE PRODUCAO: 2  
 NOME : S. CATARI

ANO BASE: 1973  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 331 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 L. CATARI  
 S. CATAPI  
 O. CATARI

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	7.231	7.281	1925000	690.200	711.937	0.013	0.127
MILHO	682.303	99.457	327.101	1005000	2730.335	3090.073	2.000	0.0
ARROZ	1336.716	718.220	736.611	79000	8148.766	8651.520	3.246	0.0
SOJA	816.859	185.431	722.210	407000	4668.180	4854.020	1.200	0.0
MANDIOCA	830.095	0.0	43.869	59000	4349.148	4954.187	11.720	0.0
FUMO	2118.572	1154.667	390.046	68000	27718.762	27927.059	1.345	0.0
PECUAR.A	0.0	25.662	25.662	465000	2003.271	2075.295	0.046	0.419

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 11  
NOME : EN.PL.ME

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANTIGAS REGIOES:  
EN.PL.ME  
PL.ME.RG

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 255 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	12.679	12.679	2932000	948.514	979.416	0.021	0.204
MILHO	700.835	8.103	0.0	1230000	2604.095	2778.074	1.270	0.0
SOJA	1314.260	126.874	261.067	1398000	3649.520	3828.607	1.307	0.0
MANDIOCA	1683.892	0.0	731.982	57000	10102.090	10558.754	10.000	0.0
FUMO	1938.917	7512.051	2086.171	59000	38092.215	38282.645	1.390	0.0
SOJA/TRI	3274.209	83.610	632.223	774000	7985.348	8300.445	1.300	1.000
PECUAR.A	0.0	42.166	42.166	224000	3174.925	3286.549	0.075	0.740
CANA/S/C	1226.021	243.437	344.940	15000	8237.801	8648.797	30.000	0.0
CANA/S/A	1299.451	924.328	1001.603	16000	7311.094	7961.840	47.500	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES, XXX/85

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 11  
 NOME : L.RIOGRA

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

392 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 L.RIOGRA  
 O.GAUCHO

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAG PER 1	NEC MAG PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	8.060	8.060	9770000	493.535	502.268	0.022	0.029
MILHO	670.000	0.0	0.0	289000	2456.923	2678.030	1.280	0.0
ARRDZ	869.309	1034.986	757.198	488000	8985.859	9676.816	4.000	0.0
SOJA	1223.522	126.874	261.067	666000	3547.948	3796.476	1.439	0.0
SOJA/TRI	2813.944	83.610	632.223	417000	7504.293	7884.320	1.300	0.900
PECUAR.A	0.0	33.898	33.898	585000	1552.909	1585.917	0.075	0.116
CANA/S/C	1135.232	603.198	226.873	10000	8151.551	8820.914	38.750	0.0
CANA/S/A	1309.781	2350.662	605.967	10000	8426.797	9357.000	53.850	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 12  
NOME : BRASILIA

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE:1973

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

331 KM

ANTIGAS REGIOES:  
NO. MINE  
A. AR. TOC

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	10966000	146.322	148.804	0.007	0.009
MILHO	364.043	108.112	286.975	81000	2110.234	2376.034	1.716	0.0
ARROZ	336.120	35.872	211.910	268000	2836.044	3040.913	1.000	0.0
FEI/MIL.	577.495	408.162	193.079	249000	5478.941	5812.809	0.431	1.724
SOJA	1030.205	249.119	386.490	4000	4847.934	5080.234	1.500	0.0
MANDIOCA	371.595	0.0	164.834	27000	5230.793	6055.137	15.000	0.0
ALGODAO	291.920	0.0	92.719	69000	5244.301	5352.707	0.700	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	6222000	368.451	376.397	0.023	0.028
CANA/S/C	1260.216	251.154	142.933	10000	7900.227	8496.469	38.500	0.0
CANA/S/A	1479.796	59.492	101.093	10000	4284.430	5190.410	58.500	
CANA/I/C	1356.550	292.317	291.649	4000	8754.535	9528.879	50.000	0.0
CANA/I/A	1474.650	203.127	333.510	4000	7265.625	8427.141	75.000	
CAFE/C	736.340	112.855	418.645	1000	6639.137	6654.621	0.100	0.0
CAFE/A	1705.409	516.703	430.586	1000	9216.891	9325.297	0.700	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES  
XXX/8

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 12      REGIAO DE PRODUCAO: 2  
 NOME : N.GOIANO

ANTIGAS REGIOES:  
 N.GOIANO

ANO BASE:1973  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 996 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	8494000	131.840	189.158	0.007	0.012
MILHO	0.0	142.264	348.923	40000	2415.858	2933.070	1.350	0.0
ARROZ	849.200	44.616	255.848	146000	3546.631	4006.374	1.200	0.0
FEI/MIL.	592.443	270.566	480.078	16000	5125.871	5769.512	0.480	1.200
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	2145000	492.120	518.133	0.025	0.043

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAGINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIÃO DE CONSUMO: 12  
NOME : S.GOIANO

REGIÃO DE PRODUÇÃO: 3

ANTIGAS REGIÕES:  
S.GOIANO

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

179 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	1.220	1.220	7270000	315.856	318.994	0.009	0.022
MILHO	589.400	100.525	475.304	532000	2295.991	2498.491	2.000	0.0
ARROZ	845.250	198.961	260.240	381000	3483.837	3585.087	1.000	0.0
FEI/MIL.	727.400	231.726	537.349	145000	7555.187	7734.012	0.400	1.860
SOJA	712.300	132.558	287.101	92000	2757.661	2909.556	1.500	0.0
PECUAR.A	0.0	6.100	6.100	3410000	959.280	970.427	0.032	0.078
CANA/S/C	1251.384	54.415	328.416	7000	7482.352	7736.102	30.000	0.0
CANA/S/A	1473.328	140.908	97.395	7000	4471.555	4977.805	50.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES, XXX/85

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 13  
 NOME : CUIABA

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE: 1978  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 705 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 N. MATOG.  
 CUIABA  
 RONDONIA

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	8965000	117.968	119.524	0.004	0.001
MILHO	1904.503	101.065	445.448	120000	3614.976	3845.691	0.775	0.0
ARROZ	1090.504	165.147	145.283	787000	4278.391	4708.633	1.444	0.0
SOJA	1077.866	141.013	286.382	6000	3398.210	3844.996	1.500	0.0
MANDIOCA	711.339	0.0	86.618	11000	6869.797	7862.652	10.000	0.0
FEI/ARR.	2316.711	349.727	206.583	58000	7727.414	8316.965	0.600	1.379
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	4300000	303.973	311.213	0.016	0.009
CANA/S/C	1485.222	330.851	349.394	10000	7987.062	9029.559	35.000	0.0
CANA/S/A	1742.079	706.395	310.836	10000	6252.371	7979.937	58.000	0.0
CANA/I/C	1915.266	119.375	230.576	4000	10013.164	11502.445	50.000	0.0
CANA/I/A	1937.999	245.007	319.984	4000	8274.465	10508.391	75.000	0.0

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 14  
NOME : PL.S.MT1

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 343 KM

ANTIGAS REGIOES:  
PL.S.MT1

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.E	0.0	0.0	0.0	4536000	156.900	158.495	0.007	0.003
ARROZ	1402.787	12.200	106.870	248000	2603.547	2758.416	1.000	0.0
SOJA	851.100	183.240	282.789	30000	2949.204	3181.508	1.500	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	1483000	418.600	424.206	0.023	0.013
CANA/S/C	1162.560	599.178	587.113	3000	7275.578	7317.617	35.000	0.0
CANA/S/A	1336.320	424.554	570.952	3000	5660.207	6558.445	58.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 14  
NOME : PL.S.MT2

REGIAO DE PRODUCAO: 2

ANTIGAS REGIOES:  
PL.S.MT2

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 226 KM

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	1075000	204.580	205.783	0.009	0.001
MILHO	0.0	81.738	557.526	44000	1802.722	1921.842	1.000	0.0
ARROZ	1461.007	12.200	106.370	277000	2642.006	2745.684	0.820	0.0
SOJA	265.050	133.240	232.739	333000	2942.952	3121.632	1.500	0.0
ALGODAO	0.0	0.0	0.0	22000	6212.438	6335.430	1.200	0.0
FEI/ARR.	2039.065	349.727	206.533	36000	7565.148	7801.004	0.430	1.500
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	2781000	652.940	667.526	0.033	0.005
CANA/S/C	1362.134	599.179	587.113	8000	7425.082	7842.000	35.000	0.0
CANA/S/A	1657.919	424.555	570.952	8000	5936.133	6627.027	58.000	
CAFE/C	934.080	466.091	294.849	2000	7421.445	7433.355	0.100	0.0
CAFE/A	1283.374	439.194	439.194	8000	12062.426	12121.984	0.500	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

REGIAO DE CONSUMO: 14  
 NOME : PANTA.MT

REGIAO DE PRODUCAO: 3

ANO BASE:1978

DIST AO CENTRO DE CONSUMO:

