

DEMANDA DE FERTILIZANTES NO ESTADO DE SÃO PAULO

JUBERT SANCHES CIBANTOS

Orientador: DONALD W. LARSON

Tese apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Doutor em Agronomia.

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo
— 1972 —

a meus filhos

Mitsi

Jubert Filho

e Gil Cláudio

a Lucyla e a meus pais

a José Sanches Cibantos, meu avô

a Antonieta J. Pauli, minha avó

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Donald W. Larson, pela sua exemplar e eficiente orientação durante todo o desenvolvimento desta pesquisa. Desejo também expressar minha profunda admiração pela sua pessoa como técnico, orientador e amigo que foi em cada oportunidade. Graças à sua dedicação, entusiasmo e estímulo devo a continuidade e conclusão desta pesquisa.

Ao Eng^o Agr^o Natanael Miranda dos Anjos, pela sua colaboração na coleta de dados e pelas valiosas informações complementares sobre fertilizantes.

Aos Professores Dr. Rodolfo Hoffmann e Dra. Ondalva Serano, que leram a versão preliminar e contribuíram com valiosas sugestões.

Ao Eng^o Agr^o Flávio Abranches Pinheiro, pelas críticas e sugestões formuladas.

Aos Docentes do Departamento de Economia Rural, da Faculdade de Ciências Médicas e Biológicas de Botucatu, pelos incentivos recebidos.

Ao Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", que facilitou meu trabalho colocando à disposição suas instalações e equipamentos.

A Renato Moraes Pompeu, bolsista do I.B.C. e estagiário do Departamento de Matemática e Estatística da ESALQ, pela computação eletrônica dos dados.

Aos Eng^{os} Agr^{os} Paulo V. Sendin e Nelson K. Toyama, pelo auxílio prestado na atualização das séries de índices do Instituto de Economia Agrícola.

A FAPESP, pelo auxílio financeiro que facilitou e possibilitou as inúmeras e constantes viagens necessárias ao desenvolvimento do trabalho.

Ao Escritório de Análise Econômica e Política Agrícola (EAPA) da Subsecretaria de Planejamento e Orçamento do Ministério da Agricultura e à Fundação Ford que, através de Convênios com o Departamento de Ciências Sociais Aplicadas da ESALQ, financiaram parte desta pesquisa.

As Srtas. Thereza Watanabe, Ana Maria Laurenti, Joiceley Stringueta Machado e ao Sr. Lázaro Martins, pela valiosa colaboração na fase de publicação desta tese.

A minha esposa Lucyla, pelo seu carinho, dedicação e estímulo constantes, que proporcionaram as condições necessárias ao bom desempenho desta pesquisa.

Í N D I C E

	Pág.
LISTA DAS TABELAS	VIII
LISTA DAS FIGURAS	XVI
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1. Importância do Problema	2
2. Objetivos	6
3. Hipóteses	7
4. Plano Geral do Trabalho	7
CAPÍTULO II - ANTECEDENTES E CARACTERIZAÇÃO DA SITUAÇÃO DOS FERTILIZANTES NO BRASIL E NO ESTADO DE SÃO PAULO	9
1. Introdução	10
2. Situação dos Fertilizantes no Brasil: Importação, Produ- ção e Consumo	17
3. Evolução dos Preços de Fertilizantes no Brasil	24
4. Política Governamental e Crédito	27
5. Situação dos Fertilizantes no Estado de São Paulo: <u>Impor</u> <u>tação</u> , Produção e Consumo	36
6. Relações de Preços	44
7. Transportes, Armazenamento e Divulgação de Fertilizantes	50
CAPÍTULO III - REVISÃO DE LITERATURA	54
1. Estudos de Demanda Realizados no Brasil	55
2. Estudos de Demanda de Fertilizantes	57
3. Aspectos Econômicos do Uso de Fertilizantes	66

	Pág.
CAPÍTULO IV - METODOLOGIA	72
1. Informação Básica	73
2. Fundamentos Teóricos	74
3. Definição das Variáveis	85
4. Modelos Econométricos	90
5. Limitações do Estudo	99
 CAPÍTULO V - ANÁLISE DOS RESULTADOS	 101
1. Introdução	102
2. Equações Seleccionadas para o Período 1949/71	104
3. Equações Seleccionadas para o Período 1949/71 (Exclusive 1961/65)	108
4. Equações Seleccionadas para o Subperíodo 1949/60	112
5. Equações Seleccionadas para o Subperíodo 1966/71	116
6. Análise Comparativa Entre os Períodos e Subperíodos Ana- lisados	119
 CAPÍTULO VI - RESUMO E CONCLUSÕES	 126
1. Resumo	127
2. Conclusões	132
 SUMMARY AND CONCLUSIONS	 141
1. Summary	142
2. Conclusions	147
 BIBLIOGRAFIA	 156
 APÊNDICE 1 - INFORMAÇÃO BÁSICA	 166

	Pág.
APÊNDICE 2 - ESTIMATIVA DO CONSUMO APARENTE DE FERTILIZANTES NO ESTADO DE SÃO PAULO, 1970 e 1971	168
APÊNDICE 3 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E MODELOS ALTERNATIVOS.	172
APÊNDICE 4 - TABELAS DE RESULTADOS DE ANÁLISES DE RESPOSTAS, NÍVEIS DE USO E VALOR DA PRODUTIVIDADE MARGINAL DE FERTILIZANTES	185
APÊNDICE 5 - COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E MODELOS ALTERNATIVOS, TENDO COMO VARIÁVEL DEPENDENTE "Y", A RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS CONSUMO DE FERTILIZANTES E ÁREA CULTIVADA	189

LISTA DAS TABELAS

Tabela		Pág.
1	Consumo de Fertilizantes por Hectare Arável em São Paulo e em Vários Países	12
2	Produção e Rendimentos Agrícolas em São Paulo, Brasil e Outros Países	13
3	Consumo Aparente de Fertilizantes no Brasil, 1950/1971, em termos de N-P-K	19
4	Preços Médios Reais de Nitrogênio, Fósforo e Potássio no Brasil, 1950/1970	25
5	Montante de Recursos e Taxas de Juros do FUNFERTIL e FUNDAG, destinados aos Fertilizantes no Brasil, 1966 a 1971	34
6	Taxas Médias Anuais de Crescimento do Consumo Aparente de Fertilizantes no Brasil e no Estado de São Paulo por Subperíodos e no Período, em Porcentagem	38
7	Evolução do Consumo Aparente de Fertilizantes na Região Geo-Econômica do Porto de Santos, Consumo Aparente no Estado de São Paulo, Consumo por Unidade de Área Cultivada no Estado de São Paulo e Variação Percentual sobre o Ano Anterior para o Estado de São Paulo, em termos de Nutrientes (N-P-K), 1948-71	39

Tabela		Pág.
8	Evolução dos Índices de Preços Deflacionados: Índice de Preços de Fertilizantes, Índice Geral de Preços Recebidos e Índice de Preços Pagos pela Agricultura Paulista, 1948-71	45
10	Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-71	105
10.1	Coefficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas Período 1949-71	107
11	Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-71 (Exclusive 1961-65)..	110
11.1	Coefficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas. Período 1949-71 (Exclusive 1961-65)	111
12	Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-60	113
12.1	Coefficientes de Determinação: Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas, Período 1949-60	115

Tabela		Pág.
13	Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1966-71	117
13.1	Coeficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas. Período 1966-71	119
14	Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo	120
15	Informações Estatísticas Utilizadas para a Estimativa da Demanda de Fertilizantes (em termos de N-P-K), no Estado de São Paulo, no período 1948-71	167
16	Consumo Aparente de Fertilizantes na Região Geoeconômica Servida pelo Porto de Santos e no Estado de São Paulo (ambos em termos de N-P-K), no Período 1954-71	171
17	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1949-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo	173
18	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1949-71 (Exclusive 1961-65), para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo	174

19	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1949-60, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo	175
20	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1966-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo	176
21	Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Período 1949-71; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2) e Valor de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})	177
22	Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Subperíodo 1949-71 (Exclusive 1961-65); Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valor	

	de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})	179
23	Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Subperíodo 1949-60; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valor de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})	181
24	Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Subperíodo 1966-71; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valores de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})	183

Tabela		Pág.
25	Sumário dos Resultados de Análise de Resposta a Fertilizantes	186
26	Comparação das Recomendações de Uso de Fertilizantes com o Uso Real pelos Agricultores da Região de Ribeirão Preto, 1969/70	187
27	Valor da Produção Marginal de Fertilizantes por Nutriente, Cultura e Nível de Uso	187
28	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1' , X_3 , X_5 , Y' e Y'_{t-1}) Consideradas no Período 1949-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo	191
29	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1' , X_3 , X_5 , Y' e Y'_{t-1}) Consideradas no Subperíodo 1949-71 (Exclusivo 1961-65), para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo	191
30	Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1' , X_3 , X_5 , Y' e Y'_{t-1}) Consideradas no Superíodo 1949-60, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo	192

- 31 Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1^t , X_3 , X_5 , Y^t e Y_{t-1}^t) Consideradas no Subperíodo 1966-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo 192
- 32 Equações Alternativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Período 1949-71, Utilizando as Variáveis: X_1^t , X_3 , X_5 , Y^t e Y_{t-1}^t ; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2); Valor de "F" e Valor do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}) 193
- 33 Equações Alternativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Superíodo 1949-71 (Exclusive 1961-65), Utilizando as Variáveis X_1^t , X_3 , X_5 , Y^t e Y_{t-1}^t ; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2); Valor de "F" e Valores do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})..... 194

34	<p>Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Subperíodo 1949-60, Utilizando as Variáveis X_1^1, X_3, X_5, Y^1, e Y_{t-1}^1; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2); Valor de "F" e Valores do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})</p>	195
35	<p>Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Subperíodo 1966-71, Utilizando as Variáveis X_1^1, X_3, X_5, Y^1 e Y_{t-1}^1; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2), Valor de "F" e Valores do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP})</p>	196

LISTA DAS FIGURAS

Figura		Pág.
1	Evolução do Consumo Aparente de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, Expresso em Índice (Base: 1948-52 = 100), no Período 1948/72	42
2	Índice de Preço Real de Fertilizantes, Índice de Preços Reais Recebidos (17 produtos), Índice de Preços Reais Pagos por Insumos (Exclusive Fertilizantes) na Agricultura Paulista, para o Período 1948-71 (Base: 1948-52 = 100)	46
3	Índice de Preço Real de Fertilizantes e Consumo de Fertilizantes no Estado de São Paulo, para o Período 1948-71	48
4	Representação Gráfica da Correlação entre o Índice de Preços Reais de Fertilizantes e o Índice de Quantidades Consumidas de Fertilizantes (Base: 1948-52 = 100), para o Estado de São Paulo, no período 1948-71	49
5	Curvas Hipotéticas da Demanda	76
6	Modelo Teórico para Explicação do Aumento do Uso de Fertilizantes	81

Figura		Pág.
7	Curvas Hipotéticas da Demanda e Oferta da Indústria de Fertilizantes	82
8	Função de Produção Hipotética	84
9	Curvas do Valor do Produto Médio e do Valor do Produto Marginal, Derivados de uma Função de <u>Pro</u> dução Hipotética	84

C A P Í T U L O I
I N T R O D U Ç Ã O

1. Importância do Problema

"Num grande número de países, os aumentos na produção agrícola, durante as últimas décadas, foram sem dúvida algumas grandes. Esses aumentos representam as reações dos agricultores às novas oportunidades econômicas, as quais em geral, não se originaram da abertura à colonização de novas terras cultiváveis, nem se originaram primariamente do aumento dos preços relativos dos produtos agrícolas. Tiveram sua origem principalmente em fatores agrícolas mais produtivos." ^{1/}

Esses fatores agrícolas mais produtivos são os insumos modernos, agrupados na maioria das vezes sob o título de "mudanças tecnológicas".

Com base no exposto acima e apoiados na evolução constante da agricultura, pode-se afirmar que o processo de produção agrícola tem nas modificações tecnológicas uma das principais fontes de alteração de sua estrutura. A produtividade física e econômica dos recursos agrícolas vem se modificando paulatinamente sob um fluxo contínuo de progresso técnico, que implica em inovações constantes no campo da agricultura. Admitindo a tríplice classificação de Schultz vê-se que a transformação da classe de agricultura tradicional, provocada pela introdução de algum fator novo ou vários, é que determina a existência das duas classes seguintes, a "moderna" e a "em transição", caracterizadas pela maior ou menor incidência de fatores de produção agrícolas modernos, respectivamente. ^{2/}

^{1/} Schultz, Theodore W. A Transformação da Agricultura Tradicional. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1965, p. 111.

^{2/} Idem, pp. 108-115.

Não caberia aqui definir cada classe, uma vez que essa classificação já é bastante conhecida, mas foi mencionada para mostrar a importância dos insumos modernos nessa transformação.

Pode-se dizer que até recentemente o país desenvolveu a indústria as custas da agricultura, e que no momento há uma tentativa para diminuir a defasagem entre os dois setores. Na medida em que se ofereçam condições para o desenvolvimento econômico do setor agrícola, ele poderá contribuir substancialmente para o crescimento econômico de um país. É ainda Schultz quem afirma que "há uma base lógica, em razão da qual a agricultura tradicional, empregando apenas os fatores de produção à sua disposição, é incapaz de crescimento, exceto a custo elevado, e que a taxa de giro nos investimentos modernos pode ser alta, comparada com os padrões de crescimento antigos. Assim, assume verdadeira importância o que é feito com vista ao desenvolvimento da agricultura, nos países que desejam conseguir o crescimento econômico tão barato quanto possível." ^{3/}

Observa-se que a agricultura brasileira, caracterizada geralmente por um lento processo de transformação tecnológica, intensificou sua transformação nas duas últimas décadas, principalmente na região centro-sul do país. Por esse motivo, dever-se-ia estimular ainda mais o desenvolvimento das pesquisas agrícolas (básicas e aplicadas) no país, a fim de atender, em tempo, as novas necessidades criadas pelo progresso da agricultura.

Por outro lado, a influência de novas técnicas aliadas a insumos modernos, tornam obsoletas as combinações de recursos que anteriormente eram satisfatórias ou equilibradas, exigindo novos

^{3/} Idem, p. 17.

estudos visando a recombinação dos fatores de produção, pois a maior parte dos aumentos obtidos na produção agrícola está associada a uma intensificação no emprego de capital, sob a forma de insumos modernos e tecnologia. Portanto, o conhecimento da influência e do comportamento desses insumos é indispensável para a compreensão da tendência da oferta de produtos agrícolas em nossos dias, bem como para o estabelecimento de políticas visando acelerar a adoção de inovações, além de contribuir para o crescimento econômico do setor.

A escolha de fertilizantes como tema do presente estudo, baseou-se no fato de que eles podem ser considerados um dos mais importantes insumos modernos. A terra, base de qualquer atividade agrícola, sujeita antes a uma perda contínua de fertilidade pelo uso intensivo através de sucessivas culturas, ou mesmo quando de uso restrito pela falta de fertilidade natural, tornou-se, com o aparecimento dos fertilizantes, um fator mais flexível. A partir de então, tornou-se possível assegurar sua fertilidade através dos anos pelo uso racional e adequado desse insumo, principalmente quando associado a medidas de controle da erosão.

Os fertilizantes possuem ainda a característica de atuarem diretamente e a curto prazo, na elevação da produtividade da terra. Essa característica vem ao encontro do principal objetivo dos empresários, que é de minimizar os custos ou maximizar a receita líquida. Se o uso adequado e racional desse insumo aumenta a produtividade, isto implica em aumentos na produção e, portanto no rendimento bruto das empresas.

De forma geral, esse aumento de produtividade física para o produto, reflete-se também em melhores níveis de produtividade para outros fatores utilizados no processo produtivo, além de estimular, através de maiores produções, a adoção de outras inova-

ções, as quais vão exigir do empresário a assimilação de novos conhecimentos.

É evidente que raciocínio semelhante poderia ser feito em relação a outro insumo, mas não seria incoerente admitir o fertilizante como um dos principais instrumentos de que se pode lançar mão, em qualquer tentativa de elevação da produtividade agrícola. As mudanças, através do tempo, nas qualidades nutritivas dos fertilizantes e no seu preço de oferta relativo, afetaram diretamente a produção agrícola das últimas décadas. Muitas tecnologias de produção têm sido especificamente desenvolvidas com variedades e práticas de cultivo que são sensíveis ao uso adequado de fertilizantes.

Nesta pesquisa procura-se analisar a demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, considerando o substancial volume consumido no Estado, cerca de 60 a 65% do consumo nacional. Outros aspectos do problema foram e serão levantados, mas não caberia nesta pesquisa a sua discussão.

Deve-se ressaltar que no Brasil ainda se dispõem de poucos estudos econométricos de demanda para insumos agrícolas, o que implica em amplo desconhecimento das elasticidades de demanda e oferta dos mesmos. Entretanto, é indiscutível a importância desses conhecimentos. Análises estruturais de demanda de fatores de produção revestem-se de importância na orientação de políticas de suprimento e de preços dos mesmos, assim como no desenvolvimento econômico da agricultura. Conhecidas as elasticidades da demanda do fator específico, através da análise de preços, pode-se orientar, por exemplo, políticas para uma conveniente expansão do uso do insumo e, por conseguinte, da produção e da renda agrícola.

2. Objetivos

Considerando que o emprego de fertilizantes é um dos fatores indispensáveis para a melhoria da produtividade agrícola, um exame criterioso da demanda desse insumo, vital ao setor agrícola, será de grande utilidade.

O objetivo geral desta pesquisa é realizar um estudo da demanda, a curto e a longo prazo, para fertilizantes no Estado de São Paulo.

Seus objetivos específicos são:

- 1) Relatar aspectos descritivos da evolução do consumo de fertilizantes no Brasil e no Estado de São Paulo.
- 2) Determinar a elasticidade-preço da demanda de fertilizantes, a curto e a longo prazo.
- 3) Determinar a elasticidade-renda da demanda de fertilizantes, a curto e a longo prazo.
- 4) Fornecer informações analíticas ao Governo e à Indústria pertinente, as quais possam contribuir para a programação de futuras políticas visando a expansão do uso desse insumo.
- 5) Prover suporte metodológico para futuras pesquisas nesse campo.

3. Hipóteses

Como hipótese geral admite-se que o consumo de fertilizantes é uma função do seu preço real, dos preços recebidos pela agricultura, dos preços pagos (exclusive fertilizantes) pela agricultura e da área cultivada dos principais produtos agrícolas.

De forma específica levantam-se as seguintes hipóteses:

- 1) A elasticidade da demanda para fertilizantes é relativamente inelástica a curto prazo e relativamente elástica a longo prazo.
- 2) A elasticidade-renda da demanda para fertilizantes é relativamente elástica a curto prazo e mais elástica a longo prazo.

4. Plano Geral do Trabalho

A seguir, apresenta-se uma visão geral do desenvolvimento da pesquisa.

O Capítulo II contém um estudo descritivo da evolução histórica do uso de fertilizantes, abrangendo aspectos da importação, produção interna e consumo, para o Brasil e depois para o Estado de São Paulo. Complementando o estudo descritivo são abordados aspectos da comercialização e as principais medidas adotadas pelo governo visando a produção, a importação e o consumo de fertilizantes no país.

No Capítulo III é apresentado um resumo dos principais estudos de demanda realizados no Exterior e no Brasil, destacando-se com maiores detalhes aqueles mais diretamente relacionados a esta pesquisa. Também apresenta-se uma breve análise de alguns estudos que abordam o aspecto econômico do uso de fertilizantes.

O Capítulo IV contém a fundamentação teórica do presente estudo, a discussão dos modelos econométricos que foram utilizados, como também a informação básica e a identificação das variáveis utilizadas nos ajustamentos.

No Capítulo V faz-se a apresentação e a análise dos resultados obtidos nos modelos selecionados, com a preocupação de se destacar os aspectos básicos mais significativos para a elaboração das conclusões.

No Capítulo VI é feito um breve resumo dos principais aspectos do trabalho, passando-se então, às conclusões a que se pôde chegar com base nos resultados encontrados.

C A P Í T U L O I I

ANTECEDENTES E CARACTERIZAÇÃO
DA SITUAÇÃO DOS FERTILIZANTES NO
BRASIL E NO ESTADO DE SÃO PAULO

1. Introdução

Durante o quinquênio 1947 a 1951, a média de área cultivada no Brasil para os 29 produtos principais esteve em torno de 17 milhões de hectares, sendo importados, em média, pouco mais de 205.000 toneladas anuais de fertilizantes. Esses dados indicavam um valor extremamente baixo de 12 quilos de fertilizantes por hectare cultivado. Antes da 2ª Guerra Mundial, na Europa observavam-se os seguintes valores: Bélgica 94,5 kg/ha, Holanda e Alemanha 119 e 64 kg/ha, respectivamente. ^{4/}

Em 1964, um Relatório apresentado ao Ministério da Agricultura, elaborado por uma comissão técnica, concluía que os solos brasileiros são geralmente ácidos e já lixiviados, o que vale dizer que a fertilidade dos mesmos apresenta uma tendência negativa. ^{5/} Mostrava também que apenas cerca de 5% dos lavradores brasileiros utilizavam fertilizantes, numa área que não excedia 8% da área total então cultivada no país, o que indicava uma média de consumo de N-P-K em torno de 8,5 kg/ha de área cultivada. Nessa época, os Estados Unidos da América usavam 30,9 kg/ha, subindo esse valor para 450 kg/ha na Holanda e Nova Zelândia. ^{6/}

^{4/} Fundação Getúlio Vargas. "Consumo Crescente de Adubos Químicos". Rio de Janeiro: Conjuntura Econômica, nº 11, 1952, p.12.

^{5/} Agri Research. "Estudo Técnico Econômico sobre a Exequibilidade de Aumento na Fabricação e Uso de Fertilizantes, Cálcarea e Sais Minerais no Brasil". Rio de Janeiro: A.I.D., 1964, pp. 65-185.

^{6/} O Dirigente Rural. "Caderno Especial: Fertilizantes". São Paulo: Dirigentes S.A. Publicações Técnicas, vol. 6, nº 10, 1967, p. 42.

A Tabela 1 dá uma idéia mais atual da evolução do consumo por hectare cultivado no Estado de São Paulo, Brasil e alguns países, com relação às quantidades de macronutrientes aplicadas por hectare. Nota-se que a média de consumo brasileiro é muito baixa quando comparada com outros países. Entretanto, São Paulo apresenta um consumo próximo de alguns e superior a outros países como a Rússia, o Chile e a Índia. Mas, apesar disso, ainda é um valor baixo quando comparado a nações de alto uso de fertilizantes como Israel, Nova Zelândia, Taiwan e Holanda.

Com uma área cultivada ao redor de 37 milhões de hectares em 1970, e um consumo aparente total de N-P-K da ordem de 998,6 mil toneladas, o consumo por hectare cultivado no Brasil estava próximo de 27,0 kg, enquanto no Estado de São Paulo, para 1971, observava-se um valor, de acordo com nossas estimativas, ao redor de 86,0 kg/ha (Tabela 7). Estes resultados atuais ainda mostram taxas relativamente baixas, se comparadas com os valores da Tabela 1, principalmente quando se consideram os acréscimos eventuais dos mesmos, se atualizados.

Com a finalidade de apresentar uma visão mais atual da posição da agricultura paulista e nacional, em termos de rendimentos agrícolas, apresenta-se a seguir a Tabela 2, onde são comparados os rendimentos médios obtidos em dois quinquênios: 1948-52 e 1963-67, para alguns dos principais produtos agrícolas, indicando também os aumentos verificados entre os dois períodos. Os dados mostram também, para melhor julgamento, os rendimentos médios obtidos em outros países, nos mesmos períodos. Embora com algumas limitações, devido às diferentes condições de cultivo de algumas culturas, esses dados constituem um bom elemento para se comparar a evolução dos rendimentos aqui alcançados com os conseguidos em outros países.

Tabela 1 - Consumo de Fertilizantes por Hectare Arável em São Paulo e em Vários Países.

Item	Ano	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Total
		Em kg/ha			
São Paulo	1968	10,90	19,50	14,80	44,90
Brasil	1967	3,25	5,06	4,18	12,49
Espanha	1967	24,59	16,36	5,04	45,99
Itália	1967	31,53	30,53	11,73	73,79
Iugoslávia	1967	25,03	21,47	15,97	62,47
Israel	1967	68,89	28,66	15,38	112,93
Nova Zelândia	1967	6,93	351,50	90,08	448,51
Rússia	1967	12,76	7,01	8,83	28,60
Taiwan	1967	177,88	42,83	61,97	282,68
França	1966	48,98	67,47	50,67	167,12
Holanda	1965	321,10	118,63	141,07	580,80
Chile	1965	7,33	13,98	2,88	24,19
Índia	1965	3,33	0,83	0,55	4,71
EUA	1964	23,83	17,99	14,57	56,41

Fonte: Instituto de Economia Agrícola, "Desenvolvimento da Agricultura Paulista". Secretaria da Agricultura, São Paulo, março de 1971.

Fonte dos dados originais: para São Paulo são dados do I.E.A.; para os países, "Fertilizers an Annual Review of World Production Consumption, Trade and Prices" e "Production Yearbook", FAO-1968.

Tabela 2 - Produção e Rendimentos Agrícolas em São Paulo, Brasil e Outros Países. ^{1/}

Produto e Região	Produção 1967 1.000 t	Colocação Mundial	Rendimento		Va- riação %
			Média 1948-52	Média 1963-67 kg/ha	
Algodão em Pluma					
São Paulo	145	-	195	410	110
Brasil	440	7º	180	220	22
URSS	2.050	1º	430	730	70
EE.UU.	1.620	2º	320	560	75
Índia	1.150	4º	90	115	27
México	510	5º	330	650	97
Paquistão	500	6º	200	265	33
Cana-de-Açúcar					
São Paulo	33.500	-	45.600	59.900	31
Brasil	77.000	2º	38.700	44.500	15
Índia	97.000	1º	32.200	44.800	39
Cuba	40.000	3º	41.900	43.900	5
Paquistão	26.400	4º	33.200	38.000	14
México	23.500	5º	51.300	57.500	12
EE.UU.	13.000	10º	45.900	61.400	34
Hawai	10.000	11º	174.800	221.700	27
Filipinas	15.500	9º	46.400	51.300	10
África do Sul	17.000	6º	59.700	75.100	26

Tabela 2 - (Continuação)

Produto e Região	Produção 1967 1.000 t	Colocação Mundial	Rendimento		Va- riação %
			Média 1948-52	Média 1963-67 kg/ha	
Batata					
São Paulo	440	-	5.200	11.800	127
Brasil	1.500	-	4.800	6.300	31
Polônia	48.000	2º	11.500	16.500	43
URSS	95.000	1º	9.400	12.200	30
Alemanha Oc.	21.000	3º	21.100	26.200	24
Alemanha Or.	14.000	4º	16.100	21.500	33
França	10.400	6º	12.200	19.000	56
EE.UU.	13.800	5º	16.100	23.000	43
Argentina	1.800	-	6.300	9.900	57
Café					
São Paulo	510	-	400	640	60
Brasil	1.400	1º	410	410	0
Colômbia	470	2º	540	510	-6
Costa do Marfim	290	3º	270	400	48
México	180	5º	400	510	27
Uganda	160	6º	410	600	46
Etiópia	150	7º	-	250	-
San Salvador	140	8º	670	850	27

Tabela 2 - (Continuação)

Produto e Região	Produção 1967 1.000 t	Colocação Mundial	Rendimento		Va- riação %
			Média 1948-52	Média 1963-67 kg/ha	
Milho					
São Paulo	2.650	-	1.350	1.640	21
Brasil	12.800	2º	1.260	1.310	4
EE.UU.	120.900	1º	2.490	4.460	79
África do Sul	9.300	3º	790	1.260	59
México	9.260	4º	750	1.110	48
URSS	9.160	5º	1.310	2.410	84
Argentina	8.500	6º	1.630	1.950	20
Iugoslávia	7.200	7º	1.340	2.690	101
Rumânia	6.800	8º	810	2.030	150
Índia	6.300	9º	650	1.020	57
França	4.100	10º	1.360	3.800	179
Amendoim em casca					
São Paulo	490	-	1.060	1.190	12
Brasil	750	6º	1.000	1.270	27
Índia	5.800	1º	730	710	-3
China	2.450	2º	1.350	1.170	-13
Nigéria	1.250	3º	710	1.270	79
EE.UU.	1.100	4º	920	1.800	96
Senegal	1.100	5º	830	920	11
Argentina	350	-	950	1.120	18

Tabela 2 - (Continuação)

Produto e Região	Produção 1967 1.000 t	Colocação Mundial	Rendimento		Va- riação %
			Média 1948-52	Média 1963-67 kg/ha	
Arroz em casca					
São Paulo	900	-	1.430	950	-34
Brasil	6.800	11º	1.580	1.550	-2
Índia	56.800	2º	1.110	1.460	31
Paquistão	19.000	3º	1.380	1.660	20
Japão	18.800	4º	4.250	5.180	22
Indonésia	14.000	5º	1.610	1.850	15
EE.UU.	4.100	13º	2.560	4.750	85
Taiwan	3.200	14º	2.320	3.900	69
URSS	900	-	1.450	2.760	90
Itália	750	-	4.850	4.800	-1

1/ Os dados para o Brasil não incluem São Paulo.

Fonte: Quadro elaborado pelo Instituto de Economia Agrícola com dados básicos, dos países, contidos no Production Yearbook da FAO-1968.

No caso do algodão (Tabela 2) observa-se que o maior aumento de produção entre os dois períodos, foi o de São Paulo, que atingiu 110%. Além disso, o rendimento médio é considerável, uma vez que essa cultura não é irrigada, como ocorre em outros países. Entretanto, no Brasil, o rendimento médio cai para quase metade em relação a São Paulo, e o aumento obtido foi muito pequeno (22%).

Outro produto que se destacou pelo aumento de rendimento entre os dois períodos foi a batata, com 127% em São Paulo. Em seguida, observa-se a Argentina, onde esse aumento atingiu 57%. Também para esse produto, o rendimento médio obtido para o país é praticamente a metade do obtido para o Estado.

Os únicos produtos com os quais o Brasil superou São Paulo, no aumento do rendimento e na média de produção, foi o amendoim em casca.

Pela observação dessa tabela torna-se fácil avaliar as diferenças entre o Brasil, São Paulo e outros países, notando-se claramente a vantagem de São Paulo em relação ao Brasil, para os quatro primeiros produtos. Mesmo em relação a outros países, São Paulo ocupa uma posição razoável, tanto em rendimento médio como nos aumentos verificados na maioria dos produtos apresentados. Apenas dois não apresentaram valores significativos, estando bem abaixo das médias e dos aumentos obtidos em países onde essas culturas têm importância. É o caso do milho, da batata e do arroz.

A observação dos dados apresentados nas Tabelas 1 e 2, dá uma idéia da situação da agricultura brasileira e paulista, em termos de uso de fertilizantes por unidade de área cultivada e rendimento de algumas culturas, em relação a outros países do mundo; o que sugere a necessidade de medidas que acelerem o desenvolvimento de nossa agricultura de forma global.

2. Situação dos Fertilizantes no Brasil: Importação, Produção e Consumo

Uma análise da Tabela 3 mostra claramente a evolução do consumo de fertilizantes no Brasil. A produção nacional participou

dessa evolução crescendo continuamente, mas a taxas menores que o aumento do consumo. Ela cresceu de 13,3 mil toneladas de N-P-K em 1950 para 189,8 em 1970, ou seja, aumentou de 1.327% nesse período. Como o total consumido também evoluiu a passos largos, a produção nacional que em 1950 correspondia a 15% desse consumo, corresponde hoje a pouco mais, ou seja 19%, indicando que a indústria nacional de fertilizantes cresceu a taxas semelhantes ou próximas das taxas anuais de crescimento do consumo nacional.

Por outro lado, a participação da indústria estrangeira continuou acima de 80% durante esses vinte anos, sendo beneficiada diretamente pelos aumentos significativos no volume de compras efetuadas pelo Brasil.

Quanto ao consumo aparente total, a observação da Tabela 3 mostra um surpreendente aumento nesses vinte e dois anos. Para efeito de análise, dividiu-se o período 1950-71 em três subperíodos distintos. De 1950 a 1960, o consumo total cresceu a uma taxa média anual de 13%, passando de 88,5 mil toneladas no início do subperíodo para 298,7 mil toneladas no final, isto é, ele mais que triplicou nessa década. De 1961 a 1966, o país foi envolvido por problemas políticos e econômicos que afetaram de forma irregular e adversa o consumo de fertilizantes. Assim é que já em 1961 o consumo caiu 17% sobre o ano anterior. Em 1963, houve uma recuperação no mercado, para tornar a apresentar nova diminuição do consumo em 1964, ano crítico para a situação política do país.

1/ Neste trabalho utiliza-se a expressão "indústria nacional de fertilizantes" para designar o conjunto de todas as firmas (de economia nacional ou mista) sediadas no país, que fabricam, transformam e/ou misturam matéria-prima (nacional ou estrangeira) para produção de fertilizantes.

Tabela 3 - Consumo Aparente de Fertilizantes no Brasil, 1950-1971, em termos de N-P-K.

Ano	Produção Nacional (1.000 t)	Importação Total (1.000 t)	Consumo Total Aparente (1.000 t)	Porcentagem de Fabricação Nacional	Porcentagem de Importação	Variação do Consumo em Relação ao Ano Anterior (%)
1950	13,3	75,2	88,5	15	85	-
1951	14,5	106,4	120,9	12	88	+37
1952	16,7	56,1	72,8	23	77	-40
1953	17,5	99,1	116,6	15	85	+60
1954	13,6	109,9	123,5	11	89	+6
1955	25,8	135,2	161,0	16	84	+30
1956	24,8	140,5	165,3	15	85	+3
1957	43,6	163,9	207,5	21	79	+26
1958	57,4	192,3	249,7	23	77	+20
1959	96,9	124,4	226,2	35	65	-9
1960	103,4	195,3	298,7	35	65	+32
1961	96,0	151,2	247,2	39	61	-17
1962	99,3	137,6	236,9	41	59	-4

Tabela 3 - (Continuação)

Ano	Produção Nacional (1.000 t)	Importação Total (1.000 t)	Consumo Total Aparente (1.000 t)	Porcentagem de Fabricação Nacional	Porcentagem de Importação	Varição do Consumo em Relação ao Ano Anterior (%)
1963	112,1	202,0	314,1	35	65	+33
1964	108,2	147,2	255,4	42	58	-19
1965	97,3	193,1	290,4	34	66	+14
1966	90,5	190,6	281,2	32	68	-3
1967	116,8	328,1	444,9	26	74	+58
1968	131,8	469,9	601,7	22	78	+35
1969	134,3	496,1	630,4	21	79	+5
1970	189,8	808,8	998,6	19	81	+58
1971	1.126,0	+13

Fontes: 1950-1959 - Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico, Mercado Brasileiro de Fertilizantes. Rio de Janeiro, agosto de 1965.

1960-1971 - Associação Nacional para Difusão de Adubos, "Estatísticas sobre o Consumo de Fertilizantes no Brasil". São Paulo, outubro de 1970.

Considerando-se apenas 1961-66, observa-se que a taxa média anual de expansão do consumo foi de 2,6%. Entretanto, a situação modificou-se radicalmente após esse subperíodo crítico. A estabilização política e econômica do país, bem como medidas do governo visando não só a agricultura como também diretamente o consumo e a produção nacional de fertilizantes, entre outras, foram as bases dessa transformação. Em apenas cinco anos, ou seja, de 1967 a 1971, o consumo praticamente triplicou, passando de 444,9 mil toneladas para 1.126 mil toneladas, o que significa uma taxa média anual de crescimento do consumo, nesse subperíodo, da ordem de 26% aproximadamente.

Presume-se que uma das razões da produção nacional de fertilizantes não ter acompanhado o consumo aparente, esteja no fato do mercado estar cada vez mais exigente em fórmulas concentradas, cuja fabricação implica em altos investimentos em complexos industriais. Está previsto para 1972 um aumento significativo na produção nacional, porque além da ULTRAFÉRTIL, já em funcionamento, a Petroquisa iniciou suas atividades em fins de 1971.

A estimativa da produção para 1975 deixa prever um substancial aumento, caso os seguintes projetos sejam implantados: ^{8/}

- a) Fertisul - Rio Grande, Rio Grande do Sul. Início previsto: 1972.
- b) Quinbrasil Serrana - Jacupiranga, São Paulo. Início: 1974.

^{8/} Ministério da Agricultura. "Identificação e Avaliação Preliminar da Política de Estímulos a Produção e Uso de Fertilizantes". Brasília: Subsecretaria de Planejamento e Orçamento, Escritório de Análise Econômica e Política Agrícola, 1º Relatório, 1972, pp. 14-17.

- c) Indústria Luchsinger - Rio Grande, Rio Grande do Sul.
Início: 1974.
- d) Copetran - Camagari, Bahia. Sem previsão para iniciar a produção.
- e) Araxá S.A. - Araxá, Minas Gerais. Início: 1975.
- f) Quimig - Uberaba, Minas Gerais. Sem previsão para início de produção.
- g) Copebrás - Piaçaguera, Cubatão. 1ª Fase: Início em 1973.

Todos esses projetos visam a fabricação de produtos contendo nitrogênio e fósforo. Para o potássio, as jazidas de silvinita e carnalita, descobertas pela Petrobrás, em Sergipe, ainda estão sendo alvo de estudos visando a sua futura exploração.

Tudo indica que o Brasil continuará dependendo da importação de fertilizantes por longo tempo, mas a tendência, com base na expansão da indústria nacional do setor, é o aumento da participação da produção nacional com a consequente diminuição dessa dependência. Prova disso é o justificado interesse do governo no desenvolvimento dessa indústria no país, através de medidas institucionais e legislativas concedendo incentivos fiscais e financeiros. ^{9/}

Apesar do aumento da área cultivada no país, mais que dobrou nesses vinte anos, de 18 milhões de hectares em 1950 para 37 milhões de hectares em 1970, o consumo por hectare aumentou, de forma razoável, embora seja ainda baixo, conforme considerou-se

^{9/} Idem, pp. 17-21 e 27-29.

anteriormente. ^{10/} Em 1950, o consumo de macronutrientes por unidade de área cultivada estava em torno de 5 kg/ha; em 1956 e 1957, para uma área cultivada de cerca de 23 milhões de hectares, o consumo de fertilizantes estava em torno de 7 kg/ha. ^{11/} Em 1964 observava-se um valor de 8,5 kg/ha em média, e para 1967, a Tabela 1 mostra um consumo por unidade de área em torno de 12,5 kg/ha. ^{12/} Para 1970, esse valor foi de 27,0 kg/ha, o que mostra que no período em análise o consumo de fertilizantes, por unidade de área, aumentou mais que cinco vezes. Embora seja um aumento significativo, ainda situa-se muito aquém do desejável para a agricultura brasileira.

O problema revela-se mais agudo ao se considerar que cerca de 68 a 70% do consumo aparente total de fertilizantes no país está concentrado na região Centro, ficando de 22 a 24% na região Sul e apenas 8% em média, sendo consumido na região Norte. Embora a região Centro inclua um grande número de Estados em relação a região Sul, deve-se lembrar que cerca de 65% do total aí consumido concentra-se no Estado de São Paulo.

^{10/} Fundação IBGE. "Anuário Estatístico do Brasil". Rio de Janeiro, 1952 e 1971, p. 93 e pp. 145-146, respectivamente.

^{11/} Fundação IBGE. "Anuário Estatístico do Brasil". Rio de Janeiro, 1957, p. 84.

^{12/} Agri Research, op. cit., pp. 65-185.

^{13/} Em relação ao consumo de fertilizantes a região Centro abrange os Estados de São Paulo, Rio de Janeiro, Guanabara, Minas Gerais, Espírito Santo, Paraná, Mato Grosso e Goiás. A região Sul abrange os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina, e a região Norte os Estados do Amazonas até a Bahia.

Esses dados, por si só, bastam para indicar a necessidade de medidas visando o desenvolvimento da indústria nacional de fertilizantes, bem como o estímulo ao seu consumo, a fim de se alcançar melhores níveis de produtividade agrícola e o consequente crescimento da agricultura brasileira.

3. Evolução dos Preços de Fertilizantes no Brasil

Enquanto o consumo de fertilizantes aumentou substancialmente nas duas últimas décadas, os seus preços sofreram uma queda constante no mesmo período, conforme se pode observar na Tabela 4.

Para o nitrogênio, com exceção dos biênios 1961-62 e 1964-65, o preço real esteve sempre abaixo do de 1950. Para o fósforo houve um período maior onde os preços se mantiveram um pouco acima do nível de 1950, foi de 1960 a 1965. Já o potássio foi o que apresentou maiores variações, chegando a dobrar de preço em 1962 e apresentando-se acima do nível de 1950, no período 1960 a 1965. De forma geral, os preços reais dos três elementos considerados apresentaram uma tendência de baixa até o final da primeira década, para em seguida elevarem-se durante os cinco primeiros anos da década de 60. Em 1966 volta a tendência de baixa, agora mais acentuada, alcançando níveis nunca antes atingidos.

Tabela 4 - Preços Médios Reais de Nitrogênio, Fósforo e Potássio no Brasil, 1950-1970.

(Em Cr\$/t) ^{a/}

Ano	Nitrogênio	Fósforo	Potássio
1950	2,8	1,7	2,6
1951	2,5	1,6	2,2
1952	2,1	1,3	1,8
1953	2,2	1,3	2,1
1954	2,5	1,4	2,3
1955	2,3	1,4	2,3
1956	1,9	1,3	1,8
1957	1,9	1,2	1,7
1958	2,5	1,3	1,6
1959	1,8	1,0	1,8
1960	2,3	2,1	2,8
1961	3,2	2,2	3,8
1962	3,8	2,6	4,2
1963	2,5	1,9	2,7
1964	3,2	2,0	3,4
1965	3,3	1,8	3,4
1966	2,2	1,4	2,1
1967	1,5	1,2	1,3
1968	1,4	1,1	1,4
1969	1,3	1,1	1,4
1970	1,2	1,0	1,4

^{a/} Dados deflacionados pelo índice "2", base 1948-52, da Conjuntura Econômica, F.G.V.

Fonte: William C. Nelson. "An Economic Analysis of Fertilizer Utilization in Brazil". The Ohio State University, Tese de PhD, 1971, Tabela 32, p. 212.

Fonte Original: Instituto de Economia Agrícola, Agricultura em São Paulo, vários números. Secretaria da Agricultura, São Paulo, 1960-1970.

A situação no mundo é idêntica; Harre em 1971, fez um estudo sobre as tendências da oferta e da procura de fertilizantes, mostrando a grande preocupação por parte dos países e companhias produtoras, com relação à situação mundial do mercado de fertilizantes, porque a capacidade de produção ultrapassou o consumo resultando em um mercado definitivamente comprador, com os preços caindo continuamente. ^{14/}

Nossos preços refletem a evolução dos preços de fertilizantes no mundo, pois basicamente 80% de nossos fertilizantes são importados. Os efeitos daquela preocupação foram concretizados através das diversas alterações nos planos da indústria de fertilizantes, tanto no sentido de capacidade adicional planejada, quanto no cancelamento de diversas construções programadas, em virtude da constante deterioração na situação do mercado. ^{15/}

Entretanto, essa tendência de baixa nos preços reais de fertilizantes, da qual a América Latina e o Brasil se beneficiaram nos últimos anos, parece que está modificando-se; através dos boletins do I.E.A. da Secret. da Agricultura, pode-se observar uma ligeira elevação dos preços reais de fertilizantes, a partir de 1971. E alguns fatos apontados sugerem que essa tendência de alta não deve ser passageira, pois a indústria mundial de fertilizantes está em busca de um equilíbrio entre oferta e procura, na tentativa de colocar os preços de fertilizantes em níveis razoáveis, a fim de obter uma remuneração satisfatória para seus investimentos. ^{16/}

^{14/} Harre, E.A. "Tendências da Situação da Oferta-Procura". Muscle Shoals, Alabama: Tennessee Valley Authority, setembro de 1971.

^{15/} McCune, Donald L. e Harre, E.A. "A Situação Mundial dos Fertilizantes e suas Implicações". São Paulo: T.V.A. Trabalho apresentado ao seminário de Marketing da Indústria de Fertilizantes, ANDA, novembro de 1971.

^{16/} Idem, pp. 1-10.

4. Política Governamental e Crédito

A necessidade da ação do governo no setor de fertilizantes no Brasil, já era sentida desde o início da década de 50. "A divergência entre o preço da produção nacional e o poder aquisitivo de nossa lavoura é tão grande que, que sem o apoio financeiro do governo, seja pela construção de usinas que vendam seus produtos ao preço de custo, seja com subsídios aos agricultores, parece pouco provável o rápido desenvolvimento dessa indústria vital." ^{17/}

O que segue é uma visão geral das principais medidas adotadas pelo governo visando o desenvolvimento do setor de fertilizantes.

De 1953 a 1957 o setor de fertilizantes tinha a seu favor apenas a existência de um sistema de taxas diferenciadas de câmbio. A Lei de Tarifas, votada em 1957 pelo Congresso Nacional, estabeleceu a isenção de imposto de importação para fertilizantes e inseticidas, bem como outorgou um privilégio cambial através de um custo de câmbio favorecido, para os mesmos produtos. ^{18/} Em contraposição a essas medidas - que na opinião de muitos foram tomadas para atender a demanda da lavoura, não suprida pela produção nacional - o governo resolveu conceder às indústrias nacionais de fertilizantes um subsídio que, aproximadamente, correspondia à isenção tarifária e à redução cambial gozadas pelos produtos importados.

^{17/} Conjuntura Econômica. "Fertilizantes Inacessíveis". Rio de Janeiro, agosto de 1950, nº 8, p. 11.

^{18/} Lei nº 3.244, de 14/8/57, artigos 50 e 58.

Essa foi a forma que, àquela altura, o governo encontrou para harmonizar dois aspectos aparentemente contraditórios do problema: de um lado, atender aos interesses do lavrador de comprar fertilizantes a um preço acessível e de outro, amparar os produtores sediados no país, possibilitando-lhes concorrer com os produtores internacionais. ^{19/}

Entre as alterações introduzidas na legislação pertinente, deve-se ressaltar os efeitos da Instrução 208, em 27/6/1961, da extinta Superintendência da Moeda e do Crédito (SUMOC); que completou a reforma cambial iniciada pela Instrução 204, da qual resultou a sustação do privilégio cambial para a importação de fertilizantes e inseticidas, com a consequente extinção definitiva dos Fundos de Agios; estes eram canalizados para um Fundo Especial do Banco do Brasil que permitia aos produtores nacionais o recebimento dos subsídios que lhes cabiam de imediato (os fundos de agios eram relativos à licitação, na categoria geral, de um montante de divisas equivalentes ao valor da produção nacional vendida no mercado interno).

Durante um certo período foram mantidos os subsídios, apenas em sua fração tarifária e sem o Fundo de Agios, que proviria aos empresários do setor os recursos para pagamento imediato. Depois começou um sistema de autorizações especiais, que geralmente tornavam demorados os recebimentos de subsídios, o que facilitava os concorrentes estrangeiros, cujos produtos gozavam, de imediato, da isenção aduaneira.

^{19/} Locchi, P. "Fertilizantes". São Paulo: Relatório do Encontro da Indústria Química. Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados, 24-29 de abril de 1967, pp. 23-30.

Em 1963, foi feita nova tentativa de amparo à indústria nacional de fertilizantes através da criação do Grupo Executivo da Indústria de Fertilizantes e Corretivos do Solo (GEIFERC), que mais tarde foi incluído no Grupo Executivo da Indústria Química (GEIQUIM), criado através do decreto nº 52.106 de 1963; atualmente, denomina-se Grupo Setorial nº 3 do Ministério da Indústria e Comércio.

Outras tentativas foram feitas pelo Governo para encontrar uma forma adequada de proteger a indústria de fertilizantes, até que foi aprovada a lei nº 5.067, em 1966. Essa lei revogava o regime de subsídios da produção nacional, revigorava as alíquotas para fertilizantes importados, declarava aplicável o princípio de isenção de imposto de importação para quantidades complementares de fertilizantes e suas matérias-primas; caracterizava o critério de similaridade por mútua substituição; estabelecia o princípio de que os impostos e taxas sobre produção nacional, não seriam maiores que os vigentes para produtos importados; estabelecia o sistema de desconto extra-limite, para aquisição de fertilizantes junto ao Banco do Brasil; e, aprovava um crédito extraordinário de 2,7 milhões de cruzeiros, para pagamento do subsídio devido ao exercício de 1966. Determinava ainda um sistema de contingenciamento para os fertilizantes e matérias-primas utilizadas em sua fabricação. Nesse mesmo ano, o Conselho de Política Aduaneira delegava poderes à Carteira de Comércio Exterior do Banco do Brasil, para expedir os critérios gerais do mecanismo administrativo do contingenciamento para fosfatados, através das resoluções nºs 430 e 431, de 28/6/1966.

Após a matéria ter sido regulamentada pelo Conselho de Política Aduaneira e a CACEX ter expedido as respectivas Resoluções, e ainda, dois meses depois que o Congresso aprovou a Política de Estímulo à indústria Nacional de Fertilizantes, o Ministro

da Fazenda assinou a Portaria GB-337/66 reduzindo substancialmente as alíquotas do imposto de importação para esses produtos.

Esse fato foi considerado como um desvio na política de incentivos à produção nacional de fertilizantes, "que até então bons resultados obtivera". Dizia ainda o Sr. Péricles Locchi que era injusta a comparação dos preços internos com os dos mercado internacional, porque nos próprios países exportadores de fertilizantes, os preços internos eram sensivelmente superiores aos ofertados para exportação. Além disso, lembrava que a adoção do sistema de subsídio era proveitosa em muitos países, e no caso de fertilizantes constitui um instrumento eficaz para o desenvolvimento de sua indústria. 20/

Entretanto, os estímulos ao desenvolvimento da indústria nacional de fertilizantes continuaram aumentando, principalmente com base no contingenciamento que, não só garante a colocação do produto nacional como também cria melhores condições para o consumo.

Em 2/9/1966, o Banco Central do Brasil baixou a Resolução nº 182 que dificultava, em parte, a importação, procurando incentivar a produção nacional de fosfato bicálcico e superfosfato de cálcio simples.

O contingenciamento dos fertilizantes nitrogenados foi estabelecido apenas em 1969 através da Resolução nº 981, de 29/3/71, do Conselho de Política Aduaneira.

Entre as medidas mais recentes visando estimular e amparar a indústria nacional encontra-se o Decreto-Lei nº 1.137, de 7/12/70, que instituiu diversos incentivos fiscais e financeiros

20/ Idem, p. 24.

para o desenvolvimento industrial, trazendo enormes benefícios para o desenvolvimento da indústria nacional de fertilizantes.

Além desse Decreto, e incidindo diretamente sobre o setor em análise, existem as Resoluções nº 1.134, de 12/10/71, e nº 1.135 de 10/12/71. A primeira concedendo redução de impostos alfandegários incidentes sobre os fertilizantes e a segunda concedendo isenção de imposto de importação para determinados fertilizantes.

Paralelamente às políticas de importação e produção, o governo desenvolveu de 1966 para cá, uma política de crédito para fertilizantes, visando estimular o seu consumo e ao mesmo tempo cumprir um de seus projetos prioritários: "Desenvolvimento Tecnológico do Setor Agrícola - Intensificação do uso de insumos modernos". 21/

O crédito rural no Brasil foi institucionalizado em 1965 através da Lei nº 4.829, de 5/11/65, sendo que, em abril de 1966, com a criação do Fundo de Estímulo Financeiro ao Produtor Rural (FUNFERTIL) era estabelecido o crédito rural para insumos modernos. O FUNFERTIL foi criado pelo Decreto nº 58.193, de 14 de abril de 1966, com o objetivo de incrementar o uso de fertilizantes e suplementos minerais nas explorações agrícolas, através da absorção por parte do governo, de parcela do custo do produto, mediante subsídio de valor correspondente às despesas de juros e comissões. 22/

21/ Presidência da República. Metas e Bases para a Ação do Governo. Brasília: Fundação IBGE, 1970, p. 99.

22/ A maior parte das informações sobre Crédito Rural foram extraídas de boletins da ANDA e do Sindicato de Adubos e Colas do Estado de São Paulo (diversos anos); Primeiro Relatório sobre Produção e Uso de Fertilizantes. M.A., EAPA/SUPLAN, op. cit., pp. 34-43, o qual contém em seus apêndices a maior parte das leis e decretos citados; Nelson, Willian C., op.cit., pp. 36-44.

Como era previsto nesse Decreto, o FUNFERTIL funcionou até abril de 1970, quando foi extinto, sendo criado para substituí-lo o Fundo de Desenvolvimento da Agricultura - FUNDAG - mediante o qual passou a ser subsidiada uma taxa de juros equivalente a 7% ao ano, dos empréstimos concedidos para aquisição de insumos modernos para a agricultura (fertilizantes, defensivos, calcário, sementes, etc.). ^{23/}

O FUNDAG foi criado pelo Conselho Monetário Nacional, em sessão de 16/12/69, como sub-conta do Fundo Geral para Agricultura e Indústria - FUNAGRI - e foi regulamentado pela Resolução nº 143, do Banco Central, em sessão de 20/3/70. ^{24/} A partir do momento em que se iniciaram as operações de concessão de subsídios à conta dos recursos do FUNDAG, o FUNFERTIL deixou de assumir a responsabilidade pelo pagamento dos subsídios das novas operações realizadas pelos Agentes Financeiros do Banco Central, entrando automaticamente em regime de liquidação.

O FUNDAG tem como objetivos básicos:

- a) estimular as exportações de produtos agropecuários;
- b) estimular o aumento da produtividade e da produção agrícola;

^{23/} O FUNFERTIL subsidiava todas as despesas bancárias do agricultor nas compras de fertilizantes e sais minerais, despesas estas que montavam a 17% ao ano, sendo 12% de juros, 2% de comissão e 3% para remuneração do aval. Em certo período o subsídio baixou para 14%, ficando 3% por conta do agricultor.

^{24/} O FUNAGRI é um fundo existente no Banco Central com finalidade de prover recursos para o financiamento das necessidades da indústria e da agricultura. Foi criado pelo Decreto nº 56.835, de 3/9/65.

- c) solucionar eventuais pontos de estrangulamento surgidos na comercialização de produtos agropecuários desde o produtor até o consumidor.

Ainda como medidas de crédito afetando as compras de fertilizantes encontram-se a Circular nº 155, de 19/2/71 e a Carta Resolução nº 43, de 12/5/71, ambas do Banco Central (GECRI), definindo o custeio integral e custeio singular. ^{25/} Essas definições implicam na existência ou não, de determinadas porcentagens do valor total do projeto destinadas ao emprego de insumos modernos. O custeio integral determina 7,5% e 15% para explorações pecuárias e agrícolas, respectivamente, enquanto o custeio singular não inclui recursos para o emprego de insumos modernos, ou esses recursos não alcançam as porcentagens mencionadas.

Esse breve histórico do crédito e da política governamental de importação e produção de fertilizantes demonstra a preocupação do governo em promover o desenvolvimento tecnológico da agricultura, estimulando o uso de insumos modernos, principalmente fertilizantes.

Na Tabela 5 apresenta-se o volume de crédito concedido pelo FUNFERTIL e FUNTAG para fertilizantes. Esse volume de crédito é sem dúvida um dos fatores responsáveis pelo êxito da política seguida pelo governo no setor de fertilizantes. Deve-se ressaltar que as taxas de juros que vigoraram para aquisição de fertilizantes foram nulas de 1966 a 1969, passando a 7% daí em diante, o que é um estímulo à sua aquisição.

^{25/} A Gerência de Coordenação do Crédito Rural e Industrial (GECRI) é um departamento do Banco Central que trata exclusivamente de crédito rural e industrial.

Tabela 5 - Montantes de Recursos e Taxas de Juros do FUNFERTIL e FUNDAG, destinados aos Fertilizantes no Brasil, 1966 a 1971.