367 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 PANTA.MT

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRODUTIV CULT 1	PRODUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	6551000	204.580	206.325	0.009	0.001
MILHO	791.000	87.838	331.832	19000	2456.187	2715.297	1.500	0.0
ARROZ	915.535	12.200	106.870	62000	2258.451	2431.191	1.000	0.0
SOJA	732.599	183.240	282.789	12000	2958.655	3200.491	1.400	0.0
FEI/ARR.	1868.087	349.727	206.583	14000	7803.461	8155.848	0.840	1.200
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	1646000	23.360	30.010	0.033	0.005
CANA/S/C	1013.759	660.844	775.211	3000	8264.227	8868.812	35.000	0.0
CANA/S/A	1359.920	496.532	790.550	3000	5940.633	7942.523	58.000	

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

INPES, XXX/85

REGIAO DE CONSUMO: 15  
 NOBRE : PARA

REGIAO DE PRODUCAO: 1

ANO BASE: 1978  
 DIST AO CENTRO DE CONSUMO: 1609 KM

ANTIGAS REGIOES:  
 PARA

ATIVIDADE	NEC FERT	NEC MAQ PER 1	NEC MAQ PER 2	AREA INICIAL	CUSTO AGRICOLA	CUSTO TOTAL	PRDUTIV CULT 1	PRDUTIV CULT 2
PECUAR.B	0.0	0.0	0.0	1664000	133.000	138.945	0.006	0.003
MILHO	0.0	0.0	0.0	66000	2446.620	3009.159	0.880	0.0
ARROZ	0.0	0.0	0.0	99000	2970.235	3929.110	1.500	0.0
MANDIOCA	0.0	0.0	0.0	112000	2796.036	4713.785	9.000	0.0
PECUAR.A	0.0	0.0	0.0	2197000	442.000	463.862	0.021	0.013

NEC FERT= NECESSIDADES DE FERTILIZANTES EM CRUZEIROS  
 NEC MAQ= NECESSIDADES DE MAQUINAS EM CRUZEIROS

MODELO : MODELO REDUZIDO

VIII - APÉNDICE D

ESTADÍSTICAS SUPLEMENTARES

## TABELA D-1

## TABELA DE FRETES PARA CARGA GERAL

TARIFA Nº	DISTÂNCIA EM KM	FRETES POR T	AD VALOREM
001	01 - 50	461,00	7/1 000
005	51 - 100	634,00	7/1 000
010	101 - 150	807,00	7/1 000
015	151 - 200	980,00	7/1 000
020	201 - 250	1 153,00	7/1 000
025	251 - 300	1 326,00	7/1 000
030	301 - 350	1 499,00	7/1 000
035	351 - 400	1 672,00	7/1 000
040	401 - 450	1 845,00	7/1 000
045	451 - 500	2 018,00	7/1 000
050	501 - 550	2 191,00	7/1 000
055	551 - 600	2 364,00	7/1 000
060	601 - 650	2 537,00	7/1 000
065	651 - 700	2 710,00	7/1 000
070	701 - 750	2 883,00	7/1 000
075	751 - 800	3 055,00	7/1 000
080	801 - 850	3 228,00	7/1 000
085	851 - 900	3 401,00	7/1 000
090	901 - 950	3 574,00	7/1 000
095	951 - 1000	3 747,00	7/1 000
100	1001 - 1100	4 093,00	7/1 000
110	1101 - 1200	4 439,00	7/1 000
120	1201 - 1300	4 785,00	7/1 000
130	1301 - 1400	5 131,00	7/1 000
140	1401 - 1500	5 477,00	7/1 000
150	1501 - 1600	5 823,00	10/1 000
160	1601 - 1700	6 169,00	10/1 000
170	1701 - 1800	6 515,00	10/1 000
180	1801 - 1900	6 860,00	10/1 000
190	1901 - 2000	7 206,00	10/1 000
200	2001 - 2200	7 898,00	10/1 000
220	2201 - 2400	8 590,00	10/1 000
240	2401 - 2600	9 282,00	10/1 000
260	2601 - 2800	9 974,00	12/1 000
280	2801 - 3000	10 664,00	12/1 000
300	3001 - 3200	11 357,00	12/1 000
320	3201 - 3400	12 049,00	20/1 000
340	3401 - 3600	12 741,00	20/1 000
360	3601 - 3800	13 433,00	20/1 000
380	3801 - 4000	14 122,00	20/1 000
400	4001 - 4200	14 816,00	20/1 000
420	4201 - 4400	15 508,00	20/1 000
440	4401 - 4600	16 200,00	20/1 000
460	4601 - 4800	16 892,00	20/1 000
480	4801 - 5000	17 581,00	20/1 000

NOTAS: Diária pelo tempo parado aguardando a chamada para carga e Descarga:

- 1) Carreta com carga superior a 24 t. ... Cr\$ 8 000,00
- 2) Carreta com carga inferior a 24 t. ... Cr\$ 5 000,00
- 3) Caminhão truck ou toco ..... Cr\$ 4 000,00

O AD Valorem é calculado sobre o valor total da mercadoria transportada, I.S.T.R é 5% sobre o frete e AD Valorem

FONTE: Conselho Nacional de Estudos e Tarifas - CONET, 17/08/81.

TABELA D-2  
TABELA DE FRETES PARA PRODUTOS FRIGORIFICADOS

DISTÂNCIA (km)	PREÇO (Cr\$/kg)	DISTÂNCIA (km)	PREÇO (Cr\$/kg)
0 - 100	2,38	901 - 1000	7,61
101 - 200	3,19	1001 - 1100	8,26
201 - 300	3,63	1101 - 1200	8,91
301 - 400	4,03	1201 - 1300	9,69
401 - 500	4,83	1301 - 1400	10,25
501 - 600	5,55	1401 - 1500	10,87
601 - 700	6,19	1501 - 1600	11,48
701 - 800	6,74	1601 - 1700	12,08
801 - 900	7,22		

Nota: Sobre os valores da Tabela acima devem ser acrescidos, em média, 10% de taxa ad valorem e sobre o total mais 5% de I.S.T.R.

FONTE: Associação Brasileira de Transportadores Frigoríficos, maio de 1981.

TABELA D-3  
DEMANDA NACIONAL DE ALCOOL POR DESTINAÇÃO  
 (Em 1000 litros)

Ano	Alcool Carburante Anidro	Alcool Carburante Hidratado	Alcooquĩ- mica	Outros Fins Carburantes <sup>1</sup>	Perdas	Total
1984	2 183 569	3 627 451	473	87 600	294 955	6 194 048
1985	2 147 046	4 176 635	744	384 000	335 421	7 043 846
1986	2 139 664	4 719 569	768	768 800	381 400	8 010 201
1987	2 162 509	5 291 783	792	1 220 200	433 764	9 109 048
1988	2 222 777	5 837 002	816	1 804 800	493 270	10 358 665
1989	2 311 554	6 438 325	840	2 468 000	560 936	11 779 655
1990	2 429 113	7 095 794	864	3 222 100	637 394	2 429 113
1991	2 577 024	7 806 814	891	4 123 200	725 396	15 233 325
1992	2 757 963	8 567 023	918	5 172 300	824 910	17 323 114
1993	2 975 601	9 369 833	945	6 415 000	938 069	19 699 448
1994	3 234 521	10 206 968	975	6 767 500	1 010 518	21 220 882
1995	3 540 786	11 064 755	1 002	7 140 100	1 087 332	22 833 975
1996	3 936 521	11 708 007	1 032	7 532 800	1 158 918	24 337 278
1997	4 373 003	12 473 340	1 065	7 947 100	1 239 725	26 034 233
1998	4 912 578	13 007 435	1 095	8 384 200	1 315 265	27 620 573
1999	5 550 877	13 378 482	1 128	8 845 300	1 388 789	29 164 576
2000	6 257 534	13 822 052	1 164	9 331 800	1 470 628	30 883 178

FONTE: IPEA.

<sup>1</sup>Utilizado no cenário Auto-suficiência.