(em mil cruzeiros)

Ano	FUNFERTIL	FUNDAG	Taxas de Juros (%)
1966	23		0
1967	141		0
1968	233		0
1969	203		0
1970	100 ^{a/}	347 ^{b/}	7
1971		297 ^{c/}	7

^{a/} De janeiro a abril de 1970.

^{b/} De maio a dezembro de 1970.

^{c/} De janeiro a junho de 1971.

Fonte: Para o FUNFERTIL: William C. Nelson. An Economic Analysis of Fertilizer Utilization in Brazil, op. cit., Table 33.

Para o FUNDAG: Ministério da Agricultura, EAPA/SUPLAN, 1º Relatório sobre Produção e Uso de Fertilizantes, op. cit., Quadro 12.

Por outro lado, essa visão não é homogênea em termos de Brasil, uma vez que o maior consumo de fertilizantes ocorre na região Centro, que absorve também a maior parte do crédito a eles destinado. Além disso, sabe-se que esse volume de crédito é distribuído de forma irregular aos agricultores, sendo que muitos ainda não têm condições de acesso ao mesmo. Sorensen e outros, estu-

dando o crédito para fertilizantes no Brasil, observaram que 20% dos agricultores num programa de crédito subsidiado receberam dois terços do crédito total, em 1967. 26/

Paralelamente à política governamental, não se pode deixar de mencionar o importante papel desempenhado pela atuação de entidades e órgãos que, de forma direta ou indireta, contribuem para o incremento do consumo de fertilizantes no Brasil.

A Associação Nacional para Difusão de Adubos - ANDA - representa os esforços de um grupo de empresários paulistas que a criaram, cerca de cinco anos atrás, para suprir a necessidade que sentiam de ter uma base sólida para o desenvolvimento da indústria de fertilizantes. Seu objetivo é o desenvolvimento de um programa baseado em Pesquisas, Difusão, Tecnologia e Assessoria ao Governo.

A ANDA congrega a maior parte das unidades industriais instaladas em São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul. Além disso, já implantou uma sede no Nordeste, a qual será mantida pelo governo nos três primeiros anos de funcionamento.

Existem hoje no país cerca de 170 empresas de pequeno, médio e grande porte especializadas na fabricação de fertilizantes. Onze dessas empresas, responsáveis pela comercialização de 75 por cento do fertilizante consumido na região Centro, são filiadas à ANDA. Diversos projetos de pesquisa foram e estão sendo desenvolvidos pela Associação, entre os quais se destacam os seguintes: BNDE/ANDA, FAO/ANDA/ABCAR, BNB/ANDA/ABCAR. 27/

26/ Para uma análise completa ver D.M. Sorensen and Others, An Evaluation of the CNCR Fertilizer Loan Program in Brazil, AFC Research Report 118. Columbus: The Agriculture Center, The Ohio State University, 1967.

27/ Jornal: "O Estado de São Paulo", de agosto/72. Nordeste usa adubos.

Atuando também no estímulo ao consumo de fertilizantes encontra-se ainda o Ministério da Agricultura, a Associação Brasileira de Crédito e Assistência Rural (ABCAR), alguns órgãos estaduais de extensão rural e as próprias firmas através de seus programas de venda. A propaganda comercial e a extensão rural têm sido os principais meios de divulgação usados no Brasil, no setor de fertilizantes.

Confirmando tudo que foi visto, um assessor técnico da ANDA afirma "que são diversos os fatores que estão contribuindo para o aumento do consumo de nutrientes e para a expansão da indústria brasileira de fertilizantes, mas os principais são os incentivos fiscais e os financiamentos agrícolas a juros baixos". 28/

5. Situação dos Fertilizantes no Estado de São Paulo: Importação, Produção e Consumo

São Paulo é o Estado mais desenvolvido do Brasil, ocupando uma posição de destaque na economia nacional.

Sua agricultura está bastante diversificada, destacando-se como principais produtos os seguintes: algodão, batata, cana-de-açúcar, casulo, laranja, ovos, soja, tomate, amendoim, banana, café, cebola, chá, mandioca, milho, arroz, feijão, mamona, bovino de corte, leite e suínos, além da avicultura, hortaliças e o setor florestal.

Além disso, o desenvolvimento tecnológico da agricultura paulista é considerável, encontrando-se alguns produtos com alto índice de utilização de insumos modernos, outros em transição e alguns ainda no sistema tradicional, utilizando pouca ou nenhuma tecnologia moderna. Entre estes encontram-se o arroz, o feijão, a mamona, bovinos, leite e suínos. 29/

Face ao problema em estudo, o setor agrícola do Estado ocupa uma posição de destaque em relação ao restante do país, embora ainda apresente níveis baixos de consumo de fertilizantes, se comparado a países de agricultura desenvolvida (Tabela 1).

Os dados da Tabela 6 mostram que a taxa média anual de crescimento do consumo aparente de fertilizantes, no período 1950 a 1971, foi de **13%** para o país e de **12%** para São Paulo. De 1967 a 1971, período de maior aumento do consumo, as taxas observadas foram de **26,0%** e **22,2%**, para o Brasil e para o Estado, respectivamente. Embora existam limitações para uma comparação direta entre os valores absolutos dessas taxas, elas indicam que a evolução quantitativa do consumo de fertilizantes no Brasil e no Estado ocorreu de forma semelhante, nos últimos vinte anos. Relativamente, existem implicações profundas, uma vez que a agricultura paulista é muito mais tecnificada que a da maior parte do Brasil, o que indica intensidades diferentes do mesmo problema, nas duas áreas.

29/ "Desenvolvimento da Agricultura Paulista", op. cit., p.30.

Tabela 6 - Taxas Médias Anuais de Crescimento do Consumo Aparente de Fertilizantes no Brasil e no Estado de São Paulo, por Subperíodos e no Período, em Porcentagem.

Período Completo e Subperíodos	Brasil %	Estado de São Paulo %
1950-71	13,0	12,0
1950-60	13,0	13,4
1961-66	2,6	0,0
1967-71	26,0	22,2

Observa-se na Tabela 7 o comportamento desse insumo na agricultura paulista, durante os últimos 24 anos. Como foi dito antes, a região Centro consome cerca de 68 a 70% do consumo aparente total de fertilizantes do país, sendo que apenas o Estado de São Paulo absorveu nos últimos cinco anos cerca de 65% do total da região. ^{30/}

Para efeito de análise, o período considerado para São Paulo (1948-71) será dividido em três subperíodos, que correspondem praticamente aos que foram utilizados na análise anterior, a nível nacional.

No primeiro subperíodo considerado (1948-60) o consumo aparente de fertilizantes no Estado de São Paulo cresceu a uma taxa média anual de 19,6%, passando de 24 mil toneladas no início do subperíodo para 169 mil toneladas no final, o que significa um aumento de seis vezes em relação a 1948.

^{30/} Considera-se o consumo aparente por falta de dados relativos aos estoques que passam de um ano para outro.

Tabela 7 - Evolução do Consumo Aparente de Fertilizantes na Região Geo-Econômica do Por-
to de Santos, Consumo Aparente no Estado de São Paulo, Consumo por Unidade de
Área Cultivada no Estado de São Paulo e Variação Percentual sobre o Ano Ante-
rior para o Estado de São Paulo, em Termos de Nutrientes (N-P-K), 1948-71.

Ano	Consumo na Região de S. Paulo a/ (1.000 t)	Consumo no Estado de São Paulo (1.000 t)	Variação em Relação ao Ano Anterior para o Est. de S.Paulo (%)	Consumo Paulista em Relação ao Consumo Nacional (%)	Estado de São Paulo kg/ha
1948	24	24	-	-	6
1949	33	33	+38	-	8
1950	48	48	+45	54	10
1951	71	71	+48	59	16
1952	58	58	-18	79	13
1953	65	65	+12	56	14
1954	83	82	+26	66	16
1955	109	106	+24	66	20
1956	103	98	-4	59	20
1957	128	121	+23	58	25
1958	158	148	+22	59	29
1959	146	136	-8	60	28
1960	207	169	+24	56	31
1961	169	154	-9	62	28

Tabela 7 - (Continuação)

Ano	Consumo na Região de S. Paulo (1.000 t)	Consumo no Estado de São Paulo (1.000 t)	Varição em Relação ao Ano Anterior para o Est. de S.Paulo (%)	Consumo Paulista em Relação ao Consumo Nacional (%)	Estado de São Paulo kg/ha
1962	185	168	+9	71	31
1963	214	192	+14	61	34
1964	197	175	-9	69	32
1965	208	176	+1	61	31
1966	207	154	-13	55	30
1967	304	220	+43	49	42
1968	392	253	+15	42	49
1969	439	320	+26	51	64
1970	584	409	+28	41	74
1971	721	491	+20	44	86
1972*	...	537*	+9	...	91*

* Dados preliminares, sujeitos a retificação.

a/ Por Região de São Paulo entende-se a região geo-econômica servida pelo Porto de Santos, a qual abrange o Estado de São Paulo e partes dos Estados de Minas Gerais, Paraná, Mato Grosso, Goiás, Rio de Janeiro e Guanabara.

Fonte: Sindicato de Aduos e Colas do Estado de São Paulo e Instituto de Economia Agrícola.

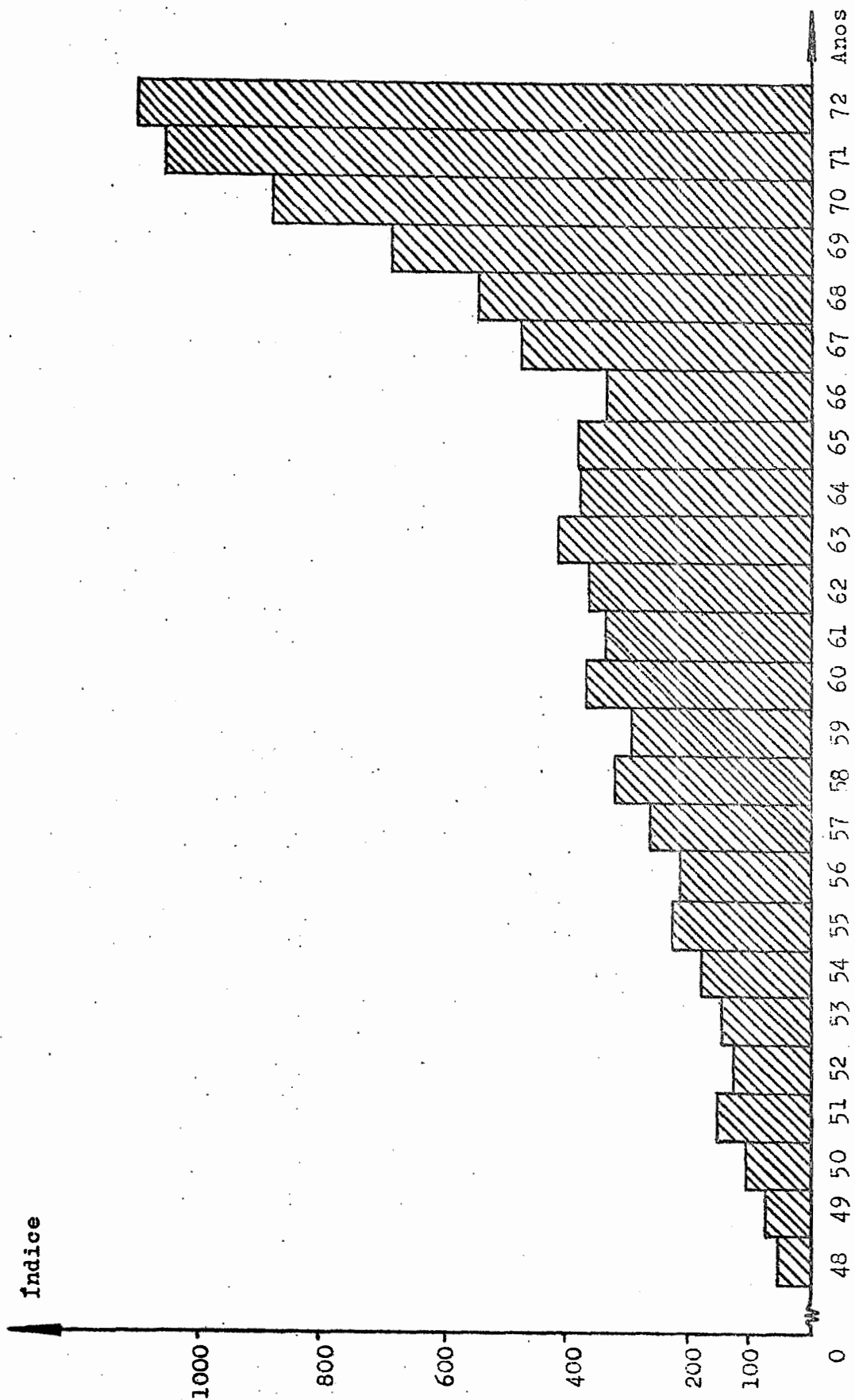
Já nos seis anos seguintes (1961-66), que coincidem com os anos críticos da política e da economia nacional, as taxas de variação anual negativas predominaram. Assim, já em 1961, o consumo caiu em 9% sobre o ano anterior. Nos dois anos seguintes houve uma recuperação no mercado (9 e 14%, respectivamente), para tornar a apresentar nova tendência de baixa em 1964 (-9%) e encerrar o subperíodo com uma taxa negativa de 13% em 1966. Nesses seis anos, portanto, as variações positivas e negativas se compensaram, sendo nula a taxa média anual de variação.

Após essa fase crítica o consumo voltou a crescer a taxas anuais significativas. De 1967 a 1971, o consumo de fertilizantes mais que dobrou, passando de 220 mil para 491 mil toneladas, o que significa uma taxa média anual de crescimento de 22,2%, nesses últimos cinco anos. Considerando os dados preliminares para 1972, que indicam um aumento de apenas 9% em relação ao ano anterior, a taxa média anual para os últimos seis anos seria de 19,5%. A Figura 1 visualiza de forma gráfica a evolução do consumo no período em análise.

Ainda com relação à Tabela 7, observa-se que a participação do Estado, no consumo total de fertilizantes na região de São Paulo, vem diminuindo gradativamente. ^{31/} No início da década de 1950 o Estado consumia praticamente 100% do consumo total aparente da região. A partir de 1954 essa porcentagem veio diminuindo lentamente, até chegar a cerca de 65%, nos cinco últimos anos. Entretanto, isso não significa uma diminuição no volume consumido pelo Estado, mas apenas que outras áreas passaram a utilizar fertilizantes.

^{31/} De 1948 a 1971, o consumo aparente de fertilizantes, no Estado, cresceu a uma taxa média de 15,5% ao ano.

Figura 1 - Evolução do Consumo Aparente de Fertilizantes, ^{*} no Estado de São Paulo, expresso em Índice (Base: 1948-52 = 100), no Período 1948-72.



^{*} Em termos de macronutrientes (N-P-K).

Quanto à participação do Estado no consumo nacional, chegou a 79% em 1952, variando em torno de 62% ao ano, nessa década. Na seguinte, a maior taxa anual de participação foi 71%, em 1962, declinando daí em diante e chegando a 41% em 1960. A taxa média anual de participação do Estado no consumo nacional na década de 60 foi 58%. Os cinco últimos anos, entretanto, evidenciam uma tendência de baixa nesse valor (45%), indicando que o aumento do consumo nacional está atingindo outras áreas com mais intensidade.

Em termos de consumo de nutrientes (N-P-K), por hectare de área cultivada, o Estado de São Paulo ocupa uma posição privilegiada em relação ao país, conforme foi visto na Tabela 1. E pela Tabela 7, pode-se observar que, de fato, esse aumento foi substancial, principalmente a partir de 1966. O atual consumo por unidade de área cultivada no Brasil (cerca de 27,0 kg/ha), corresponde praticamente ao de São Paulo há dez anos atrás. No Estado, esse valor triplicou de 1961 a 1971, chegando a 86 kg/ha, em média, no último ano. Esse valor torna-se ainda mais significativo quando se leva em conta a variação da área cultivada nesse período, cerca de 300 mil hectares, entre 1961 e 1971.

Mesmo admitindo a entrada de novos consumidores no mercado de fertilizantes paulista, verifica-se pelos dados da tabela em análise uma intensificação do uso de fertilizantes pelos agricultores do Estado.

Nos aspectos da produção e da importação a agricultura paulista também é privilegiada, uma vez que a maior parte das fábricas que compõem a indústria de fertilizantes situam-se no próprio Estado, ou em Estados vizinhos.

Quanto à importação, dispõe do maior e mais movimentado porto do país, o de Santos, que está sofrendo reformas visando o seu reaparelhamento. Em 1970, entrou por esse porto cerca de 1,5

milhão de toneladas de fertilizantes. Entretanto, o porto de São Sebastião será, futuramente, o principal porto de desembarque para o Estado, com capacidade para receber navios de 100 mil toneladas ou mais. 32/

6. Relações de Preços

Um dos problemas que geralmente é apontado como fator limitante à maior utilização de fertilizantes na agricultura paulista ou nacional, é a relação entre os preços dos produtos agrícolas e os de fertilizantes.

Os dados da Tabela 8 permitem observar a evolução do comportamento dos preços de fertilizantes, dos preços recebidos e dos preços pagos pela agricultura. Pode-se notar que as variações ocorridas, tanto no índice geral de preços recebidos, como no índice de preços pagos pela agricultura paulista, foram de menor amplitude que a do índice de preços de fertilizantes. Na Figura 2 está representada graficamente a evolução dos três índices, podendo-se observar inicialmente, que nos dois primeiros anos do período em análise e entre 1961 e 1968, o índice de preços de fertilizantes esteve acima do índice geral de preços recebidos; e, de forma não significativa, apenas em 1948 e 1965, ele esteve acima do índice de preços pagos por insumos (exclusive fertilizantes) na agricultura. Por outro lado, desde 1955, esse último índice permanece em níveis mais altos que os outros dois, sugerindo um efeito negativo no desenvolvimento tecnológico da agricultura e, provavelmente, afetando de maneira indireta o consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo.

32/ Ministério da Agricultura, EAPA/SUPLAN, op. cit., p. 51.

Tabela 8 - Evolução dos Índices de Preços Deflacionados: Índice de Preços de Fertilizantes, Índice de Preços Recebidos e Índice de Preços Pagos pela Agricultura Paulista, 1948/71.

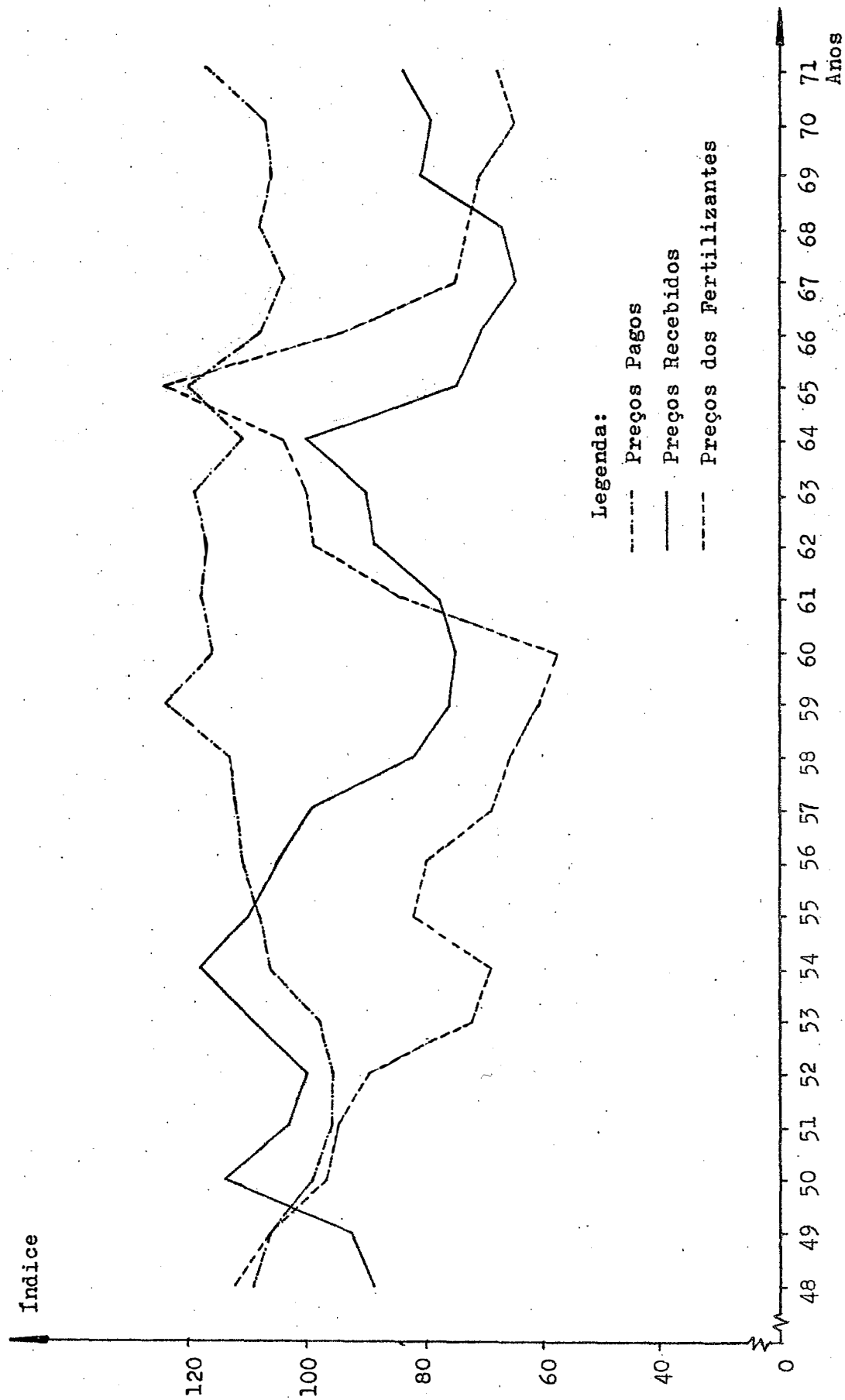
Ano	Índice de Preços de Fertilizantes	Índice de Preços Recebidos ^{a/} (17 produtos)	Índice de Preços Pagos (Exclusive Fertilizantes)
1948	112	89	109
1949	106	93	106
1950	97	114	99
1951	95	103	96
1952	90	100	96
1953	72	109	98
1954	69	118	106
1955	82	110	108
1956	80	105	111
1957	69	99	112
1958	66	82	113
1959	61	76	124
1960	58	75	116
1961	84	78	118
1962	99	89	117
1963	100	90	119
1964	104	110	111
1965	124	75	120
1966	95	71	108
1967	75	65	104
1968	73	67	108
1969	71	81	106
1970	65	79	107
1971	68	84	117

a/ Não inclui produtos de origem animal.

Nota: Preços correntes deflacionados pelo índice "2", da Conjuntura Econômica, F.G.V. Base: 1948-52 = 100.

Fonte: Instituto de Economia Agrícola.

Figura 2 - Índice de Preço Real de Fertilizantes, Índice de Preços Reais Recebidos (17 Produtos), Índice de Preços Reais Pagos por Insumos (Exclusive Fertilizantes), na Agricultura Paulista, para o Período 1948-71 (Base: 1948-52 = 100).



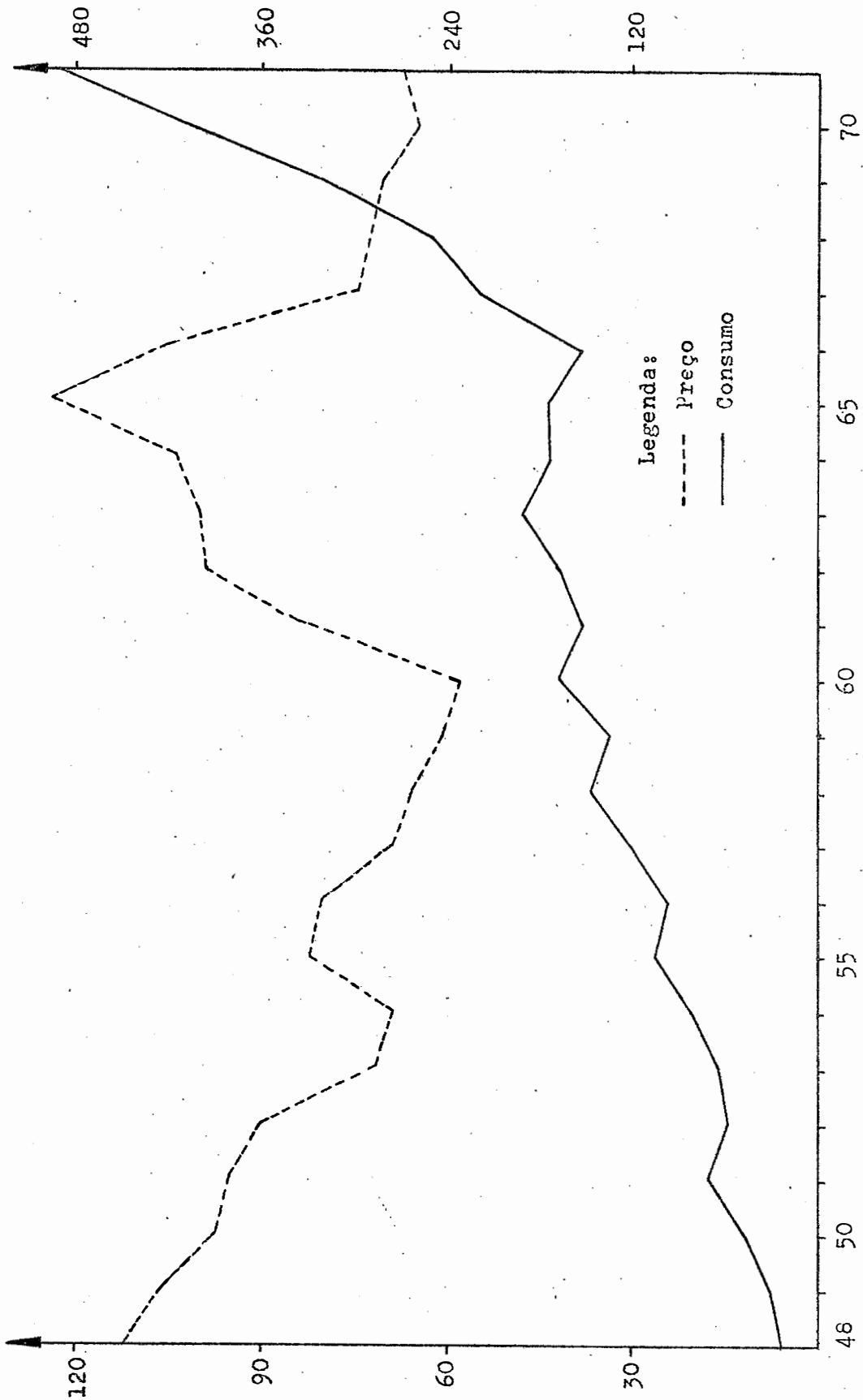
Nota: Índices correntes deflacionados pelo Índice "2" Nacional da Conjuntura Econômica, F.G.V. (Base: 1948-52 = 100).

O comportamento do consumo em relação à evolução do índice real de preços de fertilizantes pode ser analisado através da observação da Figura 3. De 1948 a 1960 há uma tendência geral de baixa no índice de preços, enquanto o consumo apresenta uma tendência de aumento. A partir daí, até 1965, há uma inversão drástica na tendência do preço, que sobe acentuadamente, enquanto o consumo varia ao redor de uma média estável, embora com uma pequena tendência de diminuição.

Em 1966 observa-se nova inversão, seguindo-se uma tendência de baixa no índice de preços, até 1970, enquanto o consumo, após ligeira diminuição em 1966, inicia um aumento contínuo através dos anos seguintes, como já foi visto anteriormente.