TABELA D-4

SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO CENÁRIO BÁSICO (EM 1000 ha)

Período Região de Consumo	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Recife	180	230	292	343	363	364	367	424	5.5
Salvador	347	404	502	588	616	617	670	826	5.6
Belo Horizonte	15	18	34	60	84	96	96	96	12.3
Rio de Janeiro	215	236	294	349	362	363	363	363	3.3
Ribeirão Preto	1262	2140	2871	3051	3087	3088	3088	3088	5.8
Londrina	234	468	732	873	909	912	912	912	8.9
Curitiba	11	17	21	22	22	22	22	22	4.4
Brasília	52	95	195	280	295	296	296	296	11.5
Cuiabá	14	33	82	127	138	138	138	138	15.4
Campo Grande	20	41	62	74	79	80	80	80	9.0
TOTAL	2350	3682	5085	5767	5955	5976	6032	6245	6.3

151

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-5

SIMULAÇÃO DE ÁREA OCUPADA COM ATIVIDADES SELECIONADAS NO CENÁRIO NORMATIVO (Em 1000 ha)

Período \ Atividades	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Cana c/Irrigação	24	24	24	24	25	26	26	26	0.5
Cana s/Irrigação	2523	3215	3610	3915	4677	5003	6100	6187	5.7
Algodão arbóreo	2685	3174	2351	1263	632	316	158	78	-19.8
Amendoim	303	311	319	327	336	345	355	364	1.2
Mamona	129	135	142	149	157	155	53	182	2.1
Feijão/feijão	130	101	79	62	48	38	30	24	-10.0
Fumo	406	414	424	437	452	469	490	524	1.6
Feijão/milho	6369	6652	7273	7684	8175	8614	9287	9938	2.8
Laranja	454	439	442	463	508	555	605	657	2.3
Soja	5279	5870	6484	7235	7916	8520	9307	10081	4.1
Soja/trigo	2825	2743	2724	2724	2797	2917	3095	3338	1.0
Algodão herbáceo	1716	1942	2462	3112	2835	2511	2098	2401	2.1
Arroz	6338	6163	6459	6640	6799	6636	6657	6996	0.6
Mandioca	3930	4184	4346	4498	4664	4830	4894	5058	1.6
Café	2215	2053	2015	1966	1887	1821	1769	1727	-1.5
Milho	10215	10835	11627	13128	14015	14388	14733	16147	2.9
Subtotal (1)	45721	48255	50781	53627	55923	57144	59657	63727	2.1
Pastagem "A" (2)	45198	46107	49983	54047	60050	67722	70295	67832	2.6
(1)+(2)	90919	94362	100764	107674	115973	124866	129952	131559	2.3
Pastagem "B"	107570	108233	113177	123281	127652	131352	134840	137625	1.6
TOTAL	198489	202595	213941	230955	243625	256218	264782	269184	1.9

TABELA D-6

SIMULAÇÃO DE ÁREA OCUPADA COM ATIVIDADES SELECIONADAS NO CENÁRIO SEM PROÁLCOOL (Em 1000 ha)

Período \ Atividades	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Cana c/Irrigação	24	24	24	24	25	26	26	26	0.5
Cana s/Irrigação	2335	2403	2480	2560	2906	3014	3535	3441	2.4
Algodão arbóreo	2838	3124	2435	1367	684	343	170	85	-19.7
Amendoim	303	311	319	327	336	345	355	364	1.2
Mamona	129	135	142	149	157	165	53	153	1.0
Feijão/feijão	130	101	79	62	48	38	30	24	-10.0
Fumo	406	414	424	437	452	469	486	519	1.5
Feijão/milho	6361	6687	7264	7721	8188	8582	9074	9833	2.7
Laranja	454	439	442	463	508	555	605	657	2.3
Soja	5217	5822	6455	7224	7914	8534	9271	10067	4.2
Soja/trigo	2888	2787	2752	2728	2789	2899	3066	3299	0.8
Algodão herbáceo	1725	1960	2842	3112	2835	2840	2068	2308	1.8
Arroz	6335	6170	6449	6672	6942	6856	6684	6911	0.5
Mandioca	3930	4185	4352	4506	4669	4859	4919	5053	1.6
Café	2215	2053	2015	1966	1887	1821	1769	1727	-1.5
Milho	10223	10838	11795	13124	14702	14766	15039	16093	2.9
Subtotal (1)	45533	47453	50269	52442	55042	56112	57150	60560	1.8
Pastagem "A" (2)	45194	46079	50083	54178	60585	67703	72584	70998	2.9
(1)+(2)	90727	93532	100352	106620	115627	123815	129734	131558	2.3
Pastagem "B"	107453	108108	112968	122971	126764	130879	134287	137438	1.6
TOTAL	198180	201640	213320	229591	242391	254694	264021	268996	1.9

## SIMULAÇÃO DE ÁREA OCUPADA COM ATIVIDADES SELECIONADAS NO CENÁRIO AUTO SUFICIENTE (EM 1000 ha)

Período \ Atividades	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Cana c/Irrigação	12	12	12	12	12	12	12	12	0
Cana s/Irrigação	2377	3728	5173	5908	6139	6479	8168	8681	8.4
Algodão arbóreo	3015	3412	2663	1485	743	371	186	92	-19.6
Amendoim	303	311	319	327	336	345	355	364	1.2
Mamona	129	135	142	149	157	73	39	183	2.2
Feijão/feijão	130	101	79	62	48	38	30	24	-10.0
Fumo	406	414	424	437	452	469	501	538	1.8
Feijão/milho	6340	6485	7157	7723	8069	8330	9128	9886	2.8
Laranja	454	439	442	463	508	555	607	628	2.0
Soja	5116	5738	6370	7083	7705	8393	9168	10392	4.5
Soja/trigo	2979	2878	2841	2859	2931	3054	3239	3159	0.4
Algodão herbáceo	1654	1748	2089	2774	2345	2049	2244	2448	2.5
Arroz	6316	6197	6454	6638	6833	6510	6666	6977	0.6
Mandioca	3930	4183	4346	4502	4666	4833	4893	5056	1.6
Café	2256	2121	2121	2121	2108	2093	2062	2026	-0.7
Milho	10338	10702	11547	12843	13743	14223	14931	16289	2.8
Subtotal (1)	45755	48604	38986	55386	56795	57827	62229	66765	2.4
Pastagem "A" (2)	45143	45761	49569	53320	59580	69135	67727	64797	2.3
(1)+(2)	90898	94365	88555	108706	116375	126962	129956	131562	2.3
Pastagem "B"	107604	109107	114917	125321	129575	132881	136170	138847	1.6
TOTAL	190502	203472	203472	234027	245950	259843	266125	270409	2.0

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-8

SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO CENÁRIO NORMATIVO (Em 1000 ha)

Período Região de Consumo	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Recife	632	710	707	724	803	786	582	445	-2.2
Salvador	368	437	384	378	567	850	1275	1912	10.8
Belo Horizonte	89	109	129	238	459	366	210	148	3.2
Rio de Janeiro	251	337	233	87	107	180	205	99	-5.6
Ribeirão Preto	791	1012	1264	1478	1577	1393	1569	1578	4.4
Londrina	154	293	557	669	684	938	1370	1068	12.9
Curitiba	12	17	10	-	-	-	-	-	-1.1*
Brasília	65	83	93	96	125	124	195	157	5.7
Cuiabá	14	19	16	16	25	20	81	81	11.6
Campo Grande	20	32	12	5	21	16	79	79	9.0
TOTAL	2396	3049	3405	3691	4368	4673	5566	5567	5.4

FONTE: IPEA - Modleio de Biomassa

\* Referente a 6 anos.

TABELA D-9

SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO CENÁRIO SEM PROÁLCOOL (EM 1000 ha)

Região de Consumo \ Período	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Recife	642	660	683	688	721	744	552	334	-4.0
Salvador	392	231	214	187	281	422	632	945	5.6
Belo Horizonte	89	106	131	188	340	295	164	109	1.3
Rio de Janeiro	251	236	151	106	107	180	242	137	-3.7
Ribeirão Preto	552	581	618	682	551	433	461	487	-0.8
Londrina	154	293	339	342	410	446	670	558	8.4
Curitiba	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Brasília	59	77	93	96	125	124	195	157	6.3
Cuiabá	10	10	11	16	25	20	38	38	8.7
Campo Grande	12	12	11	16	21	16	29	29	5.7
TOTAL	2161	2206	2251	2321	2581	2680	2983	2794	1.6

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-10

SIMULAÇÃO DA ÁREA OCUPADA COM CANA-DE-AÇÚCAR NO CENÁRIO AUTO-SUFICIENTE (Em 1000 ha)

Período Região de Consumo	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa Anual de Crescimento em %
Recife	180	230	292	343	363	428	578	574	7.5
Salvador	347	404	502	588	616	704	904	1168	7.9
Belo Horizonte	15	18	34	60	84	107	162	151	15.5
Rio de Janeiro	13	20	32	51	81	131	210	335	22.5
Ribeirão Preto	1262	2140	2871	3051	3087	3088	3297	3539	6.7
Londrina	234	468	732	873	909	967	1174	1119	10.3
Curitiba	11	17	21	22	22	22	22	22	4.4
Brasília	52	95	195	280	295	296	666	666	17.3
Cuiabá	14	33	82	127	138	138	138	138	15.4
Campo Grande	20	41	62	74	79	80	126	126	12.2
TOTAL	2148	3466	4823	5469	5674	5961	7277	7838	8.4

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-11

SIMULAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA DA TERRA DO SOLO TIPO "A" NO CENÁRIO BÁSICO

(US\$ de 1984 por ha)