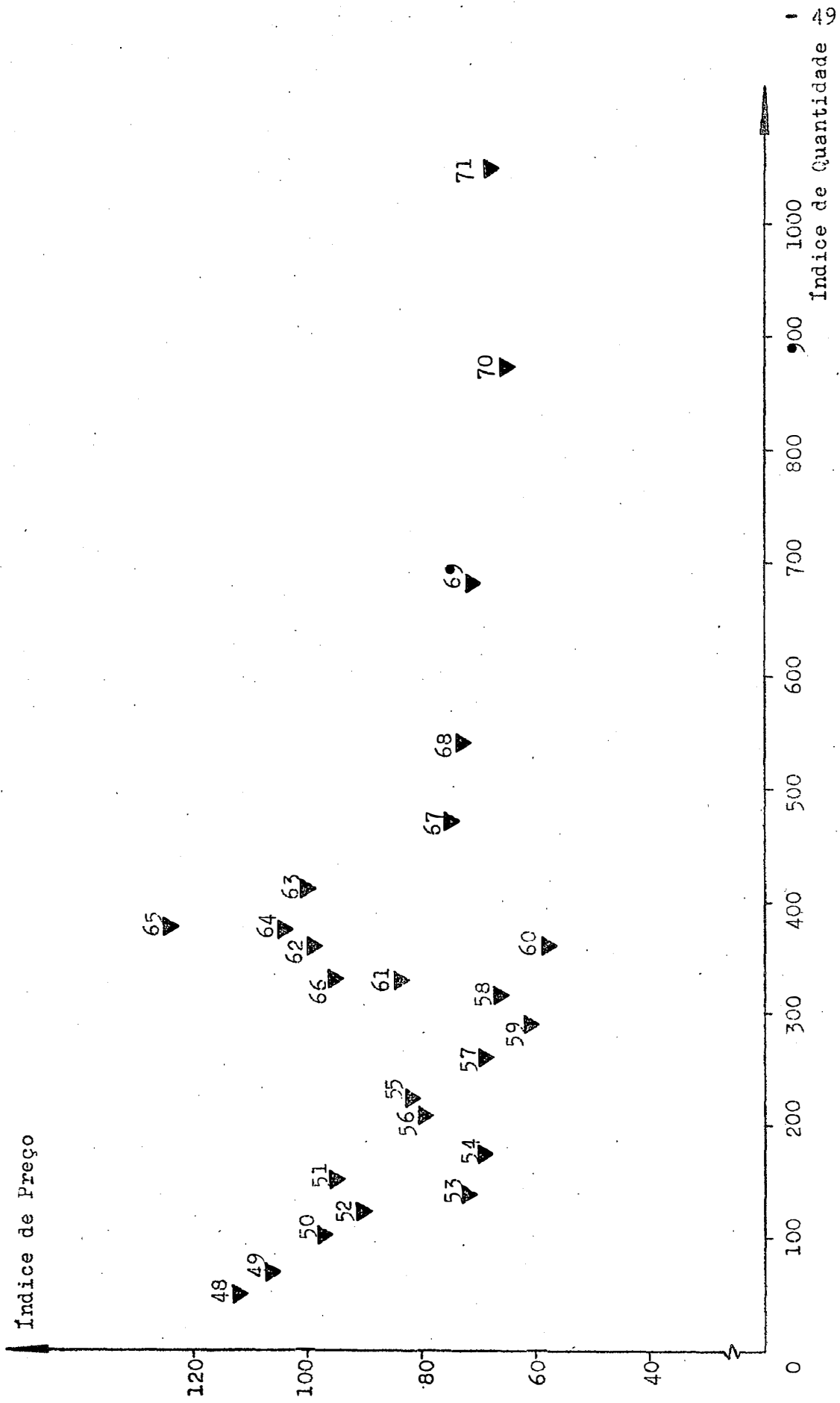
Essa visualização gráfica sugere alguma relação entre preço e consumo. Entretanto, nem sempre essa relação ocorreu de forma lógica, o que se torna bem aparente na Figura 4, entre os anos de 1959 e 1966, que correspondem aos anos de crise política e econômica do país. Nota-se aí uma relação completamente irregular entre preço e consumo de fertilizantes. De 1960 a 1962, o índice de preços passou de 58 para 99, enquanto o consumo permaneceu praticamente constante, indo de 169 mil toneladas de elementos nutrientes (N-P-K) para 168. De 1962 a 1964, o índice de preços subiu menos (de 99 para 104), e o consumo subiu para 192 em 1963, caindo para 175 em 1964. Em 1965, o índice de preços atingiu o máximo do período, chegando a 124, para daí em diante iniciar uma baixa que continuou até 1970. Entretanto, o consumo manteve-se quase constante em 1964 e 1965 (175 e 176 mil toneladas, respectivamente). E, no ano seguinte, apesar de uma acentuada baixa em preços, houve uma retração de cerca de 13% no consumo. Esses anos correspondem, sem dúvida, a um período crítico do setor de fertilizantes no Estado e no País.

Figura 3 -- Índice de Preço Real de Fertilizantes e Consumo de Fertilizantes no Estado de São Paulo, para o Período 1948-71.



Nota: Índice corrente deflacionado pelo Índice "2" Nacional, da Conjuntura Econômica, F.G.V. (base: 1948-52 = 100); e, consumo em mil toneladas de macronutrientes (N-P-K).

Figura 4 - Representação Gráfica da Correlação entre o Índice de Preços Reais de Fertilizantes* e o Índice de Quantidades Consumidas de Fertilizantes (Base: 1948-52 = 100), para o Estado de Paulo, no Período 1948-71



*/ Índice corrente deflacionado pelo Índice "2" Nacional da Conjuntura Econômica, F.G.V. (Base: 1948-52 = 100).

Eliminando-se esse subperíodo crítico, tornam-se evidentes duas tendências, distintas e correspondentes, na evolução dos preços e do consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo. A primeira que vai de 1948 a 1960, onde uma tendência de baixa dos preços corresponde a uma tendência de aumento do consumo, durante doze anos. E a segunda, de proporções semelhantes, porque o preço também se reduziu praticamente à metade, mas muito mais acentuada, uma vez que se processou em apenas seis anos. Na Figura 3 observam-se claramente as diferenças de inclinação na linha de tendência em cada período, tanto para preços como para consumo.

7. Transportes, Armazenamento e Divulgação de Fertilizantes

Como o Estado mais desenvolvido do Brasil, São Paulo possui uma infraestrutura, nos diversos setores, condizente com o seu grau de adiantamento político, social e econômico; apesar de não estar isento de problemas, uma vez que a dinâmica do desenvolvimento econômico cria novas necessidades exigindo novos recursos constantemente. Entretanto, o que se deseja salientar é que, tanto no aspecto de transportes e armazenamento como na divulgação, seus recursos são bem maiores que os de outros Estados, o que influencia de forma positiva a evolução do consumo de fertilizantes.

Segundo Gopp, os transportes para um país e dentro dele, representam mais da metade do preço total de aquisição de fertilizantes para o agricultor, em várias nações em desenvolvimento. ^{33/}

^{33/} Gopp, Leonard W. "Manipulação, Armazenamento e Transporte". São Paulo: T.V.A., trabalho apresentado ao Seminário de Marketing na Indústria de Fertilizantes, 21-26 de novembro de 1971.

O transporte de fertilizantes tornou-se um problema a partir de 1967, uma vez que até então, o consumo era relativamente pequeno. Com sua rápida evolução, o volume a ser transportado aumentou consideravelmente. O primeiro aspecto foi o da saturação dos principais portos do país, tanto pela sua capacidade como pelo aparelhamento deficiente. No momento, o porto de Santos está sendo reaparelhado e o governo já está fazendo estudos visando o aproveitamento e a ampliação dos portos de Recife, Rio Grande e Tubarão, este no Espírito Santo.

O transporte ferroviário também é deficiente, além de não possuir vagões apropriados para tal uso. Sabe-se que as ferrovias do Estado de São Paulo estão negociando empréstimo com o BNDE para a compra, na indústria nacional, de cerca de 400 vagões. O transporte fluvial é praticamente inexistente, seja por falta de vias de navegação adequadas, seja por falta de embarcações adequadas para tal fim. O transporte rodoviário dispõe de uma extensa rede de estradas asfaltadas que liga todos os principais pontos do Estado, entre si, além de estradas secundárias de trânsito permanente. Entretanto, esse tipo de transporte é limitado pela tonelagem dos caminhões e pelo frete rodoviário que se torna muito oneroso, a partir de certas distâncias.

Quanto ao armazenamento específico para fertilizantes, com exceção dos armazéns das próprias fábricas, bem como dos centros de distribuição das próprias firmas, espalhados em alguns pontos do Estado, não se obteve dados concretos para julgar até que ponto a capacidade atual está prejudicando a comercialização desse insumo. Entretanto, sua deficiência implica em deslocamentos maciços de fertilizantes em curto espaço de tempo e na rápida distribuição do produto. Ressalte-se que os depósitos e o armazenamento constituem um investimento imprescindível na indústria de fertilizantes.

Quanto à divulgação encontra-se no Estado um grande número de entidades privadas, que ao lado da extensa rede de assistência técnica da Secretaria da Agricultura, prestam serviços aos agricultores paulistas.

As Casas da Agricultura da Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo, através de seus engenheiros agrônomos e veterinários, prestam uma assistência técnica integral aos agricultores, divulgando e incentivando também o uso de fertilizantes. 34/

Entretanto, fator importante na divulgação e incentivo ao consumo de fertilizantes é a prestação de serviços efetuada pelas firmas do ramo. Congregadas numa instituição de âmbito nacional, a Associação Nacional para Difusão de Adubos (ANDA), essas firmas possuíam em São Paulo e nas regiões adjacentes, em julho de 1970, uma rede assistencial com cerca de 200 engenheiros agrônomos (a maior concentração desses profissionais fora dos serviços públicos) e 4 mil inspetores e agentes regionais de venda. 35/

Na pesquisa, além dos projetos da ANDA, já citados anteriormente, os órgãos de pesquisa da Secretaria da Agricultura desempenham importante papel tanto em experimentos de campo como na análise econômica dos mesmos.

Deve-se ressaltar que o otimismo aparente nos aspectos discutidos até o momento, justifica-se em função do programa de política agrícola definido pelo atual governo do Estado de São Paulo

34/ Existem no Estado de São Paulo, cerca de 350 Casas da Agricultura instaladas (possuindo Engenheiro Agrônomo ou Médico Veterinário), para um total de 573 municípios.

35/ ANDA. Boletim Informativo, Solos & Adubos. São Paulo, nº 31, 1970.

e, também, pela tendência geral da maioria dos índices econômicos do setor agrícola nos últimos anos. 36/

Finalmente, pode-se afirmar que a agricultura paulista caracteriza-se pela rapidez com que está sendo modernizada. Seu desenvolvimento tecnológico pode ser verificado através da maior adoção de novas práticas culturais, do maior uso de insumos modernos, de modificações nas combinações dos recursos empregados na produção, da diversificação da produção, do aumento da produtividade de alguns produtos, bem como através da diminuição da população rural, do aumento de recursos de capital, da maior utilização de crédito e outras transformações ocorridas nos últimos vinte anos. 37/ Apesar disso, e embora sendo o Estado que mais consome fertilizantes no País, ressalta-se novamente que esse consumo é baixo em relação a países de agricultura desenvolvida. Portanto, São Paulo ainda é um mercado potencial para fertilizantes, com boas perspectivas para elevar o seu uso visando aumentar a produção, elevar a produtividade da terra e do trabalho e aumentar a renda do agricultor. Esse objetivo está implícito na política agrícola do Estado, definido num programa prioritário fundamental: "Incremento à tecnificação da agricultura". 38/

36/ Governo do Estado de São Paulo. "Desenvolvimento Agrícola: Um Grande Desafio". São Paulo: Secretaria da Agricultura, I.E.A., 1972, pp. 7-137; e Secretaria da Agricultura. "Prognóstico Ano-Agrícola 1972/73". São Paulo: I.E.A., 1972, cap. 1-7.

37/ "Desenvolvimento da Agricultura Paulista", op. cit., pp. 239-248.

38/ "Um Grande Desafio", op. cit., pp. 36-43.

C A P I T U L O I I I

REVISÃO DE LITERATURA

A revisão de literatura foi dividida em três partes, abrangendo numa primeira abordagem um pequeno resumo de estudos de demanda realizados no Brasil. Em segundo lugar são apresentados os trabalhos de pesquisa mais diretamente relacionados ao estudo da demanda de fertilizantes e, em terceiro lugar, é abordado o aspecto econômico do uso de fertilizantes.

1. Estudos de Demanda Realizados no Brasil

No Brasil, um dos primeiros estudos empíricos da função de demanda foi efetuado por Kafka (1942), que estudou a demanda interna de açúcar utilizando primeiras diferenças de séries cronológicas.

Delfim Netto (1959) e Paniago (1963) estudaram o mercado externo do café, avaliando também a elasticidade-renda da procura desse produto.

Brandt (1964) fez uma análise das flutuações diárias e das flutuações estacionais de preços de banana, estimando também uma função de demanda de banana em praças atacadistas da cidade de São Paulo. Os resultados indicaram que a procura de banana verde era relativamente inelástica em relação ao próprio preço, e que banana e laranja são produtos complementares.

O mesmo autor e Havlicek, em 1964, realizaram ao que parece, o primeiro estudo publicado no Brasil utilizando dados de corte seccional para avaliação de curvas de procura. Entretanto, segundo os próprios autores, o valor do trabalho está mais no

aspecto metodológico, visto que se restringe a um pequeno mercado no interior do Estado de Minas Gerais (Viçosa).

Junqueira (1964) fez o primeiro estudo de caráter amplo sobre a demanda de diversos produtos agrícolas no Estado de São Paulo. Utilizando preços e quantidades produzidas no período 1948-1963, derivou funções de demanda ao nível do mercado local (fazenda) para milho, arroz, batata, feijão, tomate, laranja, cebola, cana-de-açúcar, mandioca, amendoim, mamona, gado de corte e porco. Estimou as elasticidades de preço para todos esses produtos e as elasticidades de renda para metade deles. De modo geral, os coeficientes de elasticidade-preço e elasticidade-renda foram mais altos do que seria de se esperar para produtos agrícolas.

Brandt e Criscuolo (1965) estimaram as funções de procura de ovos de granja e de leite pasteurizado, na capital do Estado de São Paulo. Os resultados indicaram que a procura de leite, no varejo, era preço-inelástica e que a demanda de ovos de granja, no atacado, era relativamente elástica em relação ao seu próprio preço. Verificaram ainda que a carne bovina era um produto substituído tanto para leite como para ovos, mas que o grau de substituição era maior entre carne e leite do que entre carne e ovo.

Serrano (1972) estudou a demanda de batatinha, em 1969, bem como a variação estacional de seus preços no período de 1957/69, no Estado de São Paulo. É um estudo bastante amplo onde a autora estimou o coeficiente de flexibilidade-preço da demanda de batatinha; a flexibilidade-cruzada entre batatinha e ovos; o coeficiente de elasticidade cruzada da demanda entre batatinha e arroz, bem como entre batatinha e cebola. Entre outras conclusões importantes, estabeleceu que a demanda de batatinha no mercado terminal de São Paulo é relativamente elástica.

Para o fim em vista, isto é, mostrar que estudos econômicos de funções de demanda já estão sendo realizados no Brasil com certa frequência, acredita-se que os trabalhos citados são suficientes, embora existam outros estudos nesse campo que poderiam ser mencionados.

2. Estudos de Demanda de Fertilizantes

Vail (1927-32) publicou vários índices de preços no atacado e no varejo para alguns tipos de fertilizantes, analisou as relações entre preços no atacado e no varejo, e apresentou as diferenças entre os preços de diversas misturas em relação ao seu conteúdo de nutrientes. Ele também analisou o consumo de fertilizantes nos Estados Unidos, em relação a vários fatores, verificando que o valor da produção do algodão por acre e o valor da produção de tabaco por acre, ambos retardados, foram os que mais contribuíram para explicar as variações no consumo de fertilizantes. Não achou nenhuma relação significativa entre o preço pago pelo fertilizante e o consumo de fertilizantes.

Segundo Griliches, na década de 1940, o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos publicou diversos estudos quantitativos sobre fatores que afetam o uso de fertilizantes. Entre outros, destaca Mehring e Shaw (1944), bem como Anderson e outros (1956). A maior parte desses estudos relacionaram gastos em fertilizantes com renda agrícola retardada. Uma das conclusões era que os agricultores gastavam uma proporção constante de sua renda em fertilizantes. Esses estudos incluíram uma análise de corte seccio

nal, por Estados, relacionando o consumo de nitrogênio por acre com o valor da produção por acre, e uma análise de série temporal das mudanças nas misturas de nutrientes em resposta a mudanças nos seus preços relativos.

Anderson e outros (1956) estudaram os fatores que afetam a aceitação e o uso de fertilizantes, em Iowa. De todas as variáveis, somente a quantidade de fertilizantes utilizada no ano anterior e o tamanho da fazenda, mostraram ter uma relação significativa com a quantidade total de fertilizantes utilizada nas diferentes fazendas.

Griliches (1958) estudou a demanda de fertilizantes nos Estados Unidos, baseando-se em duas premissas: (1) que o consumo de fertilizantes é uma função do preço real dos mesmos e, (2) que o ajustamento a uma variação no preço não se realiza em apenas um ano, isto é, fazendo distinção entre elasticidade da demanda a curto e a longo prazo. O modelo utilizado compunha-se de uma equação de demanda a longo prazo e de uma equação de ajustamento.

Algebricamente, o modelo é o seguinte (as letras minúsculas representam os logaritmos das variáveis):

$$y_t^* = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + u_t \quad (1)$$

onde y_t^* é o consumo desejado ou esperado de fertilizantes, x_1 é o preço de fertilizantes relativo aos preços recebidos pelos produtos agrícolas, x_2 é o preço de fertilizantes relativo aos preços pagos por outros fatores de produção e u_t é uma variável de erro.

A equação de ajustamento é:

$$y_t - y_{t-1} = b (y_t^* - y_{t-1}) \quad (2)$$

Substituindo a equação (1) na equação (2) e resolvendo para y_t , obteve a equação básica de cálculo:

$$y_t = ba_0 + ba_1x_1 + ba_2x_2 + (1-b) y_{t-1} + bu_t \quad (3)$$

onde Y_t é o consumo atual ou observado de fertilizantes e b é o coeficiente de ajustamento.

A forma funcional para a estimativa das regressões foi a equação linear nos logaritmos das variáveis. Os dados utilizados foram séries cronológicas que abrangiam o período 1911-1956, sendo que além do período completo foram ajustadas equações para dois subperíodos, um de 1911 a 1933 e outro de 1934 a 1956. Os resultados foram semelhantes nos três ajustamentos. O consumo de fertilizantes foi medido em termos de quantidades totais dos macronutrientes da planta (N , P_2O_5 , K_2O). Os resultados foram considerados bons, com um coeficiente de ajustamento de algumas regressões girando em torno de 0,25. O coeficiente de elasticidade-preço da demanda a curto prazo foi -0,5 e a longo prazo -2,0. A hipótese geral de que os ajustamentos não são instantâneos foi confirmada, indicando que é possível explicar quase toda variação no consumo de fertilizantes com base na mudança dos preços relativos e na variável retardada. Parece óbvio que o problema envolve outros aspectos, mas a virtude do modelo, conforme o próprio autor ressalta, é que, embora tão simples, explica muito.

Griliches (1959) fez outro estudo onde estimou funções de demanda para fertilizantes nos Estados Unidos, por regiões,

durante o período 1931-1956. Aqui, utilizou como medida de consumo de fertilizantes os macronutrientes individuais ponderados pelos seus respectivos preços, antes de agregá-los. Isso foi feito pelo fato de que a análise abrangia diversas regiões e, em cada uma, os principais nutrientes eram usados em proporções diferentes. O modelo utilizado foi o mesmo do ensaio apresentado antes, sendo aplicado a nove regiões. Além disso, foram feitos dois ajustes cobrindo o período todo, para fins de comparação. Apesar dos resultados encontrados indicarem diferenças regionais, tanto nos coeficientes de elasticidade-preço da demanda de fertilizantes como nos coeficientes de ajustamento, eles comprovaram que uma grande proporção da variação anual, no consumo regional de fertilizantes, era explicada pelo modelo utilizado. Este fato confirma novamente a qualidade do modelo para explicar o problema estudado. Por outro lado, Griliches fez uma comparação entre o ajustamento total e a soma dos ajustamentos regionais, chegando à conclusão que a desagregação não trouxe vantagem nenhuma, considerando que, o propósito do estudo era explicar as mudanças anuais no consumo total de fertilizantes nos Estados Unidos.

Chu (1959) estudou o uso de fertilizantes na cultura do arroz em Taiwan verificando que, tradicionalmente, os agricultores achavam que todos os fertilizantes químicos deveriam tornar as folhas verdes, como o sulfato de amônia fazia. Em consequência, os fertilizantes que não tinham efeito visível eram considerados pobres, o que tornava os agricultores menos propensos a aceitar o uso dos fertilizantes fosfatados e potássicos.

Heady e Yeh (1959) estimaram funções de demanda de fertilizantes para os Estados Unidos como um todo e por regiões, no período 1926-1956. Utilizando diversos modelos (Cobb-Douglas, primeiras diferenças em logaritmos, forma linear e quadrática) estimaram funções de demanda para o consumo total de fertilizantes, bem

como por macronutrientes individualmente. Foram estimados coeficientes de elasticidade para fertilizantes em relação a preço de fertilizante, preço de produtos agrícolas, renda líquida da agricultura, área e tempo, considerando os nutrientes individualmente e o consumo total de fertilizantes. O estudo por regiões foi feito apenas para o consumo total de fertilizantes, e mostrou algumas diferenças entre os diversos coeficientes de elasticidade calculados, que caracterizaram a evolução do consumo de fertilizantes em cada região. O coeficiente de elasticidade-preço calculado para os Estados Unidos como um todo foi de -0,49. Entretanto, o valor desse coeficiente variou de -0,42 a -3,83, quando foi calculado para as diversas regiões do país.

Hayami (1964) analisou o dinamismo histórico da agricultura japonesa sob o aspecto da demanda de fertilizantes. Partindo da hipótese de que a quantidade de fertilizantes demandada poderia ser explicada pelas mudanças na função de produção da agricultura e pelas mudanças, na relação entre preços relativos de fertilizantes e preços recebidos pelos produtos agrícolas, Hayami analisou o período 1883-1937, dividindo-o em quinquênios. Os resultados indicaram que quase 100% das variações no consumo de fertilizantes por unidade de área cultivada, eram explicados pelo progresso tecnológico na agricultura e pelo progresso tecnológico na indústria de fertilizantes. Entretanto, aumentos no agregado de adubos químicos e orgânicos, eram explicados integralmente em termos de progresso tecnológico na agricultura. Suas conclusões levaram-no a afirmar que "se a oferta de fertilizante industrial não estivesse estabelecida fora do setor agrícola, e, os agricultores tivessem que contar com seus próprios recursos de nutrientes (orgânicos), o preço de fertilizantes não teria baixado em relação aos preços dos produtos agrícolas". Em consequência, o uso de fertilizantes, e portanto, a produtividade agrícola não teriam aumentado tanto até o momento.

Sahota (1968) analisou as causas da queda secular nos preços relativos de fertilizantes nos Estados Unidos. Para este propósito, dividiu o setor de fertilizantes em três grupos de indústrias: (1) a indústria produzindo fertilizantes fosfatados e misturas; (2) a indústria produzindo fertilizantes minerais (potássio, enxofre, fosfato de rocha); e (3) a indústria produzindo materiais nitrogenados. Admitiu como principais causas do declínio no preço real dos produtos de cada grupo os seguintes fatores: (a) o declínio nos preços relativos dos insumos; (b) mudanças na estrutura do mercado e seu impacto no preço do produto; e (c) o aumento da produtividade, isto é, o declínio nos custos reais dos insumos por unidade de produto. O grupo dos nitrogenados foi o maior responsável pelo declínio nos preços relativos de fertilizantes (15 a 30%), vindo em seguida as economias advindas dos custos de distribuição de fertilizantes (13%). A indústria produzindo fertilizantes minerais foi responsável por cerca de 6% desse declínio no preço. A análise do estudo em questão explicou entre 34 e 49% do declínio de 52% no preço relativo de fertilizante.

Hsu (1972) estudou a demanda de fertilizantes em Taiwan no período de 1950-66, utilizando dois modelos, um dos quais denominou de "modelo tradicional", que é apresentado a seguir. (O modelo está na forma logarítmica).

Para o nitrogênio:

$$N_t = a_0 + a_1 (P_n/P_r)_t + a_2 Y_{t-1} + a_3 T + e_t$$

onde

N = quantidade de nitrogênio utilizada por hectare, em quilos

P_n/P_r = preço do elemento N relativo ao preço do arroz

Y_{t-1} = produção de arroz por hectare, retardada de um ano, em quilos

T = tempo em anos e

e = variável de erro.

O outro é um modelo de ajustamento semelhante ao utilizado por Griliches (também na forma logarítmica):

$$N_t^* = a_0 + a_1 (P_n/P_r) + e_t \quad (1)$$

$$N_t - N_{t-1} = b (N_t^* - N_{t-1}) \quad (2)$$

onde

N_t^* = quantidade de equilíbrio a longo prazo para o nitrogênio usado por hectare

a_1 = coeficiente de preço da demanda de nitrogênio no longo prazo

b = coeficiente de ajustamento.

Substituindo (1) em (2) e resolvendo para N_t obteve a equação de ajustamento:

$$N_t = a_0 b + a_1 b (P_n/P_r)_t + (1-b) N_{t-1} + b e_t$$

Nesta equação, o nível atual de nitrogênio utilizado torna-se uma função da relação de preço entre nitrogênio e arroz e do consumo de nitrogênio no ano anterior. O mesmo raciocínio foi

aplicado para o fósforo e o potássio individualmente, sempre considerando o consumo de fertilizantes na cultura do arroz, visto que não dispunha de dados para outras culturas. A análise dos resultados é apresentada separadamente para o nitrogênio, o fósforo e o potássio. De forma geral, nota-se que os valores estimados pelo modelo de ajustamento são mais significativos e consistentes que aqueles estimados pelo modelo tradicional. O estudo mostra que o preço relativo de fertilizantes é importante na demanda de nitrogênio, mas não na demanda de fósforo e potássio. A demanda para estes últimos parece que é determinada principalmente por um processo de aprendizagem ou pela tendência da variável tempo nas equações. Dessa forma, para aumentar o consumo de nitrogênio, conclui o autor, incentivos de preços serão efetivos, ao passo que para o fósforo e o potássio serão necessárias medidas como: serviço de extensão, demonstração e outros.

Knight (1971) analisou a demanda de fertilizantes no Rio Grande do Sul, no período 1955-67, em relação às culturas de arroz e trigo. Considerou que a maioria do consumo de fertilizantes nesse Estado é utilizada nessas duas culturas. Os dados utilizados foram séries temporais de importação anual para os principais nutrientes (N, P₂O₅, K₂O), em separado. Com algumas limitações apontadas pelo autor, os dados representam o consumo de fertilizantes no Rio Grande do Sul. O modelo utilizado baseia-se nas seguintes premissas: (1) que os agricultores utilizam cada nutriente em proporções fixas; (2) que a porcentagem de área em cada cultura é a mesma durante o período analisado; e (3) que, aproximadamente as mesmas dosagens de nutrientes são usadas tanto no trigo como no arroz. O modelo utilizado tem a seguinte expressão matemática:

$$N_t = a_0 + a_1 A_t + u_t$$

onde

N_t = importação de um dado nutriente no ano t

A_t = área total plantada com trigo e arroz no ano t e,

u_t = variável de erro.

Os cálculos baseados nesse modelo, incluindo também uma variável de tendência, resultaram em valores de R^2 iguais a 0,75, 0,49 e 0,69 para N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Outros ajustes foram testados utilizando uma razão de preços entre nutrientes e trigo e arroz como variáveis independentes, para explicar as importações de nutrientes por hectare de terra cultivada com trigo e arroz. Neste caso ajustou um modelo de retardamentos distribuídos onde incluiu também a variável de tendência; entretanto, em nenhum dos casos a variável razão de preços contribuiu significativamente para melhorar a explicação. Na tentativa de medir o efeito de alguns programas (FUNFERTIL, Operação "TATU", etc.), quatro equações foram ajustadas com diferentes variáveis "dummy". A variável ajustada para 1967-68 forneceu o melhor resultado (FUNFERTIL), entretanto esses resultados provavelmente não podem ser atribuídos exclusivamente a esse programa. Utilizando outra relação de variáveis obteve um $R^2 = 0,88$, que subiu para 0,94 quando incluiu a variável de tendência, mas esse resultado era tendencioso, uma vez que a correlação entre área e tempo era de 0,868. Investigou ainda a influência do preço sobre o consumo de fertilizante por hectare fertilizado. Nenhuma relação foi achada entre consumo de fertilizantes por hectare e a razão de preços de fertilizantes com preço esperado de arroz. Na verdade, não encontrou nenhuma relação de preços significativa. Supõe-se que algum problema deve ter prejudicado a análise, seja o fato de uma provável subestimação da área, ou talvez o curto período analisado.

Pode-se notar que estudos de demanda de fertilizantes no país são raros ainda, embora alguns trabalhos de vulto tenham sido realizados nesse campo, seja na determinação experimental de doses econômicas para diversas culturas, seja no aspecto de análises históricas da evolução do consumo de fertilizantes. Enquanto no aspecto metodológico a base do presente trabalho residiu na literatura estrangeira, muito contribuíram para outros aspectos analíticos os três últimos trabalhos realizados no país.

3. Aspectos Econômicos do Uso de Fertilizantes

Biserra (1971) analisando as relações fator-produto na cultura do milho em Jardinópolis e Guaíra, no Estado de São Paulo, através do ajustamento de funções de produção, nas quais uma das determinantes da receita total eram as despesas com fertilizantes químicos, concluiu que os agricultores estavam utilizando esse insumo a níveis muito próximos do ótimo, nos dois municípios estudados.

Campos e Araújo (1971) analisaram aspectos econômicos da adubação do milho utilizando dados obtidos em 50 ensaios de adubação NPK, levados a efeito na região de Ribeirão Preto, no Estado de São Paulo. Os resultados indicaram que pode ser obtido um alto nível de produtividade física, na cultura do milho, através do uso de fertilizantes. O rendimento cultural do tratamento-testemunha foi de 3.671 kg/ha e do tratamento de maior produção média foi 5.587 kg/ha, indicando um acréscimo superior a 50%. Tais resultados mostram a possibilidade de aumentara produção média da lavoura

de milho na região estudada, cujo rendimento atual é de 2 mil kg/ha. Ao fazer esta afirmativa os autores já levaram em consideração o fato de que a economicidade no uso de fertilizantes não necessita atingir uma produção tão elevada, pois o nível "ótimo" de produção em relação a um fator variável depende também de outras considerações. Ressaltam ainda o fato de que os ensaios foram muito bem planejados e conduzidos, o que limita a obtenção de resultados tão bons na prática. De qualquer forma, esse trabalho mostra grandes possibilidades de aumento da produtividade da cultura do milho pelo uso de fertilizantes. Foram determinadas também as doses economicamente "ótimas" dos nutrientes básicos (N-P-K), de acordo com as situações anuais de mercado. De forma geral, os resultados indicaram que as doses econômicas de nitrogênio e potássio, mostraram-se menos sensíveis às variações de preços do que as de fósforo, que foram extremamente sensíveis.

Knight (1971) analisou a economicidade do uso de fertilizantes no Rio Grande do Sul, utilizando dados de experimentos realizados em fazendas particulares e em algumas estações experimentais do Estado. Os dados referiam-se a experimentos com trigo, arroz e milho, e foram ajustados pelo uso de funções de resposta a fertilizantes. Os resultados indicaram que a resposta do nitrogênio, nas variedades de arroz e trigo então utilizadas, eram bem menores do que as respostas observadas para as novas variedades desenvolvidas em experimentos oficiais, no México (trigo) e nas Filipinas (arroz). No caso do fósforo, as respostas foram significativas, o que se deve à pobreza desse nutriente nos solos desse Estado. Nenhuma resposta significativa foi encontrada para o potássio, o que foi justificado pelo fato de que a maior parte dos solos do Rio Grande do Sul possuem níveis adequados de potássio disponível. Em relação ao nível ótimo de uso de fertilizantes, seus

resultados sugeriram que, para o trigo e o arroz, parece estar havendo uma melhoria nos níveis aparentes de fertilização, na década de 1960, diminuindo o grau de sub-utilização de fertilizantes nessas duas culturas. Entretanto, na cultura do milho, pouco fertilizante era usado apesar desse produto apresentar respostas favoráveis aos fertilizantes. O autor lembra que tais resultados devem ser interpretados com alguma restrição, uma vez que estão baseados em dados de um ou dois anos apenas, o que restringe a generalização das conclusões para a década de 1960.

Vieira e Outros (1971) fizeram uma comparação de três funções de produção ajustadas a resultados de ensaios fatoriais 3^3 de adubação N-P-K em milho. Os objetivos desse estudo foram os de determinar, através do ajustamento das funções de produção, os níveis dos fatores que conduzem à mais alta renda líquida por hectare, com ênfase na comparação de tais níveis, fornecendo assim maiores elementos para o estudo da adubação como prática agrícola racional. Sem mencionar as conclusões de caráter metodológico, os resultados permitiram a indicação de que, nas condições de ensaio, a lavoura de milho deveria receber 70 kg de nitrogênio por hectare (1,7 doses); quanto ao pentóxido de fósforo e ao óxido de potássio, a recomendação econômica foi para não adubar. Entretanto, a autora ressalta que a recomendação de uma fórmula de adubação é problemática, em virtude da diversificação dos resultados encontrados.

Nelson e Meyer (1972) fizeram uma análise da produtividade e rentabilidade dos fertilizantes. Para isso reuniram os resultados de diversos estudos sobre fertilizantes no Brasil, apresentando as conclusões relativas à resposta aos fertilizantes numa tabela, que se apresenta no Apêndice 4 (Tabela 21). Ao contrário do que esperavam, os resultados foram inconclusivos. Nos casos em que

o uso "ótimo" de fertilizantes foi calculado, esse nível geralmente era baixo em comparação com as taxas de aplicação em outros países. Considerando que grande parte desses estudos baseou-se em ensaios experimentais, onde as condições de produção eram mantidas a níveis acima da média, concluíram que é de se esperar que a resposta ao nível da propriedade agrícola seja ainda menor. Sua principal conclusão é que o atual nível de conhecimento sobre o uso de fertilizantes no Brasil é ainda limitado. Com base na pesquisa de Nelson (1971), analisaram ainda a produtividade dos fertilizantes ao nível da propriedade agrícola, na região de Ribeirão Preto. Os resultados comparativos entre os níveis recomendados na região e o uso real estão apresentados na Tabela 22 do Apêndice 4. Destacam-se aqui as principais conclusões da análise desse último aspecto, em relação à região: (a) todas as variáveis (calcáreo, fertilizantes, mão-de-obra e maquinaria, índice de administração e terra), exceto sementes e defensivos, tinham valores de produto marginal menores que os preços de insumos (Tabela 23, Apêndice 4), o que sugere que o uso desses fatores deveria, realmente, ser reduzido; (b) para os três nutrientes separados, encontraram respostas de produção altamente negativa para o nitrogênio, enquanto para o fósforo e o potássio essas respostas foram positivas; (c) o uso de fertilizantes nem sempre produziu uma resposta positiva nos rendimentos, sendo que os resultados foram negativos em alguns casos e em outros os coeficientes positivos foram próximos de zero; (d) na análise regional, não encontraram casos em que as rendas marginais para uso de fertilizantes (N-P-K) fossem positivas, isto é, onde o valor do produto marginal excedeu o custo do fertilizante; (e) dividindo as observações em grupos de níveis alto e baixo de uso de fertilizantes, constataram que para o grupo alto havia rendas marginais positivas para fertilizantes, com exceção da soja, e para o grupo baixo constataram normalmente perdas líquidas mais altas que na

amostra regional, exceto para o uso de potássio. Esses resultados sugerem que dentro da amplitude de uso de fertilizantes observada nas propriedades estudadas, as rendas marginais são mais altas ou as perdas são mais baixas com a aplicação a taxas mais altas. Uma conclusão de ordem geral foi que, se tais resultados foram encontrados numa região que possui uma infraestrutura altamente desenvolvida e agricultores progressistas, é duvidoso que a resposta ao uso de fertilizantes tenha sido maior em outras regiões mais atrasadas. Logicamente, se a resposta do rendimento é duvidosa, a economia do uso de fertilizantes também é, o que indica a necessidade de pesquisas básicas ao nível da propriedade rural.

Schuh e Tollini (1972) realizaram um trabalho de natureza didática, onde foram expostos conceitos e princípios econômicos básicos, que governam o uso de fertilizantes ao nível da fazenda. Este trabalho é citado pelo seu enfoque econômico de um problema prático, que já é sério e poderá vir a ser um ponto de estrangulamento no estímulo ao maior uso de fertilizantes no Brasil. É o problema do uso econômico e racional de fertilizantes, que deve ser determinado através de análise econômica de ensaios de adubação. Em síntese, é exatamente esta a abordagem do trabalho de Schuh e Tollini. Além do aspecto teórico, explicado e exemplificado, os autores mostram os princípios em que atualmente os agricultores baseiam suas decisões, ao determinar o nível de uso de fertilizantes em suas propriedades, nas diversas culturas. A diferença entre os princípios econômicos que deveriam servir de base para essa decisão e os princípios gerais que hoje norteiam os agricultores (experiência própria) é que determina o preço de uma decisão errada no uso de fertilizantes. Outro aspecto abordado é a necessidade de que estudos ou pesquisas, visando determinar aspectos econômicos do uso de fertilizantes, devem ser desenvolvidos em equipes onde o cientista biológico, o cientista de solos e o economista agrícola

estejam presentes. O trabalho isolado de cada um não pode abranger todos os problemas de produção. De forma geral, o estudo discute os seguintes aspectos: explica a função de produção, analisa a proporção dos insumos a serem utilizados e o nível de uso do insumo, ou a quantidade a produzir do produto.

Naturalmente seria exaustiva e talvez desnecessária uma citação mais extensa sobre o assunto. De forma geral, os resultados se assemelham e julga-se que para o objetivo em vista os trabalhos citados servem de apoio. Procurou-se mostrar, principalmente, que o sucesso na adoção de políticas agrícolas visando a modernização da agricultura através do aumento de produtividade, necessita ainda de muita pesquisa básica em nosso país.

C A P Í T U L O I V
M E T O D O L O G I A

1. Informação Básica

A informação básica utilizada nas análises de regressão múltipla encontram-se no Apêndice 1. O consumo de fertilizantes foi considerado em termos de macronutrientes (N-P-K). Essa série foi coletada e construída pela equipe do Instituto de Economia Agrícola e refere-se ao consumo aparente de fertilizantes no Estado de São Paulo. Os dados para os dois últimos anos da série foram calculados por extrapolação, uma vez que na época o I.E.A. não havia calculado esses valores. (Apêndice 2)

O consumo aparente de fertilizantes para o Brasil e por regiões do Brasil é publicado mensal e anualmente em boletins, pelo Sindicato da Indústria de Adubos e Colas do Estado de São Paulo. Deve-se lembrar que a Associação Nacional para Difusão de Adubos também fornece esses dados.

As séries mencionadas a seguir também foram obtidas junto ao Instituto de Economia Agrícola, a saber: série de preços médios anuais de fertilizantes, série de preços médios recebidos pelos produtos agrícolas e série de preços médios pagos por insumos agrícolas (exclusive fertilizantes), ambas para o Estado de São Paulo. A série de preços de fertilizantes se refere a preços médios de venda ao consumidor, na praça da cidade de São Paulo.

As três séries acima foram corrigidas pelo Índice "2" Nacional da Conjuntura Econômica (Fundação Getúlio Vargas), tendo como base o período 1948-52 = 100. A correção tem em vista eliminar os efeitos da inflação, que alteram o poder aquisitivo do dinheiro.

A série de área cultivada refere-se à área com culturas permanentes e temporárias no Estado de São Paulo, abrangendo as

dezessete principais culturas. Tanto esta série como a de rendimentos físicos das principais culturas (17) foram fornecidas pelo Instituto de Economia Agrícola. As culturas ou seus respectivos produtos considerados pelo I.E.A. para a elaboração das séries mencionadas, são os seguintes: algodão, laranja, batata, tomate, soja, casulo, cana-de-açúcar, café, milho, amendoim, mandioca, cebola, banana, chá, feijão, arroz e mamona.

2. Fundamentos Teóricos

Em vista do histórico apresentado, no início do capítulo anterior, sobre a evolução da teoria da demanda e considerando a vasta literatura existente hoje sobre a mesma, serão apresentados apenas os conceitos básicos que interessam ao presente estudo.

Demanda individual pode ser conceituada como sendo a lista das quantidades de uma mercadoria qualquer, que um consumidor compraria aos vários preços alternativos possíveis, em um determinado intervalo de tempo.

A soma das demandas individuais é conhecida como demanda total, ou simplesmente, demanda, que vem a ser a lista das quantidades totais de uma mercadoria que seriam compradas por todos os compradores aos vários preços, em um mercado específico e a um dado intervalo de tempo.

É evidente que a quantidade comprada de um produto é dependente de uma série de outras considerações além do preço pago, tais como: renda dos consumidores, riqueza acumulada, quantidades

disponíveis de outros bens, expectativas de preços futuros, preços de produtos substitutos e preços de produtos complementares. Presupõe-se que esses fatores permaneçam constantes, a fim de possibilitar o isolamento da relação entre o preço e a quantidade comprada. Este procedimento é válido e permite o isolamento dos efeitos das mudanças de preços, daqueles causados por mudanças nos outros determinantes da demanda. ^{39/}

As diversas quantidades que os consumidores querem e podem comprar aos vários preços, quando colocadas num gráfico fornecem, pela ligação de seus pontos, uma curva de demanda (D_1 na Figura 5). Uma curva de demanda é o lugar geométrico dos pontos que representam a taxa de aquisição máxima, a um preço correspondente, "coeteris paribus", isto é, ela é apenas uma linha limite, ou ainda, um limite de condições. ^{40/}

Por convenção, a curva da demanda é representada graficamente com inclinação para baixo e para a direita indicando que "há uma relação inversa entre o preço e a quantidade procurada de uma mercadoria, outras coisas permanecendo constantes". Este enunciado é uma das formas de expressão da "Lei da Demanda". ^{41/} Essa lei pode ser derivada pela análise lógica das seguintes pressuposições:

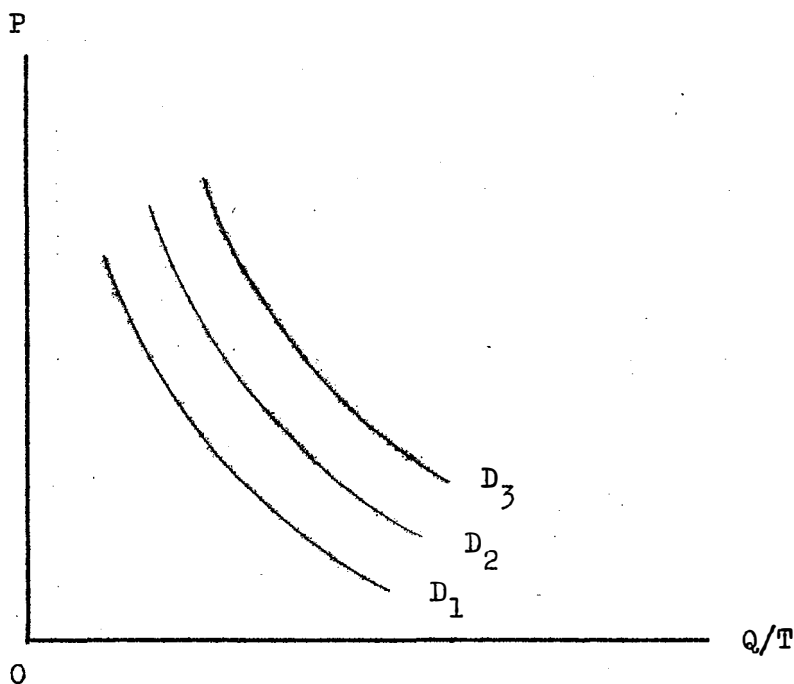
^{39/} Henderson, Sir Hubert. A Oferta e a Procura. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1964, pp. 27-36.

^{40/} Bilas, Richard A. Teoria Microeconômica-Uma Análise Gráfica. Rio de Janeiro: Companhia Editora Forense, 1970, pp. 24-29.

^{41/} Como a maioria das leis e regras, ela também apresenta exceções. Uma delas é o caso clássico do "bem de Giffen". Para maiores detalhes ver Bilas, op. cit., pp. 28-29.

(a) que os consumidores tentam maximizar a satisfação que podem obter de suas rendas; (b) que as unidades consumidoras têm renda limitada; (c) que à medida em que as unidades adicionais de um bem são adquiridas, o poder dessas unidades em satisfazer os desejos vai decrescendo. A explicação de como a "Lei de Demanda" é derivada dessas premissas é feita pelo Método da Utilidade Marginal e pelo Método das Curvas de Indiferença. ^{42/}

Figura 5 - Curvas Hipotéticas da Demanda.



^{42/} Para uma explanação do assunto, ver: Boulding, K.E. Análise Econômica. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, 1961, pp. 58-129; e, Bilas, op. cit., pp. 53-128; além de outros livros textos conhecidos.

Há um aspecto importante que deve ser ressaltado. É a distinção entre o que seja uma variação da demanda ou deslocamento da demanda e uma variação na quantidade demandada, resultante de uma variação no preço. Uma variação na demanda implica em um deslocamento da curva (Figura 5: D_1 para D_2 , ou D_3), devido a uma variação de uma ou mais condições "coeteris paribus", em geral. Uma variação na quantidade demandada devida a uma variação no preço, refere-se apenas a um movimento ao longo da mesma curva de demanda, de um ponto a outro.

Quando ocorre um movimento ao longo de uma curva de demanda, necessita-se algum método para comparar as variações de preços e seus efeitos sobre a quantidade demandada. Na análise de demanda procura-se quantificar essas relações através do conceito de elasticidade. Ela pode ser definida como a relação entre uma dada mudança percentual no preço de uma mercadoria e a consequente mudança percentual na quantidade demandada. Essa relação é básica em análises de demanda, uma vez que a proporção da mudança de preço tem implicações capitais nas decisões econômicas. Ela pode ser expressa matematicamente da seguinte forma: ^{43/}

$$E_p = \frac{dQ}{dP} \cdot \frac{P}{Q}$$

^{43/} Para evitar a introdução de números negativos como medida de elasticidade, Marshall definiu a elasticidade da procura η pela fórmula: ^{*}

$$\eta = - \frac{\Delta d}{\Delta p} \cdot \frac{p}{d}$$

^{*}/ Lange, O. Introdução à Econometria. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura S.A., 1967, p. 88.

onde

E_p = coeficiente de elasticidade-preço da demanda

Q = quantidade comprada de um produto na unidade de tempo

dQ = variação infinitesimal na quantidade comprada de um produto

P = preço do produto e,

dP = variação infinitesimal no preço do produto.

De acordo com o valor absoluto obtido para o coeficiente a demanda será classificada em:

elástica $\infty > E_p > 1$

de elasticidade unitária $E_p = 1$

inelástica $1 > E_p > 0$

Na maior parte das curvas de demanda, a elasticidade varia de um ponto para outro. Uma das implicações da elasticidade da demanda é a sua relação com o dispêndio total à medida que o preço varia. ^{44/} Se o coeficiente da elasticidade preço da demanda é

^{44/} Para maiores detalhes sobre elasticidade da demanda, ver: Boulding, op. cit., pp. 204-210; Bilas, op. cit., pp. 32-42; Lange, op. cit., pp. 87-97.

maior que a unidade, isto é, na fase elástica da curva, o dispêndio total aumenta quando o preço cai e diminui quando o preço sobe. Na faixa ou no ponto de elasticidade unitária da curva da demanda, o dispêndio total não varia. Se, por outro lado, o coeficiente de elasticidade-preço da demanda é menor que a unidade, isto é, na fase inelástica da curva, o dispêndio total diminui quando o preço cai e aumenta quando o preço sobe. Pode-se acrescentar que, se o dispêndio total aumenta quando o preço cai na fase elástica da curva (preços altos) e também aumenta quando o preço sobe na fase inelástica da curva (preços baixos), então o dispêndio total deve atingir um máximo no ponto ou na faixa de elasticidade unitária.

Voltando a atenção para o objetivo principal do presente estudo, qual seja, a análise da demanda de fertilizantes, torna-se importante ressaltar de início, que o grupo de variáveis que afeta a demanda de um insumo específico é complexo, sendo impossível investigar todas de uma só vez. Portanto, a análise da demanda de um insumo, de acordo com a teoria, deve ser desenvolvida através de um esquema simplificado, de tal modo, que alguns dos fatores de maior importância e interesse possam ser analisados, independentemente da ação de outros fatores.

Para explicar o aumento no uso de fertilizantes em relação às variações em preços e mudanças tecnológicas, utilizou-se o modelo teórico elaborado por Hayami. ^{45/} Em resumo, o modelo admite que o aumento do uso de fertilizantes pode ser explicado através de dois raciocínios paralelos (Figura 6). À direita, observa-se que as inovações na tecnologia de produção e na comercialização de fertilizantes (induzidas também pela tendência de aumento do consumo), provocam mudanças na função de oferta desse insumo cau-

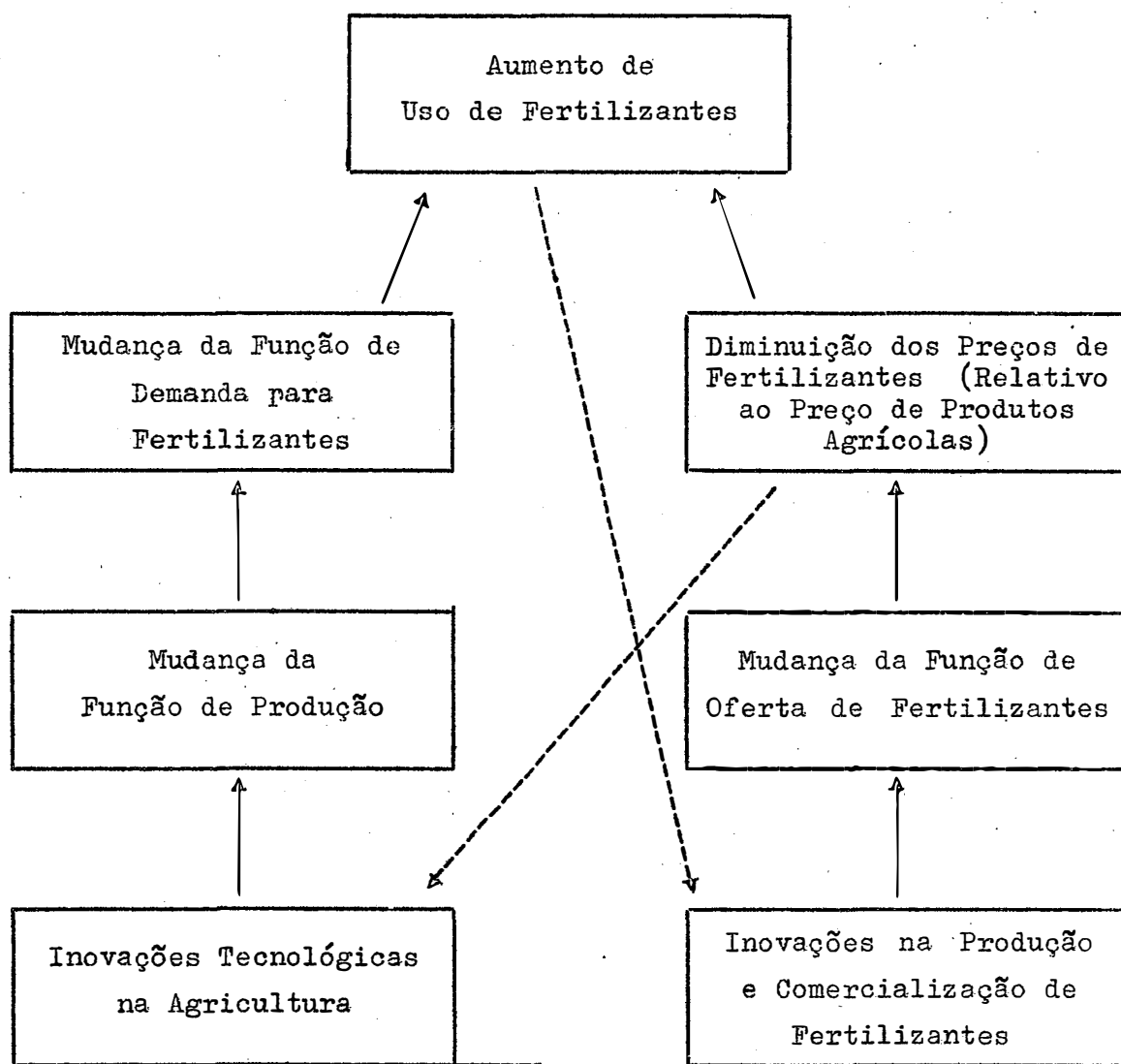
^{45/} Hayami, op. cit., p. 772.

sando, em consequência, o declínio do preço relativo de fertilizantes. À esquerda, observa-se que as inovações na produção agrícola provocam mudanças na função de produção da agricultura causando, em consequência, mudanças na função de demanda de fertilizantes. A evolução paralela desses fatos vem criar condições favoráveis para o aumento do uso desse insumo.

As mudanças tecnológicas ocorridas na indústria de fertilizantes no mundo, não no sentido de novos conhecimentos sobre seu uso e difusão, mas sim na descoberta de novos processos de produção, trouxe em consequência um aumento na oferta mundial, que resultou numa queda secular do preço real de fertilizantes, tanto no mercado externo como no mercado nacional. Para manutenção desses preços baixos no mercado interno, muito contribuíram a política de subsídios e o fornecimento de crédito específico, sem juros até abril de 1969 e a juros baixos até o presente, já comentados em capítulo anterior.

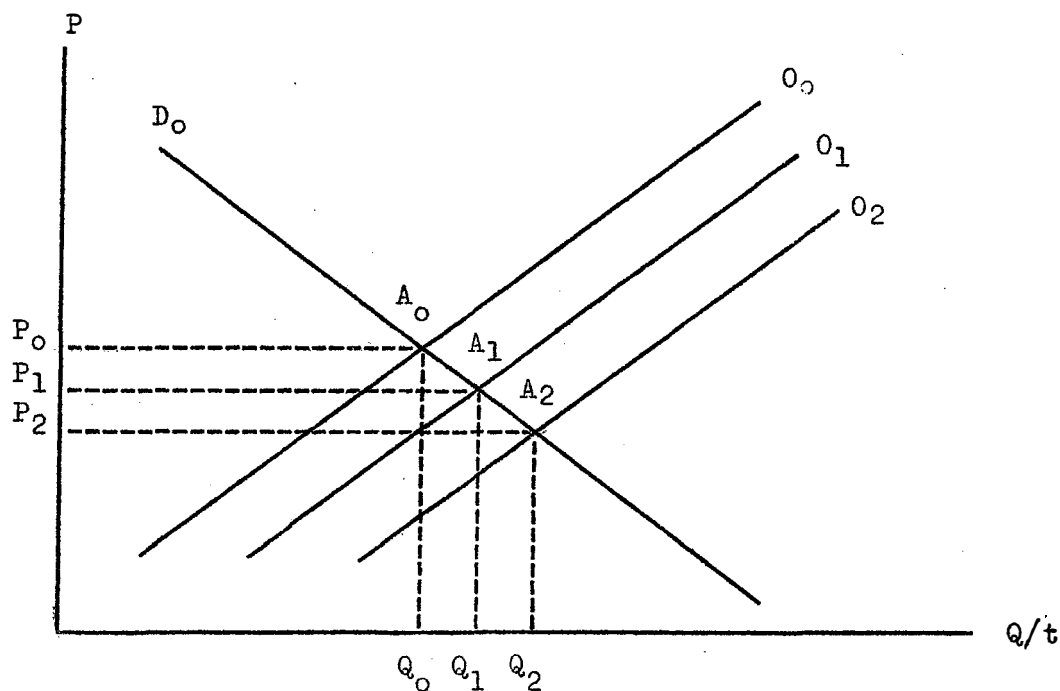
O modelo anterior também pode ser analisado através da Figura 7, onde as curvas D_0 e O_0 , da demanda e da oferta, respectivamente, representam uma situação hipotética de equilíbrio da indústria de fertilizantes, num mercado de concorrência pura. Admitindo um aumento da oferta mundial de fertilizantes, causado pela introdução de novas tecnologias na indústria do setor, ocorreria um deslocamento da função de oferta de O_0 para O_1 , reduzindo o preço de equilíbrio de OP_0 para OP_1 e aumentando a quantidade demandada de OQ_0 para OQ_1 . Da mesma forma, poder-se-ia admitir outros deslocamentos semelhantes (O_1 para O_2 , etc.), o que continuaria reduzindo o preço de equilíbrio (OP_1 para OP_2 , etc. e aumentando a quantidade demandada (OQ_1 para OQ_2 , etc.). A introdução de novas tecnologias na indústria de fertilizantes, deslocando a oferta, é a principal causa da queda mundial dos preços de fertilizantes na última década.