Região de Consumo	Região de Produção	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa de Crescimento Anual em %
Recife	Sertão	664	730	804	829	911	995	948	761	0,9
	Mata e Agr.	923	1092	1201	1285	1345	1407	1471	1214	1,7
Rio de Janeiro	Espírito Stº	2284	2489	2679	2842	2967	3078	2727	2149	-0,4
	Grande Rio	1311	1381	1459	1541	1628	1720	1816	1844	2,2
Ribeirão Preto	Mat. Paulista	1516	1668	1784	1902	2029	2100	2304	1831	1,2
	Camp. Ribeirão Preto	1871	2850	3923	5102	3619	3981	4379	4816	6,1
	Triângulo Mineiro	1472	1620	1781	1899	2013	2084	1829	1441	-0,1
Porto Alegre	Plan. Merid.	631	694	763	840	924	1016	1006	994	2,8
	LE/OE Gaúcho	2032	2177	2334	2505	2689	2889	3104	2446	1,2
Brasília	Brasília	604	576	542	502	452	393	321	233	-5,7
	NO. Goiano	653	527	529	523	487	424	347	252	-5,7
	SU. Goiano	999	1099	1208	1313	1383	1431	1250	992	0,0

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-12

## SIMULAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA DA TERRA DO SOLO TIPO "A" NO CENÁRIO NORMATIVO

(US\$ de 1984 por ha)

Região de Consumo	Região de Produção	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa de Crescimento Anual em %
Recife	Sertão	682	749	819	866	953	1042	946	761	0,7
	Mata e Agr.	1099	1202	1292	1417	1491	1567	1473	1213	0,6
Rio de Janeiro	Espírito Stº	2144	2335	2510	2699	2772	2904	2671	2144	0,0
	Grande Rio	1303	1429	1513	1600	1693	1791	1895	1461	0,7
Ribeirão Preto	Mat. Paulista	1393	1532	1628	1730	1840	1898	1837	1564	0,7
	Camp. Ribeirão Preto	1770	1916	1995	2194	2350	2519	2347	1901	0,4
	Triângulo Mineiro	1416	1558	1714	1825	1886	1964	1818	1453	0,2
Porto Alegre	Plan. Merid.	624	686	755	830	914	1005	994	981	2,9
	LE/OE Gaúcho	2022	2166	2322	2491	2675	2873	3086	2443	1,2
Brasília	Brasília	604	576	542	502	452	393	321	233	-5,8
	NO. Goiano	647	520	521	519	483	424	347	252	-5,7
	SU. Goiano	953	1048	1153	1262	1327	1375	1239	985	0,2

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-13

## SIMULAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA DA TERRA DO SOLO TIPO "A" NO CENÁRIO SEM PROÁLCOOL

(US\$ de 1984 por ha)

Região de Consumo	Região de Produção	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa de Crescimento Anual em %
Recife	Sertão	621	683	751	770	847	931	944	759	1,3
	Mata e Agr.	1006	1106	1186	1292	1353	1416	1475	1210	1,2
Rio de Janeiro	Espírito Stº	2000	2177	2352	2526	2594	2699	2657	2128	0,4
	Grande Rio	1171	1284	1391	1477	1557	1642	1731	1508	1,6
Ribeirão Preto	Mat.Paulista	1222	1344	1479	1566	1660	1759	1760	1567	1,6
	Camp.Ribeirão Preto	1658	1824	1972	2109	2256	2415	2310	1861	0,7
	Triângulo Mineiro	1296	1425	1568	1664	1767	1785	1787	1420	0,6
Porto Alegre	Plan. Merid.	576	634	697	767	844	928	909	888	2,7
	LE/OE Gaúcho	2021	2165	2321	2490	2673	2871	3084	2443	1,2
Brasília	Brasília	604	576	542	502	452	393	321	333	-3,7
	NO.Goiano	644	516	517	518	482	424	347	252	-5,7
	SU.Goiano	883	971	1068	1175	1230	1271	1237	984	0,7

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa

TABELA D-14

## SIMULAÇÃO DO PREÇO-SOMBRA DA TERRA DO SOLO TIPO "A" NO CENÁRIO AUTO-SUFICIENTE

(US\$ Milhões de 1984)

Região de Consumo	Região de Produção	1981-82	1983-84	1985-86	1987-88	1989-90	1991-92	1993-94	1995-96	Taxa de Crescimento Anual em %
Recife	Sertão	679	747	822	853	938	1023	952	762	0,7
	Mata e Agr.	1031	1133	1246	1343	1409	1478	1549	1216	1,0
Rio de Janeiro	Espírito Stº	2315	2524	2717	2884	3009	3123	2756	2181	-0,4
	Grande Rio	1348	1422	1504	1590	1682	1779	1882	1891	2,1
Ribeirão Preto	Mat. Paulista	1535	1689	1799	1919	2048	2121	2313	1841	1,1
	Camp. Ribeirão Preto	1218	2131	3133	4233	4258	4684	5152	4987	9,2
	Triângulo Mineiro	1500	1651	1816	1937	2055	2127	1858	1473	-0,1
Porto Alegre	Plan. Merid.	658	723	796	875	963	1059	1053	1047	2,9
	LE/OE Gaúcho	2033	2178	2335	2506	2690	2890	3105	2448	1,2
Brasília	Brasília	604	576	542	501	452	393	321	233	-5,8
	NO. Goiano	653	528	530	524	489	424	346	252	-5,8
	SU. Goiano	1011	1112	1223	1329	1400	1447	1255	997	-0,1