Figura 6 - Modelo Teórico para Explicação do Aumento do Uso de Fertilizantes.



Fonte: Hayami, op. cit., p. 772.

Figura 7 - Curvas Hipotéticas de Demanda e Oferta da Indústria de Fertilizantes.



Considere-se agora a Figura 8 onde está representada uma função de produção também hipotética. Segundo Heady uma função de demanda de um fator, mostrando a quantidade do recurso que seria usada a cada nível de preço do fator, pode ser derivada de uma função de produção. ^{46/} Admitindo competição pura e retornos máximos, a quantidade ótima de uso de um fator é definida pelo ponto

^{46/} Heady, E.O. and Dillon, J.L. Agricultural Production Functions. Ames, U.S.A.: Iowa State University Press, 1969, pp. 62-63.

onde o valor do produto marginal se iguala ao preço do fator. Foi visto na Figura 7 a representação gráfica das várias reduções de preços dos fertilizantes, devidas aos deslocamentos da curva de oferta. Esses níveis de preço, representados na Figura 9, pelas linhas $P_0 P'_0$, $P_1 P'_1$ e $P_2 P'_2$ cortam a curva do valor do produto marginal nos pontos A_0 , A_1 e A_2 , respectivamente, determinando as respectivas quantidades de fator variável OX'_1 , OX''_1 e OX'''_1 . Os pontos A_0 , A_1 e A_2 correspondem à condição de equilíbrio da função, pois em cada um ocorre a condição $VPMg_x = P_x$, sendo P_x o preço do insumo considerado. Ora, nos limites do estágio II da função de produção, os pontos A_0 , A_1 e A_2 determinados pela intersecção do preço com o valor do produto marginal, nada mais são que pontos da curva de demanda do insumo considerado. Assim sendo, a ligação desses pontos fornece a curva de demanda para fertilizantes, que está representada na Figura 9 pelo segmento $A A'$.

Entretanto, a situação do mercado é dinâmica e a demanda do produto não é apenas função de preços e quantidades. Em geral, o modelo teórico utilizado para explicar as quantidades adquiridas de um produto determinado, inclui variáveis econômicas, sociais e psicológicas que não podem ser negligenciadas na análise econômica. A adoção de novas tecnologias por parte dos agricultores paulistas, através da aquisição lenta, mas gradual e contínua, de novos conhecimentos, causou variação na função de produção da agricultura, variação esta, mais lenta que a sofrida pela função de oferta de fertilizantes. ^{47/} Esta mudança da função de produção implicou em mudanças na função de demanda deste insumo. Tal evolução do problema culminou no aumento do uso de fertilizantes.

^{47/} Já foi visto no Capítulo II, que o desenvolvimento tecnológico da agricultura paulista, nos últimos vinte anos, foi significativo.

Figura 8 - Função de Produção Hipotética.

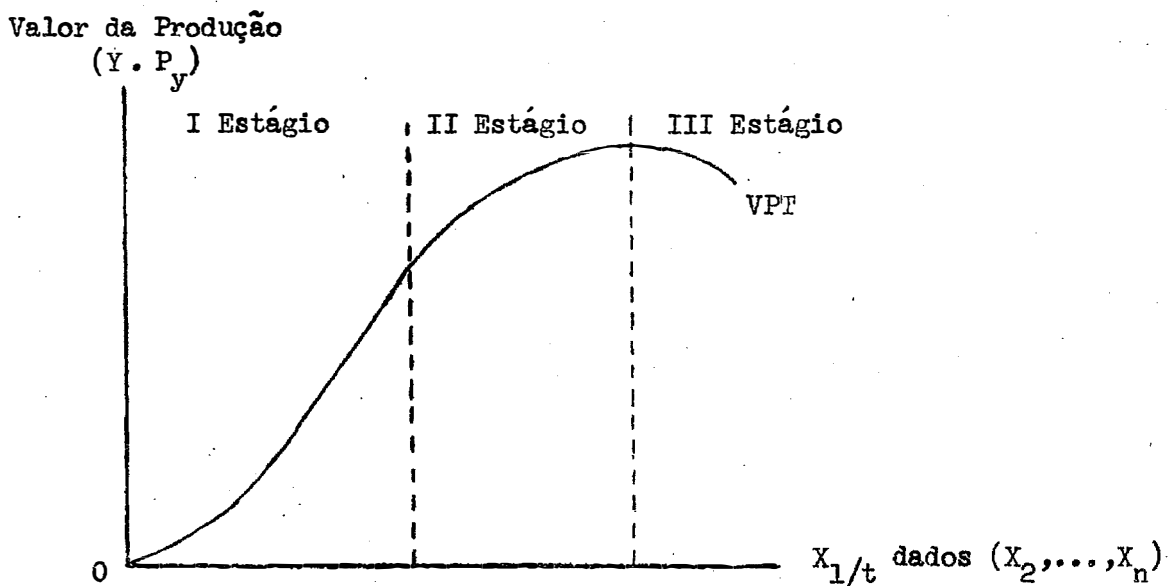
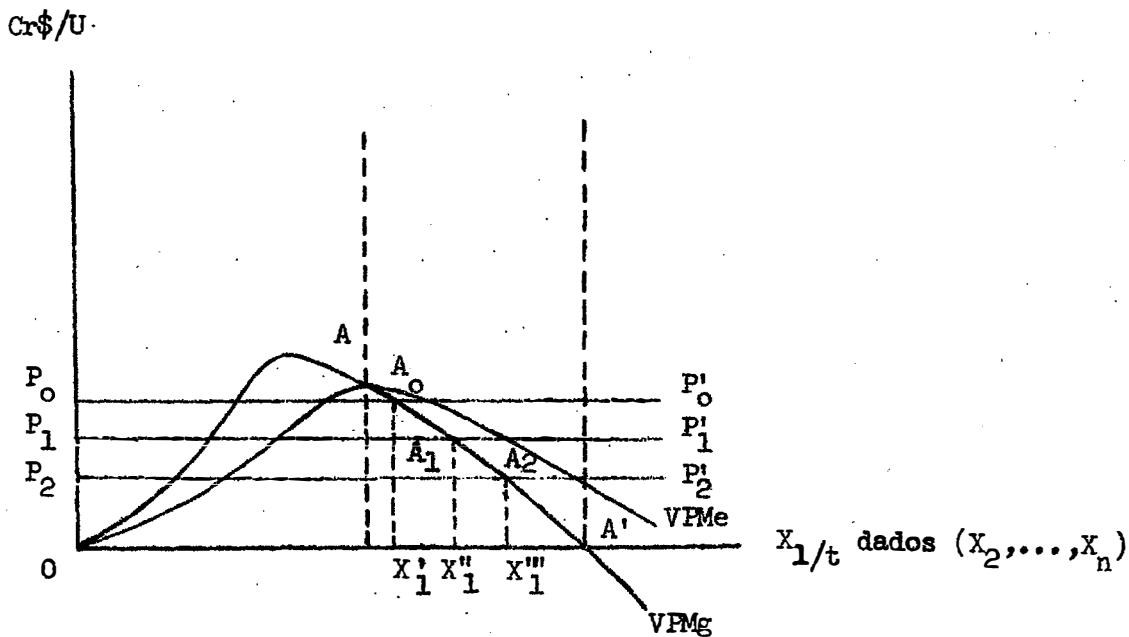


Figura 9 - Curvas do Valor do Produto Médio e Valor do Produto Marginal, Derivadas de uma Função de Produção Hipotética.



Nesta análise admite-se que os principais fatores influenciando a quantidade demandada de fertilizantes são os preços de fertilizantes, a área agrícola cultivada, o rendimento físico médio das culturas (retardado), o preço médio recebido pelos produtos agrícolas (retardado), a quantidade de fertilizantes consumida no ano anterior e a tendência (em anos).

É evidente que tanto o preço da terra como o crédito destinado a fertilizantes, no Estado de São Paulo, devem ter influência na quantidade demandada de fertilizantes; entretanto, por falta de dados que abrangessem todo o período analisado, esses dois fatores não puderam ser analisados no presente trabalho.

3. Definição das Variáveis

Consumo Aparente de Fertilizantes (Y)

Embora o fertilizante seja um agregado, pois se compõe normalmente de diferentes partes de nitrogênio, ácido fosfórico e potássio, o peso total de todos os fertilizantes usados não é uma medida adequada do ponto de vista da análise econômica. O consumo será medido em termos de macronutrientes básicos, isto é, em termos da quantidade total dos três macronutrientes (N, P_2O_5 , K_2O) contidos nos fertilizantes. Admite-se, portanto, que os agricultores são indiferentes entre os vários tipos de fertilizantes, desde que eles contenham uma quantidade tal de N, P_2O_5 e K_2O , cuja simples soma forneça uma quantidade suficiente para suprir a necessidade básica da planta, em termos de macronutrientes. É utilizado

o consumo total aparente, por ano, porque estes são os dados disponíveis e não se conseguiu obter informações sobre os estoques que passam de um ano a outro. Esta variável é expressa em mil toneladas de N , P_2O_5 e K_2O , por ano, representando o consumo total aparente de fertilizantes na agricultura paulista.

Consumo Aparente de Fertilizantes, Retardado de Um Ano (Y_{t-1})

Corresponde à variável anterior (Y) tomada com um retardamento de um ano, isto é, refere-se ao ano anterior.

Preços de Fertilizantes (X_1)

Admite-se que o nível de preços de fertilizantes, pela sua queda secular no período analisado, seja uma das principais variáveis que determinam o volume de fertilizantes que o agricultor está disposto a comprar. Esse preço refere-se a preços médios de fertilizantes na praça da cidade de São Paulo, para venda aos agricultores. A série de preços foi corrigida pelo Índice "2" Nacional, da Conjuntura Econômica (base 1948-52 = 100). Esta variável é expressa na forma de índice, tendo, como base o período 1948-52 = 100.

Área Cultivada das Principais Culturas (X_2)

Esta variável é utilizada admitindo-se que variações em quantidade de área cultivada, para mais ou para menos, influenciam o consumo total de fertilizantes, seja pela extensão a novos consumidores e aumento do nível de uso, seja pela diminuição do nível de uso. Entretanto, pode ocorrer que diminuições em área, provoquem aumentos na intensidade de uso, como ocorreu nos Estados Unidos, de acordo com o estudo de Heady, o que não se espera observar no Estado de São Paulo atualmente. ^{48/} Considera-se a área total cultivada anualmente nesse Estado, para as dezessete culturas principais, as quais podem ser consideradas como responsáveis por quase todo o consumo de fertilizantes nesse Estado. Esta variável é expressa na forma de índice, calculado com base no período 1948 - 52 = 100.

Rendimento Físico Médio (X_3)

O rendimento físico médio é utilizado admitindo-se que o bom resultado da produção no ano anterior, devido à aplicação de fertilizantes, deve influenciar positivamente o agricultor no sentido de continuar a usar fertilizantes, ou talvez aumentar a quantidade utilizada. É aparente que esse valor não mede apenas o aumento de produtividade devido a fertilizantes, mas pode-se admitir que a melhoria da produtividade, devida a outros insumos e técnicas utilizadas, deverá estimular direta ou indiretamente o uso ou

^{48/} Heady, op. cit., p. 335.

o aumento do uso de um fator produtivo como é o fertilizante. Esta variável representa o rendimento físico médio anual, obtido nas dezesete culturas principais do Estado de São Paulo. É expressa na forma de índice, tendo como base o período 1948-52 = 100.

Preços Recebidos pelos Produtos Agrícolas (X_4)

Os preços recebidos pelos agricultores por seu produto, no ano anterior, sem dúvida exercem influência nas compras de insumos no ano seguinte, bem como nas decisões fundamentais de plantio. Portanto, a mais favorável ou menos favorável relação entre os preços dos produtos e os preços de fertilizantes, poderá ser um fator de estímulo ou desestímulo para o agricultor decidir comprar ou não, e que quantidade comprar de fertilizantes no ano considerado. Essa variável representa os preços médios anuais recebidos pela agricultura paulista abrangendo os dezessete produtos principais do Estado. São preços reais, corrigidos pelo Índice "2" Nacional, da Conjuntura Econômica (base 1948-52 = 100). É expressa na forma de índice, com base no mesmo período anterior.

Tendência (X_5)

A variável de tendência foi incluída com o fim de representar as mudanças tecnológicas ocorridas na agricultura paulista, através do período analisado. Além disso, novos conhecimentos ocorreram de forma acentuada nas duas últimas décadas, abrangendo resultados de experimentos com fertilizantes, campanhas intensivas

visando a divulgação e uso dos fertilizantes, melhoria nos serviços de extensão da Secretaria da Agricultura, bem como o desenvolvimento da prestação de serviços pelas firmas vendedoras, a par da promoção de vendas. Por outro lado, a descoberta de novos produtos químicos para controle de doenças, sementes selecionadas, variedades de plantas mais resistentes e que respondem melhor ao fertilizante, além de outras técnicas fornecidas pela pesquisa, também exerceram sua influência através do tempo. Embora se admita que a variável de tendência é uma medida imperfeita para refletir a influência das mudanças tecnológicas e dos novos conhecimentos no decorrer do período analisado, acredita-se que ela reflete de certa forma a situação apresentada. Esta variável representa a sequência anual da série de dados, iniciando com 1948 = 0.

A variável de consumo retardada (Y_{t-1}) desempenha a mesma função da variável de tendência no presente estudo, motivo pelo qual elas são usadas alternativamente, isto é, nenhuma equação inclui as duas.

O preço de fertilizantes pode ser considerado como uma variável exógena, uma vez que ele é determinado por fatores externos ao modelo utilizado. Normalmente, esse preço já vem estabelecido pelas firmas, não sofrendo grandes alterações dentro do período de maior demanda, num mesmo ano. Embora admitindo-se a possibilidade de oscilação do preço por alguma alteração nas condições de mercado, pode-se, a curto prazo, considerá-lo como pré-determinado. Tanto a área cultivada como as três variáveis retardadas, podem ser consideradas exógenas, já que seus valores, pelo menos a curto prazo, não são influenciados pelos respectivos valores correntes das outras variáveis na estrutura.

Todas as variáveis utilizadas referem-se ao ano civil, e as séries de dados abrangem o período de 1948-71. Como já foi

comentado, ocorreram algumas mudanças nas condições econômicas, particularmente entre 1961-66, o que torna difícil a constituição de um período homogêneo para fins de análise. Para contornar o problema, diversos subperíodos foram ajustados, a fim de se obter condições mais homogêneas nos cálculos dos parâmetros da equação de demanda.

4. Modelos Econométricos

A função demanda será estimada utilizando-se o modelo de regressão logarítmica múltipla

$$Y_i = b_0 \prod_{j=1}^m X_{ji}^{b_j} \cdot E_i$$

Por anamorfose, obtém-se

$$\log Y_i = \log b_0 + \sum_{j=1}^m b_j \log X_{ji} + \log E_i$$

onde

Y_i representa a quantidade consumida no i étimo ano

b_0 é uma constante

b_j é o coeficiente de regressão parcial do $\log X_j$

E_i é o erro multiplicativo, tal que $\log E_i$ obedeça as pressu-
posições assinaladas adiante.

As estimativas dos parâmetros $a = \log b_0$ e b_j serão da-
das, respectivamente, por \hat{a} e \hat{b}_j .

Pressuposições do modelo:

- a) pressupõe-se que seja linear a relação entre $\log X_j$ e $\log Y$;
- b) que existem erros associados à variável X_j ;
- c) que a esperança do erro seja zero, $E(e) = 0$, sendo $e = \log E$;
- d) para qualquer valor de X_j a variância do erro e é a mesma

$$E(e^2) = \sigma^2$$

$$E \left[C - E(C/X) \right]^2 = \sigma^2;$$

- e) que o erro de uma observação independe do erro de outra observação

$$E(e_i e_j) = 0 \quad \text{para } i \neq j; e,$$

- f) que a distribuição do erro é normal.

Os modelos:

Para analisar a demanda de fertilizantes, no Estado de São Paulo, dois modelos foram escolhidos: o Modelo Tradicional e o

Modelo de Retardamentos Distribuídos (Distributed Lags) ou Modelo de Ajustamento Retardado. A escolha desses modelos baseou-se nos trabalhos de Hsu e Griliches, respectivamente. 49/

Algebricamente, o modelo tradicional, conforme foi denominado por Hsu em seu estudo, pode ser expresso da seguinte forma (as letras minúsculas representam os logaritmos das variáveis):

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3(t-1)} + a_4 x_{4(t-1)} + a_5 x_{5t} + e_t$$

onde

Y = consumo total aparente de fertilizantes (N-P-K)

X_1 = preços médios reais de fertilizantes

X_2 = área cultivada

X_3 = rendimento físico médio, no ano anterior (t-1)

X_4 = preços médios reais recebidos pelos produtos agrícolas, no ano anterior (t-1)

X_5 = variável de tendência e,

E = termo de erro.

O segundo modelo, isto é, o de retardamentos distribuídos, semelhante ao de Griliches, caracteriza-se pela inclusão da

49/ Hsu, op. cit., pp. 302-305 e, Griliches, op. cit., pp. 596-599.

variável dependente também como variável independente, com um retardamento que neste caso é de um ano. A idéia de que um ajustamento a uma mudança em preços ou a uma mudança em qualquer das outras variáveis leva tempo, não é nova. Segundo Griliches, esse método tem sua origem nos trabalhos de Cagan, Friedman, Koyck e, por último, Nerlove, ao qual se deve a interpretação e extensão desses trabalhos no campo da oferta e demanda de produtos agrícolas. ^{50/}

Nesse modelo o conceito de prazo está ligado mais estreitamente ao prazo temporal do que ao prazo de variação dos fatores de produção. No modelo anterior, a extensão de prazo ao qual se aplicam as elasticidades é indeterminada, visto que as elasticidades são médias de vários prazos de ajustamento. O modelo de retardamentos distribuídos permite a estimativa de elasticidades a curto e a longo prazo. A elasticidade-preço da demanda a longo prazo representa um ajustamento completo da quantidade consumida para uma dada variação no preço, outros fatores permanecendo constantes. O período de ajustamento do consumo a longo prazo é o tempo necessário para que esse ajustamento total se processe. De modo geral, as elasticidades calculadas são maiores nos prazos mais longos do que nos prazos mais curtos.

^{50/} Para outras aplicações desse método, ver: Cagan, Phillip. "The Monetary Dynamics of Hyper-Inflations", em Studies in the Quantity Theory of Money. Chicago: Chicago University Press, 1965, Vol. I; Friedman, Milton. A Theory of Consumption Function. Princeton: Princeton University Press, 1957; Koyck, L.M. Distributed Lags and Investment Analysis. Amesterdam: North Holland Publishing Company, 1954; e, Nerlove, M. The Dynamics of Supply: Estimation of Farmer's Response to Price. Baltimore: The John Hopkins Press, 1958.

Basicamente, o modelo consiste em distinguir entre o consumo observado e o desejado. A função de demanda determina o consumo desejado, ou seja, o equilíbrio do consumo a longo prazo. Algebricamente, a função de demanda a longo prazo pode ser expressa da seguinte forma (as letras minúsculas representam os logaritmos das variáveis):

$$y_t^* = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3(t-1)} + a_4 x_{4(t-1)} + e_t \quad (1)$$

onde

Y^* = consumo desejado ou de equilíbrio a longo prazo

X_1 = preços médios reais de fertilizantes

X_2 = área cultivada

X_3 = rendimento físico médio, no ano anterior (t-1)

X_4 = preços médios reais recebidos pelos produtos agrícolas, no ano anterior (t-1) e,

E = termo de erro.

O consumo desejado ou de equilíbrio a longo prazo não pode ser observado, visto que as outras variáveis estão continuamente mudando. Portanto, essa equação não pode ser estimada diretamente.

Se os consumidores seguem um modelo com retardamentos distribuídos no processo de ajustamento do consumo, em virtude das variações nos preços e, admitindo que essas variações persistem

por um longo tempo, presume-se que eles ajam no sentido de eliminar o desequilíbrio entre o consumo atual e o consumo desejado a longo prazo; entretanto, não irão fazê-lo de uma só vez. A inclusão da variável dependente como variável independente, retardada de um ano, baseia-se na pressuposição de que o ajustamento a uma mudança no preço, produzirá seu efeito na quantidade procurada somente após um certo lapso de tempo, isto é, seu efeito não provoca uma alteração de uma só vez, num período determinado de tempo (um ano), mas se distribui ao longo de um período de tempo (mais de um ano). Uma redução substancial no preço real de fertilizantes, além do aumento do uso por agricultores que já o utilizam, pode induzir outros agricultores, não familiarizados com seu uso, a utilizá-los. Neste caso, haverá um processo de aprendizagem para os novos consumidores, que levará algum tempo e persistirá somente se a mudança de preços persistir por um longo período de tempo.

Em outras palavras, presume-se que o consumo atual (Y_t) varie proporcionalmente à diferença entre o consumo desejado de equilíbrio a longo prazo (Y_t^*) e o consumo atual. ^{51/} Isto é expresso pela seguinte equação de ajustamento:

$$y_t - y_{t-1} = b (y_t^* - y_{t-1}) \quad 0 < b < 1 \quad (2)$$

onde

Y_t = consumo atual ou observado de fertilizantes no ano considerado

Y_{t-1} = o mesmo que Y_t , no ano anterior e,

b = coeficiente de ajustamento,

^{51/} O modelo presume que os preços se ajustem instantaneamente face a novas condições, enquanto que o consumo se ajusta com um retardamento.

ou, $Y_t/Y_{t-1} = (Y_t^*/Y_{t-1})^b$, isto é, a porcentagem de mudança no consumo atual é uma função potência da diferença de porcentagem entre o consumo desejado e o observado.

Substituindo a equação (1) na equação (2) e resolvendo para y_t obtém-se a seguinte equação de cálculo:

$$y_t = ba_0 + ba_1x_{1t} + ba_2x_{2t} + ba_3x_{3(t-1)} + ba_4x_{4(t-1)} + (1-b)y_{t-1} + be_t$$

Esta é a equação do modelo de ajustamento retardado cujos parâmetros foram estimados nas análises seguintes. Ela representa uma relação entre variáveis que podem ser observadas.

O valor do coeficiente de ajustamento (b) é obtido subtraindo-se o coeficiente de y_{t-1} da unidade. Dividindo-se os outros coeficientes de regressão parcial por b, obtém-se as estimativas dos parâmetros da equação de demanda a longo prazo, ou de equilíbrio. No caso presente, em que a equação é ajustada na forma potência (linear nos logaritmos das variáveis), as divisões de a_i por b fornecem diretamente as elasticidades de demanda a longo prazo. As elasticidades de demanda a curto prazo são obtidas dos coeficientes da própria equação empírica. O coeficiente de ajustamento determina a relação entre as elasticidades a curto e a longo prazo.

O modelo de retardamentos distribuídos apresenta algumas vantagens, além da derivação de elasticidades a longo prazo, em relação ao modelo tradicional (sem retardamentos). ^{52/} De modo geral,

^{52/} Modelo baseado na premissa de que o coeficiente de ajustamento do consumo é igual a unidade, isto é, que o consumo se ajusta instantaneamente, sem retardamentos.

as equações que incluem retardamentos distribuídos apresentam maiores valores de R^2 (coeficientes de determinação), bem como sinais e valores para os coeficientes de regressão mais consistentes e com níveis mais elevados de significância. Outro fato apontado é que, em geral, há pouca ou nenhuma evidência de correlação serial nos resíduos calculados.

Os estudos que deram base para a escolha dos modelos apresentados, indicam que o ajustamento das equações estimativas da regressão múltipla devem ser feitos pelo método dos quadrados mínimos, o que é confirmado por Foote, "... se estamos interessados em estimar os coeficientes de uma equação estrutural que contem somente uma variável endógena, o método de quadrados mínimos é o processo de ajustamento recomendado, assim como as estimativas dos coeficientes são estatisticamente consistentes e não viesadas"; o qual discute o problema sob diversos aspectos. ^{53/}

A forma funcional escolhida é a potência (linear nos logaritmos das variáveis). Esta forma permite a derivação direta dos coeficientes de elasticidade, mas pressupõe que a estrutura da demanda se mantenha inalterada durante todo o período analisado. Os coeficientes de regressão foram estimados pelo método dos quadrados mínimos, que consiste em se estimar coeficientes que minimizem a soma dos quadrados dos desvios entre os valores observados e os estimados através da equação de regressão. A computação dos dados originais foi realizada no Centro de Computação Eletrônica da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

^{53/} Para um detalhamento do método dos quadrados mínimos, ver: Johnston, J. Econometric Methods. New York: McGraw Hill Book Company, 1972, pp. 8-43 e 123-169; e Foote, Richard. "Analytical Tools for Studying Demand and Price Structures". Washington: Agriculture Handbook nº 146, United States Department of Agriculture, Economic Research Service, 1963, pp. 31 e 57-60.

Para testar a significância estatística das regressões obtidas, empregou-se a análise de variância, seguindo a distribuição "F" de "Snedecor". Para determinar a significância estatística das estimativas dos coeficientes de regressão, isto é, se esses coeficientes diferem significativamente de zero empregou-se o teste "t" de "Student".

Com a finalidade de testar a hipótese da ausência de correlação serial nos resíduos calculados, utilizou-se o teste conhecido como estatística "d" de Durbin-Watson. ^{54/} No caso da hipótese não ser rejeitada, a estimativa do coeficiente de ajustamento estará sujeita a tendenciosidade de especificação, indicando que uma ou mais variáveis relevantes e de efeito sistemático, foram omitidas do modelo. ^{55/} A tabela de Durbin-Watson apresenta os limites superiores e inferiores dos valores críticos para um teste unilateral ao nível de 5%.

Sendo "d" o valor calculado e " d_U " e " d_L " os limites superiores e inferiores, respectivamente, tem-se:

se $d < d_L$ rejeita-se a hipótese da não existência de correlação serial em favor da hipótese da existência de autocorrelação positiva nos resíduos calculados;

se $d \geq d_U$ não se rejeita a hipótese nula; e,

se $d_L \leq d < d_U$ o teste é inconclusivo.

^{54/} Durbin, J. and Watson, G.S. "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regressions". *Biométrica*, vols. 37 e 38, pp.409-428 e 159-178.

^{55/} Johnston, op. cit., pp. 252-254.

Embora conhecendo as limitações desse teste ele foi utilizado com o devido cuidado. Justifica-se o seu uso pela impossibilidade de aplicar outro ou outros testes alternativos já existentes, tanto por falta de recursos técnicos como por falta de adequação das séries analisadas. Nesse aspecto Johnston observa que: "Apesar da advertência explícita no trabalho original de que o teste Durbin-Watson não é aplicável a uma equação contendo valores retardados de Y entre as variáveis explicativas, ele tem sido aplicado muitas vezes por necessidade ou por falta de outro melhor, em certos casos." ^{56/}

Diversas equações estimativas serão testadas e a seleção das "melhores", para fins de análise, será baseada nos seguintes critérios: (a) coerência dos resultados com os princípios da teoria da demanda; (b) significância estatística dos coeficientes de regressão; (c) valor dos coeficientes de correlação entre as variáveis independentes; (d) magnitude do coeficiente de determinação múltipla.

5. Limitações do Estudo

Os resultados apresentados, embora relativamente bons, não têm caráter definitivo, pois não se pretende que esta seja a melhor estimativa dos mesmos.

^{56/} Idem, p. 309.

Os modelos utilizados são sujeitos a críticas, não se pretendendo que eles expliquem de maneira perfeita o comportamento da demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo. Além disso, a omissão involuntária às vezes e, consciente outras vezes, de algumas variáveis, pode ter prejudicado a estimativa dos coeficientes obtidos (tendenciosidade). É evidente que outros fatores além dos considerados no presente estudo, podem afetar a demanda de fertilizantes. Pode ser ainda que o mecanismo da demanda desse insumo seja melhor explicado por outro modelo.

De qualquer forma, tentou-se estudar um problema que cresce de importância no momento atual, procurando contribuir em parte para a sua solução e em parte para o desenvolvimento da pesquisa no Estado e no País.

C A P Í T U L O V
ANÁLISE DOS RESULTADOS

1. Introdução

Algumas tentativas infrutíferas foram feitas para acrescentar outras variáveis à análise, mas não há necessidade de descrevê-las em detalhes. Deve-se ressaltar que, nem a relação entre preços médios de fertilizantes e preços recebidos pelos produtos agrícolas, nem a relação entre preços médios de fertilizantes e preços pagos pelos insumos (exclusive fertilizantes), melhoram os resultados encontrados. Outro fato a lembrar é que foi tentada como variável dependente a relação entre consumo de N-P-K e área total cultivada, mas preferiu-se optar pela quantidade consumida como variável dependente, já que não houve diferença significativa que indicasse o melhor comportamento da primeira, o que pode ser observado no Apêndice 5. Houve ainda uma tentativa de utilizar uma variável "dummy" para determinar a existência de uma mudança estrutural acentuada na função de demanda ao longo do período analisado, entretanto, esta foi abandonada a partir do momento em que se decidiu pela divisão da série temporal em subperíodos. Além do período completo (1949-71), foram analisados os seguintes subperíodos:

1949-71 (exclusive 1961-65)

1949-60

1966-71

Essa divisão foi feita levando em consideração a análise dos dados de preço e quantidade, cuja variação sugere um subperíodo (1961-65) com características distintas da tendência normal. Na Figura 3 observou-se que de fato esses cinco anos registraram uma alta contínua e acentuada nos preços reais, enquanto o consumo variou de forma irregular, ora aumentando, ora diminuindo. Esses anos

correspondem à época de maior inflação e maior instabilidade política e econômica no país.

Outro fato aparente na Figura 3 é que tanto a linha representativa do preço como a do consumo apresentam uma variação acentuada em suas respectivas tendências, de 1960 até 1971, em comparação com a tendência observada até 1960, em ambas. Essas observações, aliadas a outras já comentadas em capítulos anteriores, é que justificaram a divisão da série temporal em subperíodos, na tentativa de se determinar a existência de mudanças estruturais na função de demanda em estudo.

Os resultados encontrados, quando se testaram as variáveis citadas anteriormente, indicaram a melhor resposta do modelo de retardamentos distribuídos, para o ajustamento dos dados utilizados nesta pesquisa. Foram ajustadas doze equações alternativas com o modelo de ajustamento retardado e dezenove com o modelo tradicional, tanto no período completo como no subperíodo 1949-71 (exclusive 1961-65). Nos subperíodos 1949-60 e 1966-71 foram ajustadas as mesmas doze equações alternativas para o primeiro modelo, e apenas quatorze para o segundo modelo.

As matrizes de correlação simples, logarítmica, tanto para o período completo como para os subperíodos, entre as variáveis consideradas, podem ser apreciadas no Apêndice 3, bem como algumas das equações ajustadas, e que não serão apresentadas na presente análise.

A seguir são apresentadas e analisadas, em sequência, as equações selecionadas, tanto para o período todo como para cada subperíodo. Chama-se a atenção para o fato de que na análise subsequente serão utilizadas também, informações dos ajustamentos apresentados no Apêndice 3, e que não figuram neste capítulo.

2. Equações Seleccionadas para o Período 1949-71

Foram escolhidas para o modelo de ajustamento retardado as equações IV, V e VI, e para o modelo tradicional as equações I, II e III. A Tabela 10, a seguir, apresenta as estimativas dos coeficientes de regressão e outras características importantes, das equações seleccionadas.

Em relação aos valores do teste "F", com exceção da equação I, os coeficientes de correlação múltipla (R^2) são estatisticamente significantes ao nível de 1%, sendo, portanto, rejeitada a hipótese nula de que os dados observados não se ajustam ao modelo utilizado, podendo-se considerar as regressões como significativas. A simples observação dessa tabela mostra que o modelo de ajustamento retardado forneceu melhores resultados que o modelo tradicional. Nas equações apresentadas nota-se que, quando se incluem as variáveis preço e área (equação II) os coeficientes são significativos a menos de 5% para ambas, com $R^2 = 0,726$. Na equação III, onde se acrescenta a variável tendência, a área perde toda significância, e a explicação é absorvida quase totalmente pela tendência. O coeficiente de preço é significativo apenas a 20% e o R^2 aumenta para 0,893.

Chama-se a atenção para o problema de multicolinearidade encontrado entre a variável área cultivada e a variável tendência, bem como daquela com a variável consumo retardado (Apêndice 2, Tabela 16). Para contornar esse problema, decidiu-se adotar o critério de Heady e Dillon, que propõe a eliminação de uma das variáveis independentes quando o coeficiente de correlação simples tem um valor próximo da unidade (igual ou maior que 0,80), o que possibilita a obtenção de melhores estimativas para os parâmetros das

Tabela 10 - Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-71.

	Termo Constante	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y _{t-1}	R ²	D-W
Modelo Tradicional (em logo):									
I	4,305	-1,136** (1,68)	-	-	-	-	-	0,120	0,14
II	-9,169	-1,119**** (2,90)	6,518**** (6,64)	-	-	-	-	0,726	0,84
III	-0,014	-0,400** (1,43)	1,099 (0,93)	-	-	0,658**** (5,44)	-	0,893	0,51
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):									
IV	0,732	-0,248** (1,35)	-	-	-	-	0,903**** (16,99)	0,943	2,04
V	0,351	-0,242* (1,30)	-	0,203 (0,68)	-	-	0,883**** (14,44)	0,944	2,19
VI	1,116	-0,240* (1,29)	-	-	-0,177 (0,69)	-	0,878**** (13,52)	0,944	2,20

Nota: Variável dependente: Y = Consumo aparente de fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X₁ = Preço médio real de fertilizantes; X₂ = Área cultivada (17 culturas); X₃ = Rendimento físico médio (17 culturas), retardado; X₄ = Índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista, retardado; X₅ = Tendência (1948 = 0); e, Y_{t-1} = o mesmo que Y, retardado de um ano.

Níveis de significância: **** para 5% ou menos
 *** para 10%
 ** para 20%
 * para 30%.

variáveis mais relevantes. ^{57/} Por este motivo, as equações selecionadas para o modelo de ajustamento retardado são as que não incluem a variável área cultivada. Seus resultados são sensivelmente melhores e mais consistentes.

Na equação IV, o coeficiente da variável consumo retardado (Y_{t-1}) é estatisticamente significativo ao nível de 5% de probabilidade e o coeficiente da variável preço de fertilizantes é estatisticamente significativo ao nível de 20%, ambos com o sinal esperado. Os resultados sugerem que, "coeteris paribus", um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes, em dado ano, estaria associado a um aumento de 2,5% no seu consumo. Portanto, a elasticidade-preço para fertilizantes a curto prazo é -0,248.

Na Tabela 10.1 observam-se os valores dos coeficientes calculados pelo modelo de ajustamento retardado. Ainda para a equação IV, como o coeficiente da variável consumo retardado, (Y_{t-1}) é 0,90, o coeficiente de ajustamento é 0,10, aproximadamente, sugerindo que 10% das diferenças entre consumo e equilíbrio a longo prazo são eliminados em um ano, e 90% posteriormente. A elasticidade-preço a longo prazo é -2,48, indicando que um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes, "coeteris paribus", estaria associado a um aumento de 24,8% no consumo de fertilizantes.

Observa-se na tabela citada, uma relativa estabilidade para os coeficientes de elasticidade, tanto a curto prazo como a longo prazo. Além disso, a inclusão das outras variáveis não altera praticamente o valor de R^2 que permanece em 0,94. Os coeficientes das variáveis incluídas nas equações V e VI, rendimento físico

^{57/} Heady e Dillon, op. cit., p. 136.

das principais culturas (X_3) e índice geral de preços recebidos pelos produtos agrícolas (X_4), respectivamente, não são estatisticamente significantes, nem acrescentam nada à explicação total. Nota-se ainda que o sinal dos coeficientes da variável índice geral de preços é negativo (Tabela 10) e também o foi nas regressões não escolhidas. Teoricamente não se tem justificativa para essa inversão. Por outro lado, todos os outros coeficientes apresentaram o sinal esperado.

Tabela 10.1 - Coeficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas. Período 1949-71.

Equação	R ²	F	Coeficientes		
			E _{CP} ^{1/}	b ^{2/}	E _{LP} ^{3/}
IV	0,943	165,4	-0,25	0,10	-2,48
V	0,944	107,5	-0,24	0,12	-2,07
VI	0,944	107,6	-0,24	0,12	-2,00

1/ Coeficiente de elasticidade-preço a curto prazo.

2/ Coeficiente de ajustamento.

3/ Coeficiente de elasticidade-preço a longo prazo.

A relativa estabilidade dos coeficientes das equações ajustadas pelo modelo de retardamentos distribuídos (IV, V e VI), além do fato de que a inclusão, ora da variável X_3 , ora da variável X_4 , não acrescentaram nenhuma melhoria significativa nos resultados, sugerem a escolha da equação IV como a que melhor explica a

demanda de fertilizantes no período em análise. A interpretação econômica de seus resultados sugere que o consumo de fertilizantes é afetado pela variável preço do insumo e pela variável consumo retardado. ^{58/} Naturalmente, estas não são as únicas variáveis que afetam o consumo de fertilizantes e a omissão de outras variáveis relevantes poderia ter viesado as estimativas desses coeficientes. Entretanto, a inclusão de outras variáveis não melhorou as estimativas encontradas.

Com a finalidade de testar a hipótese de correlação serial nos resíduos calculados, utilizou-se o teste de Durbin-Watson, já discutido no capítulo anterior. Os valores de "d" para as equações I, II e III indicaram a presença de correlação serial positiva estatisticamente significativa nos resíduos calculados. Essa conclusão sugere que uma ou mais variáveis relevantes não foram incluídas no modelo, estando as estimativas dos coeficientes sujeitas a tendenciosidade de especificação. Entretanto, para as equações do modelo de ajustamento retardado, o teste sugeriu ausência de correlação serial positiva estatisticamente significativa nos resíduos calculados.

3. Equações Seleccionadas para o Período 1949-71 (Exclusive 1961-65)

As equações escolhidas são as mesmas utilizadas na análise anterior, isto é, as equações I, II e III para o modelo tradicional e IV, V e VI para o modelo de ajustamento retardado.

^{58/} A variável consumo retardado (Y_{t-1}) representa uma explicação semelhante àquela representada pela variável tendência em outras análises.

Em relação aos valores do teste "F" todos os R^2 são estatisticamente significantes a um nível inferior a 5%, podendo-se portanto, rejeitar a hipótese nula e considerar todas as regressões apresentadas como significativas.

Observando-se a Tabela 11, vê-se que para a equação I, o valor de R^2 é 0,402 e o coeficiente da variável preço é igual a -2,702. Na equação II observa-se que o coeficiente da variável preço é significativo apenas ao nível de 30% enquanto o da área cultivada apresenta um alto nível de significância (inferior a 5%). A observação da tabela de correlação simples (Apêndice 3, Tabela 18), para o período em análise, mostra que o coeficiente de correlação entre a variável preço e área cultivada, embora não chegando a limites inaceitáveis, alcançou um valor de -0,613, relativamente elevado, quando comparado com seu valor correspondente (-0,007) no período 1949-71 (Apêndice 3, Tabelas 17 e 18).

Na equação III surge aparentemente o mesmo problema já analisado no período completo, isto é, novamente a variável tendência absorve toda a explicação, enquanto preço e área cultivada perdem praticamente toda significância estatística. O problema de multicolinearidade entre as variáveis área cultivada e tendência é maior que no período analisado anteriormente (Apêndice 3, Tabela 18), o mesmo ocorrendo entre área cultivada e consumo retardado. A alta significância estatística do coeficiente da variável área cultivada, na equação II, poderia ser atribuída ao fato de que, quando a tendência não é incluída na equação, ela absorve a explicação de outros fatores; entretanto, quando se incluem as duas variáveis na mesma equação (equação III), a variável área cultivada perde praticamente toda significância estatística, o que sugere uma certa tendenciosidade para essa variável.

Tabela 11 - Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-71 (Excluído 1961-65).

	Termo Constante	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y _{t-1}	R ²	D-W
Modelo Tradicional (em log):									
I	7,226	-2,719**** (3,27)	-	-	-	-	-	0,402	0,52
II	8,389	-0,827* (1,12)	7,259**** (4,19)	-	-	-	-	0,725	1,02
III	-2,565	0,020 (0,04)	1,956* (1,28)	-	-	0,608**** (4,92)	-	0,899	0,67
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):									
IV	0,527	-0,161 (0,48)	-	-	-	-	0,925**** (12,43)	0,947	2,13
V	0,226	-0,227 (0,64)	-	0,247 (0,62)	-	-	0,888**** (9,26)	0,948	2,12
VI	1,178	-0,212 (0,62)	-	-	-0,239 (0,78)	-	0,881**** (9,36)	0,949	2,21

Nota: Variável dependente Y = Consumo aparente de fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X₁ = Preço médio real de fertilizantes; X₂ = Área cultivada; X₃ = Rendimento físico médio (17 culturas), retardado; X₄ = Índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista, retardado; X₅ = Tendência (1948 = 0); e, Y_{t-1} = o mesmo que Y, retardado de um ano.

Níveis de significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

Novamente é o modelo de ajustamento retardado que apresenta resultados mais consistentes. Na Tabela 11.1 pode-se observar esse fato. É visível a estabilidade dos coeficientes obtidos, embora em nenhuma das equações seus valores apresentem significância estatística aos níveis normais, com exceção dos valores encontrados para a variável consumo retardado.

Tabela 11.1 - Coeficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas. Subperíodo 1949-71 (Exclusivo 1961-65).

Equação	R ²	F	Coeficientes		
			E _{CP} ^{1/}	b ^{2/}	E _{LP} ^{3/}
IV	0,947	134,2	-0,16	0,08	-2,00
V	0,948	85,9	-0,22	0,11	-2,09
VI	0,948	87,4	-0,21	0,12	-1,67

1/ Coeficiente de elasticidade-preço a curto prazo.

2/ Coeficiente de ajustamento.

3/ Coeficiente de elasticidade-preço a longo prazo.

Na equação IV o coeficiente de elasticidade-preço a curto prazo é de -0,16 e o coeficiente de ajustamento é igual a 0,08, aproximadamente; desse último valor, obtém-se para a elasticidade-preço a longo prazo um valor próximo de -2,01. O coeficiente de ajustamento sugere que 8% das diferenças entre consumo e equilíbrio a longo prazo são eliminadas em um ano, e 92% posteriormente.

Por outro lado, o valor do coeficiente de elasticidade-preço a longo prazo sugere que, "coeteris paribus", um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes estaria associado a um aumento de 20,1% no consumo de fertilizantes.

As equações V e VI não apresentam melhoria significativa no valor de R^2 , permanecendo o mesmo em 0,95, o que justifica a preferência, novamente, dos resultados da equação IV.

No subperíodo em análise, a única variável que apresentou um sinal contrário ao esperado foi a variável índice geral de preços recebidos, com sinal negativo; para este fato não se conseguiu obter uma explicação teórica.

A ocorrência de correlação serial nos resíduos das variáveis foi testada pelo teste de Durbin-Watson, constatando-se novamente a presença de correlação serial positiva, estatisticamente significativa, nas três equações do modelo tradicional; enquanto para as equações do modelo de ajustamento retardado os valores de "d" sugerem a inexistência de correlação serial, estatisticamente significativa, nos resíduos calculados.

Para os dois subperíodos que serão analisados a seguir, valem as mesmas considerações de ordem geral já feitas até o momento, motivo pelo qual simplificar-se-á um pouco a análise a fim de evitar repetições desnecessárias.

4. Equações Seleccionadas para o Subperíodo 1949-60

Ao observar os resultados dos cálculos para este subperíodo (Tabela 12), nota-se que a equação I apresenta um coeficiente de elasticidade-preço altamente significativo (-2,21) e um $R^2 =$

Tabela 12 - Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1949-60.

	Termo Constante	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y _{t-1}	R ²	D-W
Modelo Tradicional (em log):									
I	6,106	-2,210**** (5,64)	-	-	-	-	-	0,762	1,48
II	0,663	-1,677**** (3,09)	2,175** (1,36)	-	-	-	-	0,802	1,41
III	0,437	-0,070 (0,12)	0,587 (0,50)	-	-	0,586**** (3,50)	-	0,922	1,42
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):									
IV	1,879	-0,608* (1,21)	-	-	-	-	0,646**** (3,73)	0,906	2,28
V	2,553	-0,701 (1,24)	-	-0,227 (0,43)	-	-	0,621**** (3,26)	0,908	2,26
VI	0,173	-0,758* (1,30)	-	-	0,252 (0,56)	-	0,610**** (3,21)	0,910	2,05

Nota: Variável dependente Y = Consumo aparente de fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X₁ = Preço médio real de fertilizantes; X₂ = Área cultivada (17 culturas); X₃ = Rendimento físico médio (17 culturas), retardado; X₄ = Índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista, retardado; X₅ = Tendência (1948 = 0); e, Y_{t-1} = o mesmo que Y_t, retardado de um ano.

Níveis de significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

0,762, sugerindo que a variável preço é um fator relevante na análise da demanda, no subperíodo 1949-60. Na equação II, o valor do coeficiente da variável preço decresce para -1,68, enquanto o valor de R^2 eleva-se apenas para 0,802. E na equação III, ainda no modelo tradicional, observa-se o mesmo fato ocorrido nas análises anteriores, com a variável tendência apresentando um alto nível de significância estatística, enquanto área cultivada e preço apresentam níveis de significância estatística inferiores a 30%.

Por outro lado, a matriz de correlação correspondente a este subperíodo (Apêndice 3, Tabela 19), mostra uma diminuição na correlação simples entre área cultivada e tendência, bem como entre área cultivada e consumo retardado, apesar de não descer a níveis muito satisfatórios. Outro aspecto relevante é o aumento da correlação simples entre preço de fertilizantes e área cultivada, além de um aumento, acima do limite proposto por Heady e Dillon, para a correlação simples entre a variável preço de fertilizantes e a variável consumo retardado, que chegou a 0,857. ^{59/} Esse problema de multicolinearidade entre os pares de variáveis considerados mais importantes, indica possíveis tendenciosidades nas estimativas dos coeficientes, o que resulta em menor valor de análise para o subperíodo em questão, principalmente para o modelo de ajustamento retardado, cujas principais variáveis são o preço de fertilizantes e o consumo retardado.

Na Tabela 12.1 são apresentados os valores dos diversos coeficientes encontrados para as equações IV, V e VI, observando-se, apesar do problema mencionado, uma estabilidade acentuada para tais valores.

^{59/} Heady e Dillon, op. cit., p. 136.

Tabela 12.1 - Coeficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas. Subperíodo 1949-60.

Equação	R ²	F	Coeficientes		
			E _{CP} ^{1/}	b ^{2/}	E _{LP} ^{3/}
IV	0,906	43,7	-0,61	0,35	-1,74
V	0,908	26,5	-0,70	0,38	-1,84
VI	0,910	27,0	-0,76	0,39	-1,95

1/ Coeficientes de elasticidade a curto prazo.

2/ Coeficiente de ajustamento.

3/ Coeficiente de elasticidade a longo prazo.

Tomando como valores representativos do subperíodo os resultados da equação IV, encontra-se um coeficiente de ajustamento de 0,35, sugerindo que, aproximadamente, 35% das diferenças entre consumo e equilíbrio a longo prazo são eliminadas em um ano, e 65% posteriormente. O valor do coeficiente de elasticidade-preço a curto prazo sugere que "coeteris paribus", um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes, em dado ano, estaria associado a um aumento de 6,10% no consumo de fertilizantes. Enquanto a elasticidade-preço a longo prazo sugere que um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes, "coeteris paribus", estaria associado a um aumento de 17,4% no consumo de fertilizantes. O valor de $R^2 = 0,91$ nas três equações do modelo de ajustamento retardado sugere que a inclusão das outras duas variáveis não melhoram os resultados do modelo. Por outro lado, a variável rendimento físico médio foi a única que apresentou sinal diferente do esperado. Para tal fato também não se tem uma explicação plausível.

A interpretação econômica do subperíodo analisado, embora com certa restrição, sugere que uma parte significativa da demanda de fertilizantes pode ser explicada pela variável preço do insumo e consumo retardado.

Para testar a presença de correlação serial nos resíduos, utilizou-se, como sempre, a estatística de Durbin-Watson. Entretanto, não se encontraram tabelas que apresentassem os limites para os valores de "d". Por esse motivo, deixou-se de interpretar os valores obtidos para o teste de Durbin-Watson.

5. Equações Seleccionadas para o Subperíodo 1966-71

O subperíodo 1966-71, por ser o mais recente da série analisada, sofreu a influência de alguns fatores que afetaram mais acentuadamente a demanda de fertilizantes. Na Figura 1 observou-se o substancial aumento do consumo de fertilizantes, a partir de 1966. Alguns dos fatores responsáveis por esta variação foram: FUNFERTIL, intensificação da assistência técnica e da prestação de serviços pelas firmas vendedoras de fertilizantes, maior estabilidade política e econômica do país, etc. Entretanto, os dois últimos fatores são de difícil mensuração, motivo pelo qual não se tentou sua introdução no presente estudo.

Deste modo, os mesmos modelos alternativos usados nas análises anteriores foram ajustados também neste subperíodo, e seus resultados podem ser apreciados na Tabela 13. Devido ao problema de multicolinearidade entre as variáveis preço de fertilizantes e tendência, a equação III do modelo tradicional não foi estimada.

Tabela 13 - Resultados das Regressões: Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo, 1966-71.

	Termo Constante	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y _{t-1}	R ²	D-W
Modelo Tradicional (em log):									
I	7,814	-2,865**** (4,07)	-	-	-	-	-	0,806	1,30
II	10,399	-2,379**** (3,45)	2,838** (1,51)	-	-	-	-	0,890	2,40
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):									
IV	3,849	-1,599**** (4,92)	-	-	-	-	0,671**** (5,68)	0,984	3,05
V	3,261	-1,694**** (3,97)	-	0,359 (0,47)	-	-	0,676**** (4,92)	0,985	3,24
VI	0,362	-1,660**** (4,19)	-	-	0,244 (0,48)	-	0,626**** (3,80)	0,985	3,39

Nota: Variável dependente Y = Consumo aparente de fertilizantes, em termos de macronutrientes (N-P-K); X₁ = Preço médio real de fertilizantes; X₂ = Área cultivada; X₃ = Rendimento físico médio (17 culturas), retardado; X₄ = Índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista; X₅ = Tendência (1948⁴ = 0); e, Y_{t-1} = o mesmo que Y, retardado de um ano.

Níveis de significância: **** para 5% ou menos;

*** para 10%;

** para 20%;

* para 30%.

A maioria dos coeficientes encontrados, tanto para o modelo tradicional como para o modelo de ajustamento retardado, são altamente significativos, além do fato de que todos os sinais observados estão de acordo com a relação esperada.

Na equação I observa-se um alto valor de R^2 (0,806), tanto em relação ao período completo como em relação aos subperíodos. Na equação II, a inclusão da variável área cultivada com preço de fertilizantes eleva o valor de R^2 para 0,890.

Passando a analisar os resultados estimados pelo modelo de ajustamento retardado, observa-se na Tabela 13.1, para a equação IV, um coeficiente de determinação múltipla (R^2) igual a 0,984, um coeficiente de elasticidade-preço igual a -1,60 a curto prazo, e igual a -4,85 a longo prazo. Esses resultados sugerem que, "coeteris paribus", um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes, em dado ano, estaria associado a um aumento de 16% no consumo de fertilizantes, a curto prazo. A longo prazo, os resultados sugerem que, "coeteris paribus", um decréscimo de 10% no preço de fertilizantes, estaria associado a um aumento de 48,5% no consumo dos mesmos. O coeficiente da variável consumo retardado (Y_{t-1}) é 0,33, sugerindo que 33% das diferenças entre consumo e equilíbrio a longo prazo são eliminados em um ano e 67% posteriormente.

A inclusão ora do índice de rendimento físico (X_3), ora do índice geral de preços dos produtos agrícolas (X_4), ou dos dois ao mesmo tempo (equação VII) não melhorou o valor explicativo das equações, conforme se pode observar nas Tabelas 13 e 13.1 de resultados.

Apesar do limitado número de observações consideradas neste subperíodo, admite-se, com certa restrição, que a interpretação econômica dos resultados continua sugerindo que o consumo de fertilizantes pode ser melhor explicado pela equação IV, isto é, através do preço real do fertilizante e do seu consumo retardado.

Tabela 13.1 - Coeficientes de Determinação, Valores do Teste "F", Coeficientes de Elasticidade-Preço e de Ajustamento para as Equações Seleccionadas. Subperíodo 1966-71.

Equação	R ²	F	Coeficientes		
			E _{CP} ^{1/}	b ^{2/}	E _{LP} ^{3/}
IV	0,984	89,4	-1,60	0,33	-4,85
V	0,985	44,3	-1,69	0,32	-5,28
VI	0,985	44,5	-1,66	0,37	-4,48

1/ Coeficiente de elasticidade a curto prazo.

2/ Coeficiente de ajustamento.

3/ Coeficiente de elasticidade a longo prazo.

Da mesma forma que no subperíodo 1949-60, neste subperíodo também não se interpretam os valores do teste Durbin-Watson, por falta de tabelas que forneçam valores de "d", quando se tem um número de observações inferior a 15.

6. Análise Comparativa Entre os Períodos e Subperíodos Analisados

Com a finalidade de visualizar melhor os resultados apresenta-se a Tabela 14, onde foram reunidas as equações representativas de cada período analisado. Os modelos alternativos escolhidos foram os correspondentes às equações I e IV de cada análise.

Tabela 14 - Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo.

Período	Equação	R ²	b ₁ ^{1/}	E _{IP} ^{2/}
1949-71	I $\log Y_t = 4,305 - 1,136 \log X_{1t}$ (1,68)	0,120	-	-
	IV $\log Y_t = 0,732 - 0,248 \log X_{1t} + 0,903 \log Y_{t-1}$ (1,35)	0,943	0,10	-2,48
1949-71 (exclu- sive 1961-65)	I $\log Y_t = 7,226 - 2,719 \log X_{1t}$ (3,27)	0,402	-	-
	IV $\log Y_t = 0,527 - 0,161 \log X_{1t} + 0,925 \log Y_{t-1}$ (0,48)	0,947	0,08	-2,01
1949-60	I $\log Y_t = 6,106 - 2,210 \log X_{1t}$ (5,64)	0,762	-	-
	IV $\log Y_t = 1,879 - 0,608 \log X_{1t} + 0,646 \log Y_{t-1}$ (1,21)	0,906	0,35	-1,74
1966-71	I $\log Y_t = 7,814 - 2,865 \log X_{1t}$ (4,07)	0,806	-	-
	IV $\log Y_t = 3,849 - 1,599 \log X_{1t} + 0,671 \log Y_{t-1}$ (4,92)	0,984	0,33	-4,85

Nota: O coeficiente de elasticidade-preço a curto prazo é o coeficiente da variável X_{1t} (preço real de fertilizante). Entre parênteses estão os valores de "t".

1/ Coeficiente de ajustamento.

2/ Coeficiente de elasticidade-preço a longo prazo.

Todas as regressões apresentadas na Tabela 14, na forma logarítmica, mostraram ser consistentes com a teoria da demanda e com as características do insumo, estudadas anteriormente. As estimativas dos parâmetros correspondentes à variável preço de fertilizantes são negativas e as estimativas dos parâmetros correspondentes à variável consumo de fertilizantes, retardada, são positivas.