FONTE: IPEA - Modelo de Biomassa - RO .BAS.01

IX - APÊNDICE E

EVOLUÇÃO DO PREÇO-SOMBRA DE PRODUTOS SELECIONADOS

GRÁFICO E-1

PREÇO SOMBRA DO ÁLCOOL EM CRUZEIROS CORRENTES PARA RIBEIRÃO PRETO

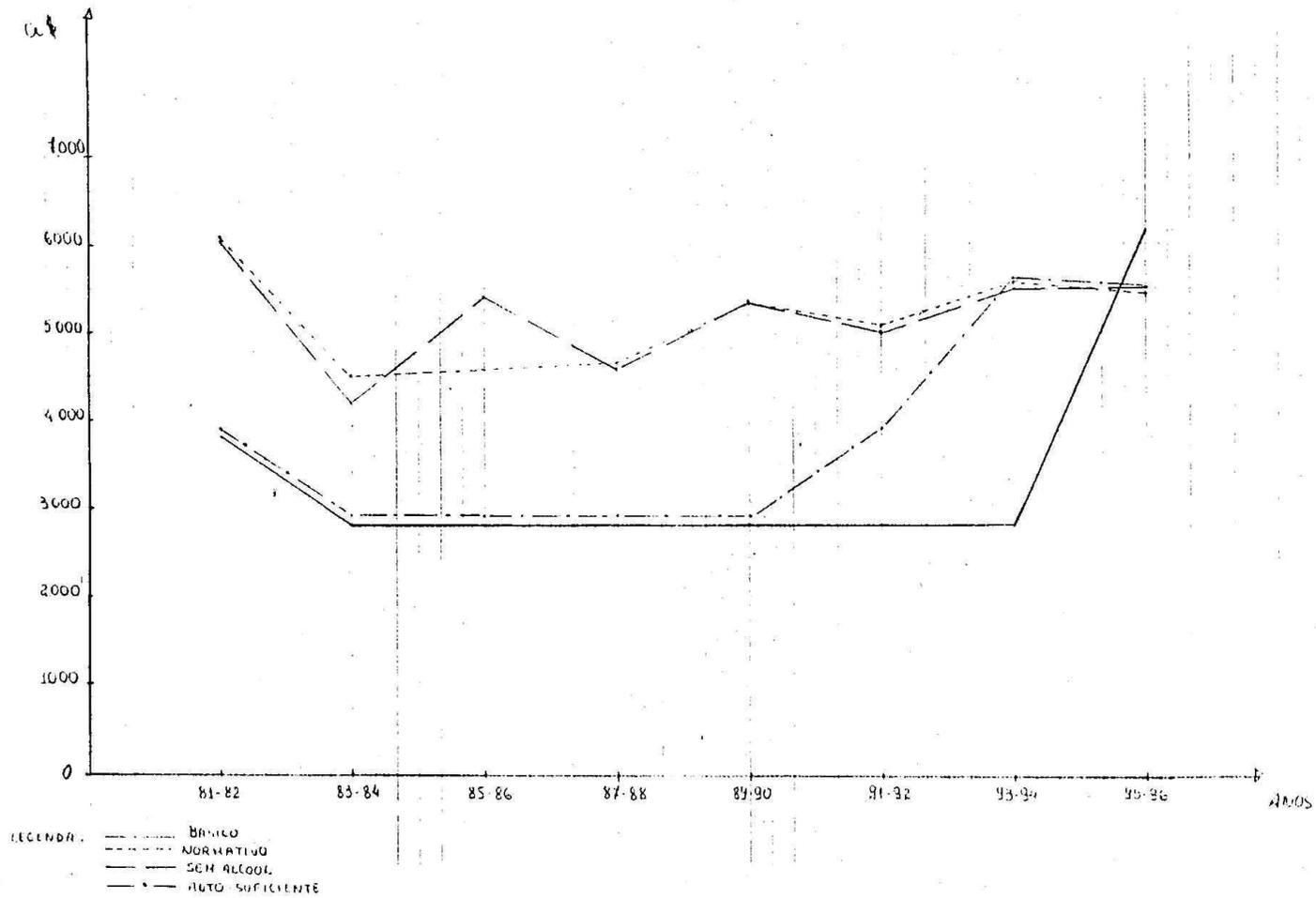


GRÁFICO E-2

PREÇO SOMBRA DO AÇÚCAR EM CRUZEIROS CORRENTE PARA RIBEIRÃO PRETO

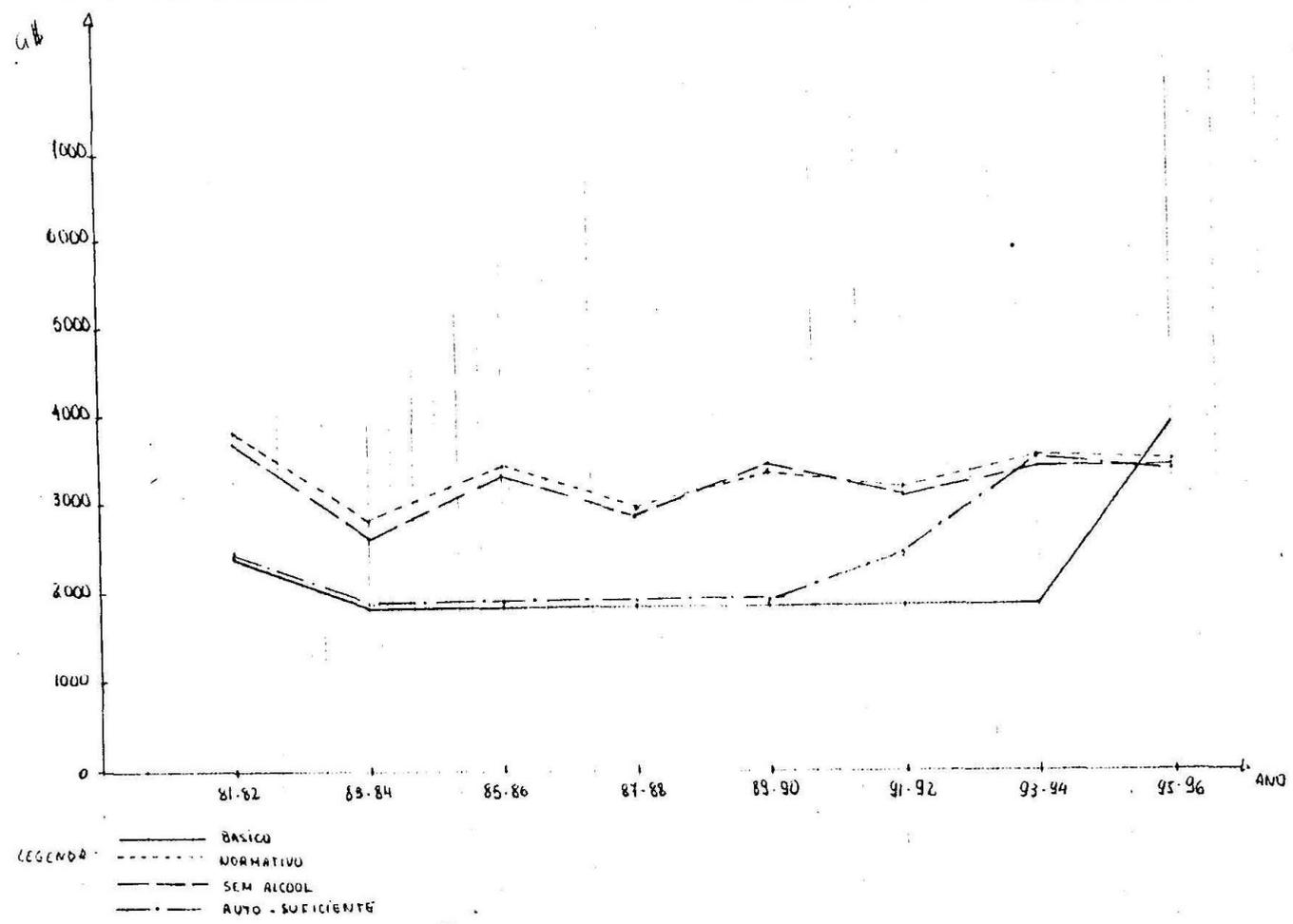


GRÁFICO E-3

PREÇO SOMBRA DE SOJA EM CRUZEIROS CORRENTES PARA RIBEIRÃO PRETO

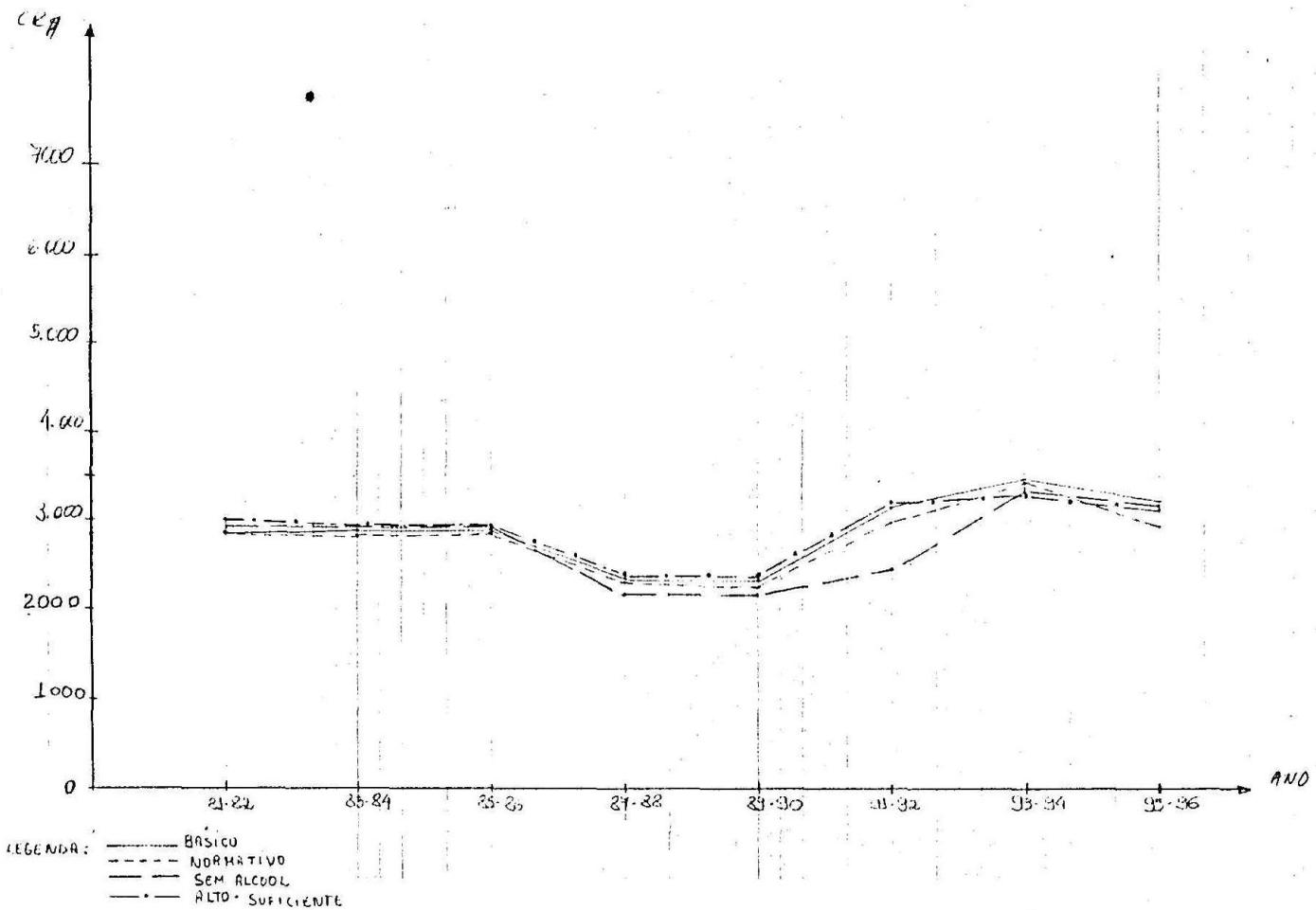


GRÁFICO E-4

PREÇO SOMBRA DE FEIJÃO PARA RIBEIRÃO PRETO EM Cr\$ CORRENTES

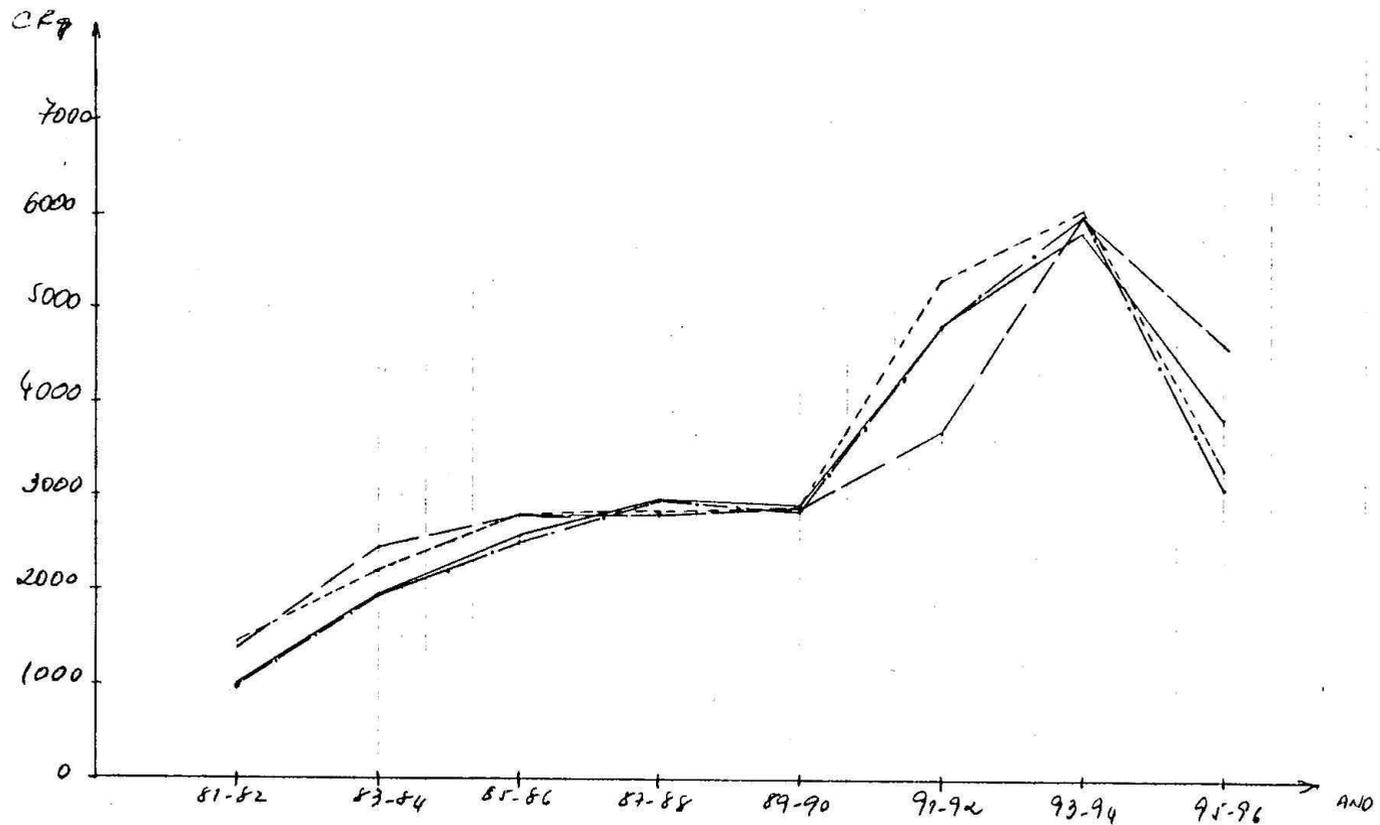


GRÁFICO E-5

PREÇO SOMBRA DO MILHO EM CRUZEIROS CORRENTES PARA RIBEIRÃO PRETO

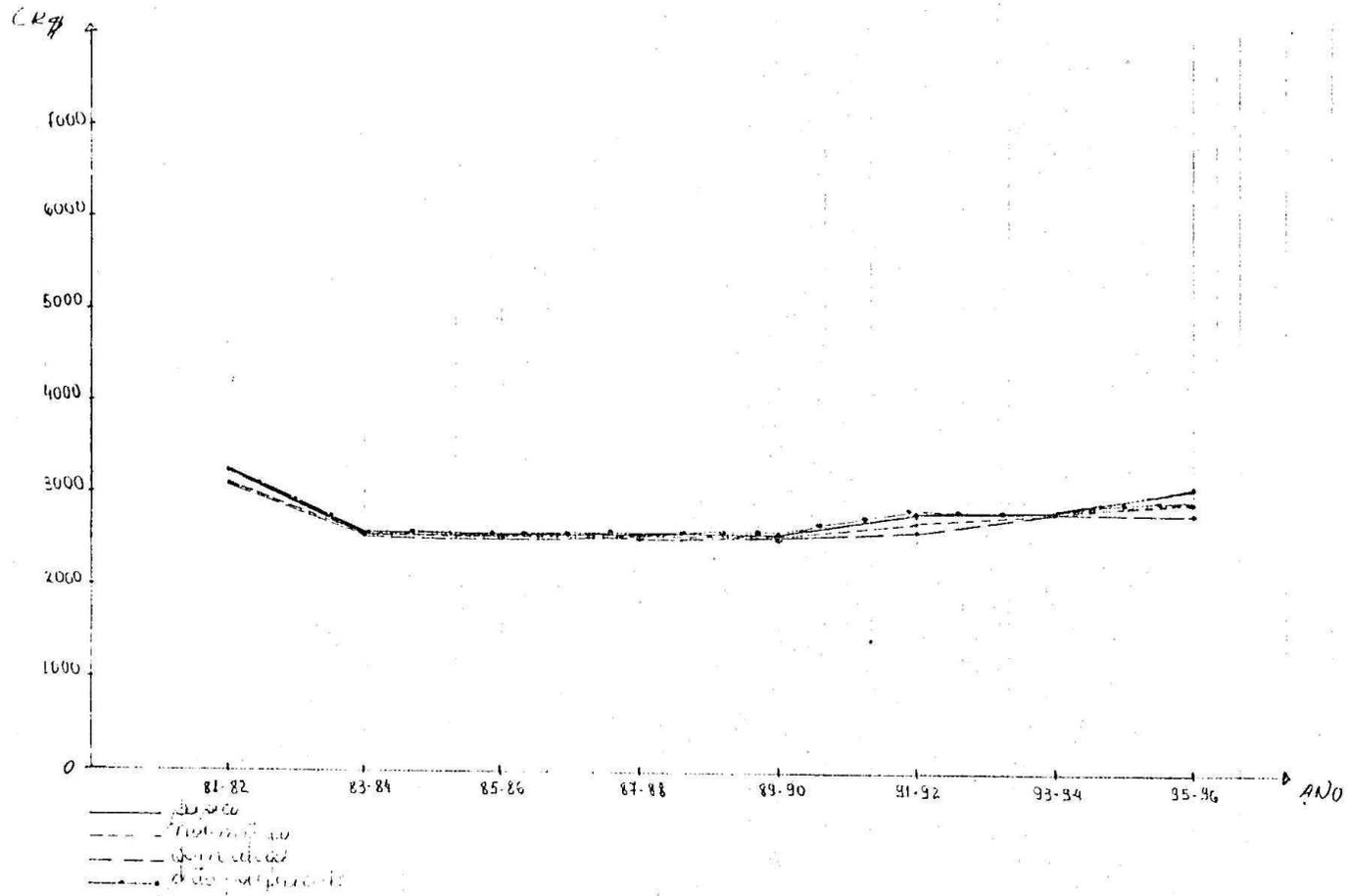
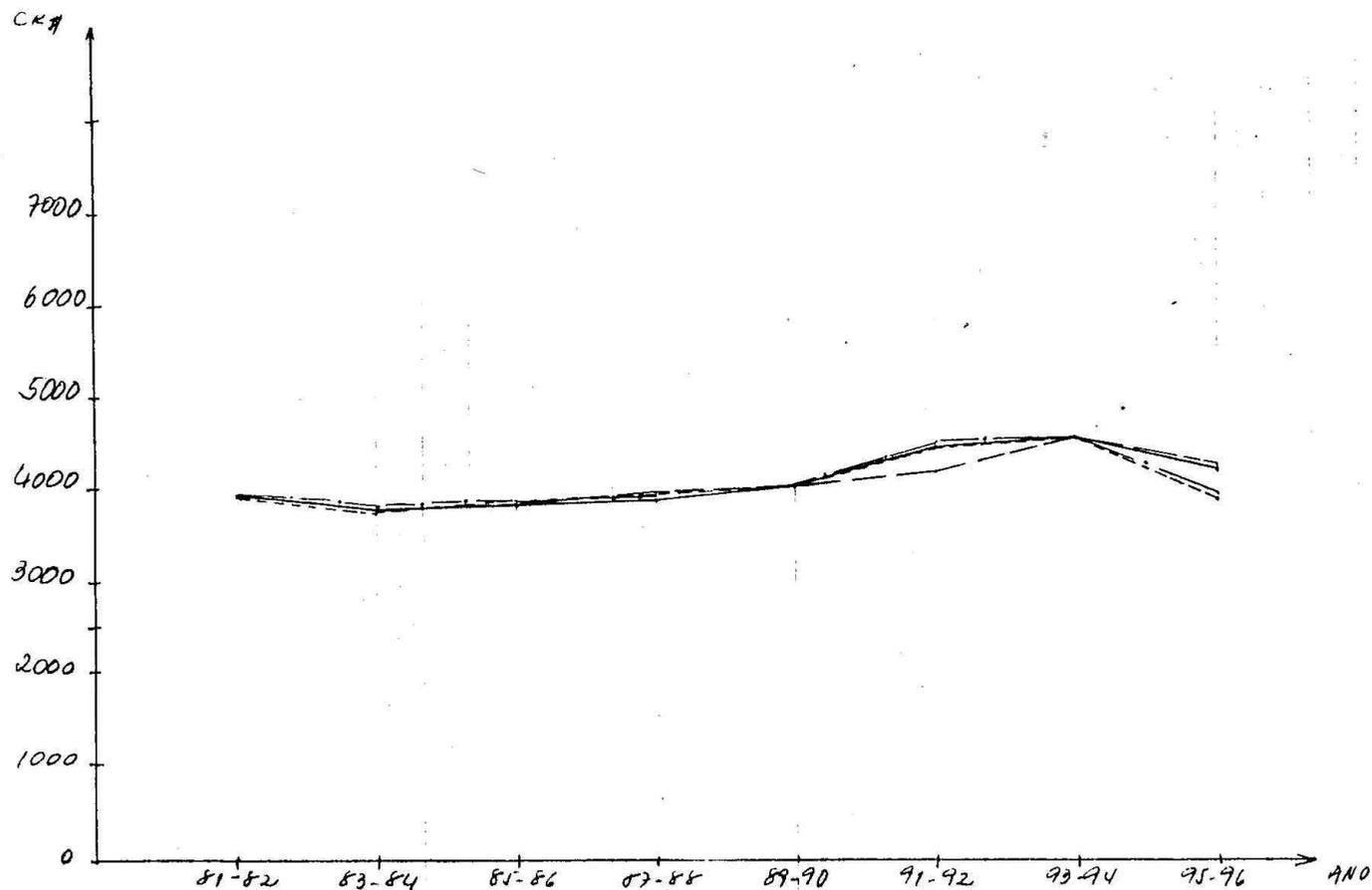


GRÁFICO E-6

PREÇO SOMBRA DO ARROZ EM CRUZEIROS CORRENTES PARA RIBEIRÃO PRETO



BIBLIOGRAFIA

- AMARAL, Cicely M.; BARROS, Geraldo S.C.; AMARAL, Vera B. [1983] Pressões de demanda sobre a agricultura brasileira. Estudos Econômicos, São Paulo, 13(2): 309-22, maio/ago. 1983.
- BARROS, G.S.C. [1980] Investimento em tratores agrícolas no Brasil. Piracicaba, ESALQ/USP, 1980. Tese de livre docência.
- BARROS, J.R. Mendonça de; FERREIRA, Léo da R.; YAMAGUSHI, C. T.; MORICOCCHI, L.; TOSCANO, G. [1983] Agricultura e produção de energia: avaliação do custo de matéria-prima para a produção de álcool. Revista de Economia Rural, Brasília, 21(4): 439-69 out/dez. 1983.
- BORGES, Júlio M.M. [1984] Oferta e custos de produção do álcool no Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 3, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, s.ed., 1984, v.4, p. 1533-45.
- BRASIL. [1984] Ministério das Minas e Energia. Auto-suficiência energética; um cenário de extensão ao modelo energético brasileiro. Brasília, 1984.
- \_\_\_\_\_. [1983 a] Avaliação do Programa Nacional do Alcool, 1981/82. Brasília, 1983. 2v. tab.
- \_\_\_\_\_. [1983 b] Balanco energético nacional. Brasília, 1983. 117p. il.
- \_\_\_\_\_. [1983 c] Caracterização de tecnologias de carvão mineral e biomassa para o Modelo Markal. Brasília, 1983. 43p.
- \_\_\_\_\_. [1983 d] Metodologia brasileira para avaliação de tecnologia

- as de energia utilizando o Modelo Markal. Brasília, 1983. 72p.
- CESAL, Lon C. & BANDEIRA, Antonio L. [1973] Uso da terra na Zona da Mata de Minas Gerais. In: Estudos sobre uma região agrícola: Zona da Mata de Minas Gerais (I). Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1973. p.109-213. (Série Monográfica, 9).
- CONJUNTURA ECONÔMICA [vários] Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, 1947-1984.
- CONSELHO NACIONAL DO PETRÓLEO [vários] Anuário estatístico, 1979-1983. Brasília, 1980-1984. 5v.
- CONTADOR, Cláudio R. & FERREIRA, Léo da R. [1984] Insumos modernos na agricultura brasileira. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1984. 155 p. (Texto para discussão interna, 65).
- FERREIRA, Léo da R. [1980] Um modelo de programação com risco para a agricultura do Nordeste. Revista Brasileira de Economia Rio de Janeiro, 34(3):333-63, jul/set. 1980.
- FERREIRA, Léo da R. [1979] Parceria e risco na agricultura do Nordeste. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1979. 210 p. (Série Monográfica, 31).
- \_\_\_\_\_ & TOURINHO, Octávio A.F. [1984] Resultados preliminares da avaliação do uso de biomassas como fontes de energia. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENERGIA, 3, Rio de Janeiro, 1984. Anais... Rio de Janeiro, s.ed., 1984. v.3, p. 1255-66.
- FUNDAÇÃO DE ESTUDOS AGRÁRIOS LUIS DE QUEIROZ, [1979] Piracicaba. Estudo nacional de máquinas agrícolas; v.2: Demanda de tratamentos e mão-de-obra qualificada. São Paulo, 1979. 2v. Convênio

IPEA-FEALQ/IEA-ESALQ.

GUIA QUATRO RODAS, [1980]. São Paulo, Abril, 1980.

HOMEM DE MELO, F.B. & PELIN, E.R. [1984] As soluções energéticas e a economia brasileira. São Paulo, HUCITEC, 1984. 146p. + anexo tab. (Economia e Planejamento. Série Teses e Pesquisas).

IBGE. [vários] Anuário estatístico do Brasil, 1975-1978. Rio de Janeiro, 1976-1979. 4v.

\_\_\_\_\_. [1956] Brasil: censo agrícola. Rio de Janeiro, 1956. 135p. tab. (Recenseamento geral de 1950. Série Nacional, 2).

\_\_\_\_\_. [1970a] Censo Agrícola de 1960: Brasil. Rio de Janeiro, 1967-1970. 2v. tab. (Recenseamento Geral do Brasil, 7. Série Nacional, 2).

\_\_\_\_\_. [1970b] Censo agropecuário: Brasil. Rio de Janeiro, 1975. 299p tab. (Recenseamento Geral do Brasil, 8. 1970. Série Nacional, 3).

\_\_\_\_\_. [1970c] Divisão do Brasil em microrregiões homogêneas: 1968. Rio de Janeiro, 1970. 564 p.

\_\_\_\_\_. [1975] Censo agropecuário: Brasil. Rio de Janeiro, 1979. 469 p. tab. (Censos Econômicos de 1975. Série Nacional, 1).

\_\_\_\_\_. [1980a] Censo Agropecuário: Brasil. Rio de Janeiro, 1984. 494 p. tab. (Recenseamento Geral do Brasil, 9. 1980. Série Nacional, 1).

\_\_\_\_\_. [1980b] Censo demográfico: Brasil. Rio de Janeiro, 1980. 243 p. tab. (Recenseamento Geral do Brasil, 9. 1980. Série Nacional, 4).

\_\_\_\_\_. [1984] Levantamento sistemático da produção agrícola. Rio de Janeiro, dezembro de 1984, 62 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA, [1979] Rio de Janeiro. Preços pagos pelos agricultores. Rio de Janeiro, Fundação Getúlio Vargas, abril de 1979, 196 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ECONOMIA, [1977] Rio de Janeiro. Brasil: renda interna por microrregiões homogêneas, 1959-1970. Rio de Janeiro, Fundação Getulio Vargas, 1977. 144 p. + anexo mapas.

LEVANTAMENTO SISTEMÁTICO DA PRODUÇÃO AGRÍCOLA, [1984] Rio de Janeiro, IBGE, dez. 1984.

MARTIN, Lee R., ed. [1977] A survey of agricultural economics literature. St. Paul, University of Minnesota Press, 1977. 540p.

MODIANO, Eduardo M. [1983] Energia e economia: um modelo integrado para o Brasil. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 13(2): 307-64, ago. 1983.

\_\_\_\_\_ & TOURINHO, Octávio A.F. [1982] A economia do carvão mineral. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982. 48 p. (Documento Preliminar do Grupo de Energia, 6).

MORETTI, Vasco A. [1978] Demand for Brazilian frozen concentrated orange juice exports. Gainesville, University of Florida, 1978. 123 p. Tese de Mestrado.

NAÇÕES UNIDAS. [1981] Statistical yearbook, 1979/80. New York, 1981. 891 p. tab.

PAES DE BARROS, R. & FERREIRA, Silvério S. [1982] Um modelo econômico para a demanda de gasolina pelos automóveis de passeio. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982. 135 p. (Documento Preliminar do Grupo de Energia, 7).

PAES DE BARROS, R. & RAMOS, Lauro R.A. [1982] Um modelo de crescimento para a indústria do xisto. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982. 57 p. (Documento Preliminar do Grupo de Energia, 4).

PANAGIDES, Stahis S. [1969] Erradicação do café e diversificação da agricultura brasileira. Revista Brasileira de Economia, Rio de Janeiro, 23(1): 41-71, jan/mar. 1969.

\_\_\_\_\_ & FERREIRA, Léo da R. [1973] Absorção de mão-de-obra na agricultura da Zona da Mata de Minas Gerais. In: ESTUDOS sobre uma região agrícola: Zona da Mata de Minas Gerais (I). Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1973. p. 23-107. (Série Monográfica, 9).

PATRICK, George F. [1974] Efeitos de programas alternativos do governo sobre a agricultura do Nordeste. Pesquisa e Planejamento Econômico, Rio de Janeiro, 4(1): 49-82, fev. 1974.

PETROBRÁS. [vários] Anuário estatístico. Rio de Janeiro, (vários)

PREÇOS PAGOS PELOS AGRICULTORES. [1979] Rio de Janeiro, Instituto Brasileiro de Economia/Fundação Getulio Vargas, abr. 1979.

RAMOS, Lauro R.A. [1983] Cenários de demanda de derivados de petróleo. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1983. 88 p. (Textos para discussão. Grupo de Energia, 16).

\_\_\_\_\_. [1985] Modelo do setor petróleo (MOSPEL): oferta e demanda de derivados e balanço de divisas. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1985. 75p. (Textos para Discussão. Grupo de Energia, 28)

RODRIGUES, A.J.P. & ARAÚJO, J.L.R.H. [1984] Limites ao papel do álcool na política energética. In: ROSA, L.P., ed. Energia e crise. Petrópolis, Vozes, 1984. 196p.

STOCKS, K.J. [1984] Discount rate for technology assessment: an application to the energy sector. ENERGY ECONOMICS, Guildford, 6(3): 177-85, July 1984.

TOURINHO, Octávio A.F. [1982] Um modelo de planejamento de oferta de energia elétrica. Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1982. 12p (Documento Preliminar do Grupo de Energia, 5).

WHITE Jr., T. Kelley & ROCHA, Dilson S. [1973] Crédito agrícola na Zona da Mata de Minas Gerais. In: ESTUDOS sobre uma região agrícola: Zona da Mata de Minas Gerais (I). Rio de Janeiro, IPEA/INPES, 1973. P.215-300 (Série Monográfica, 9).

TEXTOS PARA DISCUSSÃO DO GRUPO DE ENERGIA (TDE)

- Nº I - "Uma Avaliação dos Impactos Ambientais e Socio-Econômicos Locais Decorrentes da Industrialização do Xisto", Sérgio Margulis e Ricardo Paes de Barros, Dezembro 1981, 30 p.
- Nº II - "Recursos Nacionais de Xistos Oleíferos: Um Levantamento com Vistas ao Planejamento Estratégico do Setor", Lauro R.A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Dezembro 1981, 76 p.
- Nº III- "Agricultura e Produção de Energia: Avaliação do Custo da Matéria-Prima para Produção de Alcool", Equipe IPEA/IPT, Janeiro 1982, 64 p.
- Nº IV - "Um Modelo de Crescimento para a Indústria do Xisto", Ricardo Paes de Barros e Lauro R.A. Ramos, Fevereiro 1982, 57 p.
- Nº V - "Um Modelo de Planejamento de Oferta de Energia Elétrica", Octávio A.F. Tourinho, Março 1982, 12 p.
- Nº VI - "A Economia do Carvão Mineral", Eduardo M. Modiano e Octávio A.F. Tourinho, Março 1982, 48 p.
- Nº VII- "Um Modelo Econométrico para a Demanda de Gasolina pelos Automóveis de Passeio", Ricardo Paes de Barros e Silvério Soares Ferreira, Maio 1982, 135 p.
- NºVIII- "A Critical Look at the Theories of Household Demand for Energy", Ali Shamsavari, Junho 1982, 32 p.
- Nº IX - "Análise do Consumo Energético no Setor Industrial da Região Central do País", Flávio Freitas Faria e Luiz Carlos Guimarães Costa, Junho 1982, 30 p.
- Nº X - "Vinhoto: Poluição Hídrica, Perspectivas de Aproveitamento e Interação com o Modelo Matemático de Biomassa", Sérgio Margulis, Julho 1982, 108 p.
- Nº XI - "Um Modelo de Análise da Produção de Energia pela Agricultura", Fernando Curi Peres, José R. Mendonça de Barros, Léo da Rocha Ferreira e Luiz Moricochi, Agosto 1982, 24 p.

- Nº XII- "Xistos Oleígenos: Natureza, Formas de Aproveitamento e Principais Produtos", Lauro R.A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Fevereiro 1983, 55 p.
- NºXIII- "Consumo de Energia para Cocção: Análise das Informações Disponíveis", Ricardo Paes de Barros e Luis Carlos P. J. Boluda, Março 1983, 113 p.
- Nº XIV- "Consumo de Energia no Meio Rural", Milton da Mata, Março 1983, 41 p.
- Nº XV - "Usina Industrial de Xisto", Lauro R.A. Ramos e Ricardo Paes de Barros, Abril 1983, 87 p.
- Nº XVI- "Cenários de Demanda de Derivados de Petróleo", Lauro R.A. Ramos, Dezembro 1983, 88 p.
- NºXVII- "Sobre a Dieselização da Frota Brasileira de Caminhões" , Armando M. Castelar Pinheiro, Dezembro 1983, 87 p.
- NºXVIII "Impactos Ambientais Decorrentes da Produção do Carvão Mineral: Uma Abordagem Quantificada", Sérgio Margulis, Dezembro 1983, 114 p.
- Nº XIX- "Uma Análise dos Processos de Conservação de Energia e Substituição do Óleo Combustível na Indústria do Cimento", Armando M. Castelar Pinheiro, Março 1984, 102 p.
- Nº XX - "Energia na Indústria de Vidro", José Cesário Cecchi, Março 1984, 92 p.
- Nº XXI- "Análise da Demanda por Insumos das Empresas Profissionais de Transporte Rodoviário de Cargas", Antonio Edmundo de Rezende, Setembro 1984, 119 p.
- NºXXII- "Tecnologia, Custos, Capacidade de Carga e Consumo Energético de Veículos no Transporte Rodoviário de Bens", Newton de Castro, Novembro 1984, 40 p.
- NºXXIII "Impactos Ambientais Decorrentes do Consumo de Carvão Mineral, Sérgio Margulis, Novembro 1984, 63 p.

- NºXXIV- "Energia na Indústria Cerâmica", Luciane Pierri de Mendonça, Janeiro 1985, 109 p.
- Nº XXV- "Energia na Indústria de Papel e Celulose", Maria de Fátima Salles Abreu Passos, Janeiro 1985, 111 p.
- NºXXVI- "Modelo do Setor Petróleo (MOSPET): Oferta e Demanda de Derivados e Balanço de Divisas", Lauro R.A. Ramos, Fevereiro 1985, 65 p.
- NºXXVII "Notas sobre Energia na Indústria de Barrilha", José Cesário Cecchi, Fevereiro 1985, p.
- NºXXVIII "Análise do Consumo Energético no Setor Industrial da Região Central do País", Flávio Freitas Faria e Luiz Carlõs Guimarães Costa, Fevereiro 1985, p. (revisado).
- NºXXIX- "O Planejamento da Oferta de Carvão Mineral no Brasil: o Modelo MOCAM e suas Aplicações", Octávio A.F. Tourinho, Sérgio Margulis, Vagner Laerte Ardeo, Março 1985, 255 p.

O INPES edita ainda as seguintes publicações: Pesquisa e Planejamento Econômico (quadrimestral), desde 1971; Literatura Econômica (bimestral); desde 1977; Brazilian Economic Studies (semestral), desde 1975; Coleção Relatório de Pesquisa; Série de Textos para Discussão Interna (TDI); Série Monográfica; e Série PNPE.