O teste "F" mostrou que os coeficientes de determinação múltipla (R^2) são estatisticamente significativos ao nível de 1%. Com exceção da equação I, do período 1949-71, que apresentou um valor para R^2 muito baixo e destituído de significância, pode-se rejeitar a hipótese nula para todas as outras regressões e considerá-las como significativas.

A aplicação do teste "t" aos coeficientes de regressão parcial, indicou que todos os coeficientes da variável consumo retardado eram estatisticamente significantes ao nível de 1% ou menos, enquanto para a variável preço de fertilizantes, a significância nesse nível foi verificada apenas na equação I (modelo tradicional) dos três subperíodos e na equação IV (modelo de ajustamento retardado) do subperíodo 1966-71. Nas outras equações apresentadas (Tabela 14), o coeficiente da variável preço de fertilizantes apresentou-se como segue: nas equações I e IV do período completo foi estatisticamente significativa a 20%; na equação IV, subperíodo 1949-71 (exclusivo 1961-65), o seu nível de significância foi superior ao limite considerado nesta pesquisa (30%); e, na equação IV, para o subperíodo 1949-60, esse coeficiente foi estatisticamente significativo apenas ao nível de 30%.

As equações foram apresentadas apenas na forma logarítmica porque esta se ajustou melhor aos dados observados, apresentando coeficientes de determinação superiores aos obtidos através da forma linear; como também, maiores níveis de significância estatística para os coeficientes de regressão parcial.

Uma análise geral dos resultados obtidos pelo modelo tradicional, sugere que:

a) embora o coeficiente de elasticidade-preço varie desde -1,14 na análise do período completo, até -2,87 no último subperíodo, seu valor é sempre maior que a unidade, sugerindo uma demanda para fertilizantes relativamente elástica com relação a preços do insumo. Apesar do primeiro valor verificado ser significativo apenas ao nível de 20%, o seu alto nível de significância nos resultados subsequentes, aparentemente sugere a sua validade;

b) deve-se considerar, com certa limitação, os valores encontrados para os coeficientes da variável área cultivada. Apesar do problema de correlação simples com outras variáveis contribuir para a diminuição do grau de confiança desses valores, mesmo assim eles sugerem, como era esperado, uma substancial resposta do consumo de fertilizantes devido a variações no mesmo sentido em área cultivada. Políticas de expansão do uso desse insumo deveriam levar em conta esse fato.

Uma análise geral dos resultados obtidos pelo modelo de ajustamento retardado, sugere que:

a) as regressões do período completo e do subperíodo 1949-71 (exclusive 1961-65) apresentam valores semelhantes. Desta forma, admite-se que, aparentemente, a inclusão ou exclusão dos dados de 1961 a 1965 na análise, fornece resultados que sugerem a mesma interpretação econômica, tanto para o período completo como para o subperíodo 1949-71 (exclusive 1961-65);

b) o subperíodo 1949-60 apresentou valores diferentes dos encontrados na análise do período completo. E a principal diferença está no coeficiente de ajustamento, que tem um valor mais alto,

para a primeira metade do período completo. Uma explicação razoável, embora não definitiva, seria o fato de que no subperíodo em questão, o preço real de fertilizantes decrescia de forma regular e não muito acentuada, enquanto na última metade do período completo, ocorreram dois fatos distintos, uma alta acentuada e uma baixa mais rápida e drástica no preço real de fertilizantes. Essa queda no preço real, aliada a alguns fatores influenciando na expansão do consumo, tornou o fertilizante útil para novas culturas e muitos novos consumidores. De certa forma, isto implica num processo de aprendizagem que não é imediato, motivo pelo qual um ajustamento a qualquer mudança levaria mais tempo.

O coeficiente de elasticidade a curto prazo quase triplicou, mas ainda é menor que a unidade, enquanto o coeficiente de elasticidade-preço a longo prazo continua sugerindo uma demanda relativamente elástica para fertilizantes com relação a seus preços.

c) O subperíodo 1966-71 indica diferenças acentuadas para os coeficientes de elasticidade, e um coeficiente de ajustamento próximo do anterior, sendo também mais alto que o valor encontrado para o período completo. Estes valores eram esperados, estando de acordo com as considerações já feitas para este subperíodo. O coeficiente de elasticidade-preço a curto prazo torna-se relativamente elástico, enquanto o coeficiente de elasticidade-preço a longo prazo torna-se altamente elástico com relação a preço de fertilizantes. A explicação é mais ou menos evidente, uma vez que nesses anos, não só se constatou uma queda acentuada no preço real de fertilizantes, como também uma grande elevação nos níveis de consumo. A par disso, toda uma política de expansão do uso desse insumo, por parte das firmas vendedoras e por parte do governo (FUNFERTIL) através do crédito, atuou favorecendo esse comportamento da demanda.

Se, por um lado, esses resultados são consistentes com a teoria, de outro, não se deve esperar a continuação pura e simples desse comportamento. As razões para isso são várias. A partir de certo ponto, as mudanças são mais difíceis de serem incorporadas ao processo, seja pela limitação de capital, seja pelo maior nível tecnológico de conhecimentos suplementares, que exigem mais tempo para aprendizagem. Não se quer dizer com isso que o mercado atingiu seu ponto de saturação, mas sim que, aumentos no consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo estão condicionados, daqui em diante, a fatores mais sofisticados que a simples propaganda e promoção de vendas, apesar de que existe ainda um número relativo de agricultores que utilizam pouco ou nenhum fertilizante.

Merece destaque a nova tendência do preço de fertilizantes, que sugere o início de uma alta. Além disso, a área cultivada, nas condições atuais de agricultura no Estado, não sugere aumentos significativos a curto prazo. Seria importante a determinação da área fertilizada, para que se pudesse ter idéia do potencial de consumo nas condições atuais da agricultura paulista. Este conhecimento, aliado a resultados de estudos de determinação de doses econômicas de fertilizantes para as principais culturas, políticas de crédito e assistência técnica efetiva, poderia, provavelmente, manter o comportamento da demanda mais semelhante ao deste último subperíodo que ao do período completo.

É difícil diante dessa tabela de resultados afirmar com segurança a tendência efetiva da demanda de fertilizantes nos próximos anos, mas esses resultados sugerem algumas alternativas para o estabelecimento de políticas visando a expansão do consumo, bem como subsídios para as firmas que operam nesse mercado, no lado da oferta.

Não se conseguiu atingir um dos objetivos desta pesquisa, que era a determinação da elasticidade-renda. Isto devido ao fato de que nenhuma variável de renda, testada, apresentou resultados satisfatórios.

Com relação à variável rendimento físico médio, também não se obteve coeficientes com significância estatística, embora seu valor tenha apresentado certa consistência nas diversas análises. Com muita reserva admite-se que ele sugere uma relação relativamente elástica com o consumo de fertilizantes (ao redor de 2,0 a longo prazo). Mas não se deve ir mais adiante, nem tampouco aceitar, sem limitações, esse valor.

C A P Í T U L O VI
RESUMO E CONCLUSÕES

1. Resumo

O emprego de fertilizantes é um dos fatores indispensáveis para a melhoria da produtividade agrícola, conforme foi ressaltado na introdução desta pesquisa. A importância desse problema na agricultura justificou a realização deste trabalho, que teve como objetivo geral estudar a demanda de fertilizantes, a curto e a longo prazo, no Estado de São Paulo. Com este propósito, procurou-se alcançar os seguintes objetivos específicos:

- 1) Relatar aspectos descritivos da evolução do consumo de fertilizantes no Brasil e no Estado de São Paulo;
- 2) Determinar a elasticidade-preço da demanda de fertilizantes, a curto e a longo prazo;
- 3) Determinar a elasticidade-renda da demanda de fertilizantes, a curto e a longo prazo;
- 4) Fornecer informações analíticas ao Governo e à Indústria pertinente, as quais possam contribuir para a programação de futuras políticas visando a expansão do uso desse insumo;
- 5) Prover suporte metodológico para futuras pesquisas nesse campo.

A informação básica analisada foi obtida junto ao Instituto de Economia Agrícola e Sindicato de Adubos e Colas do Estado de São Paulo, sendo constituída basicamente de índices construídos pela equipe técnica do citado Instituto, com base em dados de séries cronológicas, que abrangem o período 1948-71.

Foram testados dois modelos econométricos:

Modelo Tradicional (em log):

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3(t-1)} + a_4 x_{4(t-1)} + a_5 x_{5t} + e_t$$

Modelo de Retardamentos Distribuídos ou de Ajustamento Retardado (em log):

$$y_t = ba_0 + ba_1 x_{1t} + ba_2 x_{2(t-1)} + ba_3 x_{3(t-1)} + ba_4 x_{4(t-1)} + (1-b)y_{t-1} + be_t$$

onde

Y = consumo total aparente de fertilizantes (N-P-K)

Y_{t-1} = consumo total aparente de fertilizantes (N-P-K), retardado de um ano

X_1 = preços médios reais de fertilizantes

X_2 = área cultivada das principais culturas

X_3 = rendimento físico médio, no ano anterior (t-1)

X_4 = preços médios reais recebidos pelos produtos agrícolas, no ano anterior (t-1)

X_5 = variável de tendência, e

e = termo de erro.

Os modelos foram ajustados na forma potência (linear nos logaritmos das variáveis). Visando estimar as funções de demanda que melhor se adaptassem aos objetivos propostos, além do período completo (1949-71), foram analisados três subperíodos, a saber: 1949-71 (exclusive 1961-65), 1949-60 e 1966-71. Para o período completo foram testadas, separadamente, trinta e uma equações estimativas, sendo dezenove com o modelo tradicional e doze com o modelo de ajustamento retardado. No subperíodo 1949-71 (exclusive 1961-65) foram testadas as mesmas equações para cada modelo respectivo. No subperíodo seguinte, correspondente a 1949-60, foram testadas vinte e seis equações estimativas, sendo quatorze com o modelo tradicional e doze com o modelo de ajustamento. Essas mesmas equações, correspondentes a cada modelo, foram testadas para o último subperíodo (1966-71).

A seleção das "melhores" equações estimativas baseou-se nos seguintes critérios: (a) coerência dos resultados com os princípios da teoria da demanda; (b) significância estatística dos coeficientes de regressão; (c) valor dos coeficientes de correlação entre as variáveis independentes; (d) magnitude do coeficiente de determinação múltipla. As equações estimativas foram ajustadas pelo método dos quadrados mínimos e a computação dos dados originais foi realizada no Centro de Computação Eletrônica, da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Um dos objetivos específicos da pesquisa, isto é, a estimativa dos coeficientes de elasticidade-renda da demanda de fertilizantes, a curto e a longo prazo, não foi alcançada pela falta de significância e de consistência dos valores obtidos.

Os testes aplicados foram: (1) o teste "F" para provar a significância estatística dos coeficientes de determinação múltipla (R^2); (2) o teste "t" para determinar a significância estatís

tica dos coeficientes de regressão; e, (3) a estatística "d" de Durbin-Watson para testar a presença de correlação serial nos resíduos calculados.

Para auxiliar a análise foram selecionadas três equações do modelo tradicional e três do de ajustamento retardado, que são as mesmas, tanto na análise do período completo como nos subperíodos considerados. As equações relevantes para efeito de uma análise comparativa realizada entre os diversos prazos de tempo considerados, são apresentadas a seguir (toda "equação I" é do modelo tradicional e toda "equação IV" é do modelo de ajustamento retardado):

Para o período 1949-71:

Equação I

$$\log \hat{Y}_t = 4,305 - 1,136 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0,120$$

Equação IV

$$\log \hat{Y}_t = 0,732 - 0,248 \log X_{1t} + 0,903 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0,943 \quad b = 0,10 \quad E_{LP} = -2,48$$

Para o subperíodo 1949-61 (exclusive 1961-65):

Equação I

$$\log \hat{Y}_t = 7,226 - 2,719 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0,402$$

Equação IV

$$\log \hat{Y}_t = 0,527 - 0,161 \log X_{1t} + 0,925 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0,947 \quad b = 0,008 \quad E_{LP} = -2,01$$

Para o subperíodo 1949-60:

Equação I

$$\log \hat{Y}_t = 6,106 - 2,210 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0,762$$

Equação IV

$$\log \hat{Y}_t = 1,879 - 0,608 \log X_{1t} + 0,646 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0,906 \quad b = 0,35 \quad E_{LP} = -1,74$$

Para o subperíodo 1966-71:

Equação I

$$\log \hat{Y}_t = 7,814 - 2,865 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0,806$$

Equação IV

$$\log \hat{Y}_t = 3,849 - 1,599 \log X_{1t} + 0,671 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0,984 \qquad b = 0,33 \qquad E_{L.P.} = -4,85$$

2. Conclusões

Da análise dos resultados obtidos na estimativa da demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, bem como da análise descritiva da situação dos fertilizantes, apresentada no Capítulo II, para o Brasil e para São Paulo, chegou-se às seguintes conclusões:

1) A tendência do consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo é de aumento; o uso desse insumo nos últimos vinte anos, cresceu a uma taxa média anual de 13%.

2) O consumo de fertilizantes por unidade de área cultivada, traduzido por uma taxa média anual de 86 kg/ha, em 1971, situa-se em nível acima da média do país e, inclusive, de alguns países. Entretanto, quando comparada a países com agricultura altamente tecnificada, observa-se que essa taxa não é tão expressiva, estando, inclusive, muito abaixo de alguns dos valores apresentados na Tabela 1. Este fato deixa prever boas perspectivas para a expansão do consumo de fertilizantes, na área em estudo.

3) No período analisado predominou uma relação relativamente desfavorável entre os preços reais recebidos pelos produtos

agrícolas e os preços reais pagos pelos insumos (exclusive fertilizantes), na agricultura paulista. No mesmo período, entretanto, predominou uma relação relativamente favorável entre os preços reais recebidos pelos produtos agrícolas e os preços reais pagos pelos fertilizantes. Tal fato, ao lado de outras medidas, como o crédito e a assistência técnica, agiram no sentido de estimular a expansão do uso de fertilizantes. Entretanto, seu efeito parece ter sido limitado pela relação anterior (preços recebidos/preços pagos por insumos) que não parece ter representado um estímulo suficiente ao uso de outros insumos. Considere-se que resultados mais compensadores com a utilização de fertilizantes, dependem também do uso de insumos complementares.

4) A tendência do preço real de fertilizantes foi de baixa nos últimos anos, o que determinou, em parte, a relação mencionada antes. Tal fato apresenta-se como uma das principais razões do aumento ocorrido no uso de fertilizantes, na área analisada. Entretanto, de meados de 1971 até meados de 1972, os preços estabilizaram-se, iniciando uma tendência de alta que está se verificando também ao nível nacional e internacional.

5) A produção nacional de fertilizantes tende a aumentar nos próximos anos, melhorando a participação do produto nacional, em relação ao importado, no abastecimento do País. Apesar disso, não parece provável que se atinja tão cedo a auto-suficiência em relação a fertilizantes, o que sugere que o consumo e os preços continuarão dependendo, em grande parte, das condições prevaescentes no mercado internacional de fertilizantes.

6) O início das operações do FUNFERTIL, a partir de abril de 1966, fornecendo crédito a juros baixos para fertilizantes (e outros insumos), parece ter sido uma das causas principais dos

significativos aumentos anuais constatados no aumento do consumo de fertilizantes, na agricultura paulista, daquela data até o presente. Entretanto, não se conseguiu dados de crédito específico para fertilizantes, na área estudada, motivo pelo qual não se pôde medir essa influência. A pesquisa de Knight confirma até certo ponto esta conclusão pois, na tentativa de medir a significância dos efeitos do FUNFERTIL, no Rio Grande do Sul, utilizou quatro variáveis "dummy"; verificou então, que os melhores resultados foram os relativos ao biênio 1967-68, indicando uma forte influência do programa FUNFERTIL no aumento do consumo de fertilizantes naquele Estado. ^{60/} Entretanto, como o próprio autor ressalta, não se deve responsabilizar exclusivamente o FUNFERTIL por esse fenômeno.

7) De forma geral, os agricultores estão utilizando níveis de uso de fertilizantes abaixo das recomendações técnicas estipuladas pela firmas do ramo. Esta conclusão é sugerida pela maior parte dos estudos que analisaram o uso e a economicidade do uso de fertilizantes, no Estado de São Paulo. Apesar disso, a maior parte dos autores admite o ponto de vista de que os agricultores comportam-se de modo racional e econômico, isto é, parece que seguem

^{60/} Knight, op. cit., pp. 171-172.

uma orientação econômica, apesar das recomendações técnicas existentes para os níveis de uso de fertilizantes. A importância dessa conclusão reside no fato de que, se o valor do produto marginal do uso de fertilizantes indica respostas pequenas ou negativas em termos de produtividade e renda, provavelmente, poderá ocorrer uma redução nos níveis de aplicação ou nas combinações de macronutrientes. Tal fato viria reduzir o consumo de fertilizantes.

8.) As estimativas obtidas pela equação I, no modelo tradicional, sugerem que o preço real de fertilizantes (X_1) é uma variável relevante na explicação do problema em estudo. No período completo (1949-71), o coeficiente dessa variável apresentou significância estatística ao nível de 20%, mas, por outro lado, a regressão não foi significativa do ponto de vista estatístico. Entretanto, nos três subperíodos analisados, os coeficientes obtidos, bem como as respectivas regressões, foram sempre significativos a níveis inferiores a 5%. A consistência dos valores e do sinal da variável X_1 (este foi sempre negativo, de acordo com o esperado), com certa limitação, confirma a conclusão sugerida, de que o preço real pode ser uma variável relevante na explicação da demanda de fertilizantes. Principalmente nos últimos anos, observou-se, na sequência da análise, um sensível aumento de importância dessa variável; essa inferência, em parte, pode ser justificada pela queda secular dos preços reais de fertilizantes, no período analisado.

9) Devido a problemas de correlação entre a variável área cultivada (X_2) e as variáveis tendência (X_5) e consumo retardado (Y_{t-1}) não foi possível analisar a influência da primeira nos modelos utilizados. Por outro lado, os dados de área cultivada e consumo de fertilizantes mostram que, no período analisado, enquanto a área cultivada aumentou cerca da metade do seu valor inicial, o consumo aumentou mais de vinte vezes. Tal observação

indica um substancial aumento na intensidade de uso de fertilizantes, no Estado de São Paulo.

10) A variável rendimento físico (X_3) das principais culturas, incluída na maior parte das equações, não apresentou resultados estatisticamente significantes, nem tampouco melhorou o poder explicativo das mesmas.

11) A variável preços recebidos pelos produtos agrícolas (X_4), também não apresentou significância estatística para seus coeficientes, nas equações em que foi incluída. Por outro lado, além de não melhorar a explicação total nas equações em que foi incluída, apresentou, muitas vezes, sinal inverso ao esperado.

12) A variável tendência (X_5), utilizada somente nas equações ajustadas pelo modelo tradicional, apresentou nível de significância a menos de 5%, sempre, indicando um alto grau de influência dos fatores por ela representados. Entretanto, quando essa variável era incluída, as outras variáveis da equação perdiam completamente seu poder explicativo. No estudo de Heady, a variável de tendência aparece com um nível de significância estatística de 20%, não afetando as outras variáveis de seu modelo. ^{61/} Entretanto, Hsu também teve problemas dessa natureza com a tendência. ^{62/} Nas equações em que essa variável foi incluída, quando ela era significativa a menos de 5%, os níveis de significância das outras variáveis, com raras exceções, caíam além de 30%. No presente estudo preferiu-se deixar de lado tais equações, lembrando apenas que elas sugerem uma relação do consumo de fertilizantes com a tendência.

^{61/} Heady e Yeh, op. cit., pp. 335-336.

^{62/} Hsu, op. cit., pp. 304-308.

13) Da mesma forma que nos estudos que serviram de base a esta pesquisa, o modelo de ajustamento retardado ajustou-se melhor na estimativa da demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, relativamente ao modelo tradicional.

14) Os resultados estimados através da equação IV, no modelo de ajustamento retardado, tanto no período completo como nos subperíodos, apresentaram os sinais dos coeficientes das variáveis preços de fertilizantes (X_1) e consumo retardado (Y_{t-1}), consistentes com a teoria. O sinal é negativo para a primeira variável (X_1) indicando uma relação inversa entre o preço corrigido de fertilizantes e o consumo, num dado ano e, para a segunda variável (Y_{t-1}) o sinal é positivo, indicando uma relação direta entre o consumo no ano anterior e o consumo no ano considerado. As estimativas resultantes da equação IV mostram que:

a) no período completo (1949-71), encontrou-se um coeficiente de ajustamento igual a 0,10 sugerindo que, aproximadamente 10% do desequilíbrio entre o consumo atual e o consumo desejado de fertilizantes, a longo prazo, é eliminado em um ano. Caso as mudanças em níveis de preço de fertilizantes persistam por longo tempo, é de se esperar que os agricultores façam maiores ajustes no consumo. A elasticidade da demanda para fertilizantes em relação ao preço real é -0,25 a curto prazo e -2,48 a longo prazo. Portanto, a demanda para fertilizantes é relativamente inelástica a curto prazo, isto é, a uma variação de 10% no preço real de fertilizantes num dado ano, "coeteris paribus", é de se esperar uma variação de 2,5% no seu consumo, em sentido inverso. A longo prazo, a demanda é relativamente elástica, isto é, a uma variação de 10% no preço real de fertilizantes num dado ano, "coeteris paribus", é de se esperar uma variação de 24,8% no seu consumo, em sentido inverso. Griliches encontrou, para os Estados Unidos, um

coeficiente de ajustamento em torno de 0,25, portanto acima do encontrado nesta pesquisa. ^{63/} Entretanto, os valores que obteve para a elasticidade-preço da demanda de fertilizantes sugerem, também, que ela é relativamente inelástica a curto prazo e relativamente elástica a longo prazo, apresentando valores em torno de -0,5 e -2,22 para os coeficientes de preço a curto e a longo prazo, respectivamente. Heady obteve um valor de -0,49 para o coeficiente de elasticidade-preço da demanda de fertilizantes a curto prazo, também nos Estados Unidos. ^{64/}

b) No subperíodo 1949-71 (exclusive 1961-65) os resultados não foram melhores que os do período completo, pois o nível de significância estatística da variável preço de fertilizantes caiu fora dos limites de significância considerados no trabalho (30%). Entretanto, a regressão continua sendo altamente significativa (menos de 5%). Tal fato sugere, com as devidas limitações, o mesmo tipo de inferências feitas na análise do período 1949-71. Os valores estimados, tanto a curto como a longo prazo, para o coeficiente de preço, estão próximos dos valores observados no período completo.

c) No subperíodo 1949-60 encontrou-se um coeficiente de ajustamento mais alto, ou seja 0,35, indicando que, aproximadamente, 35% do desequilíbrio entre o consumo atual e o consumo desejado de fertilizantes a longo prazo, é eliminado em um ano. Este valor sugere um ajustamento mais rápido no consumo, caso diferenças em níveis de preços de fertilizantes persistam por longo tempo. O coeficiente de elasticidade-preço da demanda de fertilizantes é -0,61 a curto prazo e -1,74 a longo prazo. Também neste

^{63/} Griliches, op. cit., p. 602.

^{64/} Heady, op. cit., p. 334.

subperíodo o sinal dos coeficientes é consistente com a teoria, e os valores encontrados sugerem o mesmo tipo de comportamento para a demanda de fertilizantes, isto é, ela é relativamente inelástica a curto prazo e relativamente elástica a longo prazo.

d) No subperíodo 1966-71, todos os resultados encontrados são estatisticamente significantes a níveis inferiores a 5%. Entretanto, tais resultados devem ser considerados com certa restrição, em virtude do período analisado ser relativamente curto para uma análise de série temporal. O número de graus de liberdade é extremamente baixo em algumas equações. O coeficiente de ajustamento para este subperíodo é 0,33, indicando que 33% do desequilíbrio entre o consumo atual e o consumo desejado de fertilizantes, a longo prazo, é eliminado em um ano. O coeficiente de elasticidade-preço da demanda de fertilizantes é -1,60 a curto prazo e -4,85 a longo prazo. Neste subperíodo, os valores encontrados sugerem que a elasticidade da demanda de fertilizantes, tanto a curto como a longo prazo, é relativamente elástica, podendo-se talvez, considerá-la altamente elástica a longo prazo. Esses resultados são consistentes com a análise feita no Capítulo II que indica, para o subperíodo em questão, uma influência acentuada de diversos fatores atuando na difusão e no aumento do uso de fertilizantes.

Comparativamente, pode-se observar que tanto a análise do período completo, como a dos subperíodos, sugere que a demanda para fertilizantes é relativamente inelástica a curto prazo e relativamente elástica a longo prazo. Uma exceção foi observada no último subperíodo indicando que a demanda, no período 1966-71, é relativamente elástica a curto prazo, o que já era sugerido pela análise histórica do problema, elaborada no Capítulo II.

15) Com as devidas limitações, esta pesquisa mostrou que a demanda de fertilizantes, no período analisado, tem sofrido modificações e que, em relação aos preços reais de fertilizantes, ela se tornou mais elástica.

16) Apesar das limitações do presente estudo, acredita-se que ele poderá servir de base para pesquisas mais amplas sobre a demanda de fertilizantes, bem como sugerir alguns problemas específicos para futuras pesquisas no setor da demanda.

Em primeiro lugar, ressalta-se a necessidade do estudo da demanda de fertilizantes a nível nacional. Neste aspecto, diferentes estudos poderiam ser tentados, como por exemplo: uma análise por nutriente, considerando N, P_2O_5 e K_2O separadamente, tanto ao nível nacional como por regiões do País.

Em segundo lugar, deveria considerar-se a influência de outros fatores importantes na explicação do problema, cuja tentativa não foi feliz no presente estudo, talvez por inadequação dos dados ou outros fatores limitantes, presentes em toda pesquisa. Provavelmente, a inclusão do custo da terra e do crédito para fertilizantes contribuiriam para a obtenção de resultados mais precisos e adequados à análise do problema. Futuras pesquisas deveriam considerar, entre outros, também esses fatores.

Finalizando, deve-se ressaltar a importância da pesquisa sobre funções de produção na agricultura: estas fornecem elementos básicos para a determinação de níveis "ótimos" de uso dos recursos produtivos, visando a maximização da renda dos agricultores e contribuindo, também, na análise do comportamento da demanda de insumos.

SUMMARY AND CONCLUSIONS

1. Summary

The use of fertilizer is one of the indispensable factors for increasing agricultural productivity, as pointed out in the introduction to this research. The importance of this problem in agriculture provided justification for carrying out this study where general objective was to study the short and long run demand for fertilizer in the State of São Paulo. The more specific objectives were:

1) To report descriptive aspects of the evolution of fertilizer consumption in Brazil and in the State of São Paulo;

2) To determine the short and long run price elasticities of demand for fertilizer;

3) To determine the short and long run income elasticity of demand for fertilizer;

4) To provide analytical information to the Government and studied industry, which would help in the programming of future policies aimed at expanding the use of this input;

5) To provide methodological support for future research in this field.

The basic information analyzed was obtained at the Instituto de Economia Agrícola and the "Sindicato de Adubos e Colas do Estado de São Paulo". It consisted basically of indices constructed by the technical staff of that Institute based on data from chronological series covering the time period 1948-71.

Two econometric models were tested:

Traditional model (in logs):

$$y_t = a_0 + a_1 x_{1t} + a_2 x_{2t} + a_3 x_{3(t-1)} + a_4 x_{4(t-1)} + a_5 x_{5t} + e_t$$

Distributed Lag Model (in logs):

$$y_t = ba_0 + ba_1 x_{1t} + ba_2 x_{2(t-1)} + ba_3 x_{3(t-1)} + ba_4 x_{4(t-1)} + \\ + (1-b)y_{t-1} + be_t$$

where

Y = total apparent consumption of fertilizer (N-P-K)

Y_{t-1} = total apparent consumption of fertilizer (N-P-K) lagged
one year

X_1 = real average prices of fertilizers

X_2 = area cultivated of the main crops

X_3 = average physical yield in previous year (t-1)

X_4 = real average prices received for farm crops in previous
year (t-1)

X_5 = trend variable, and

e = error term.

The models were adjusted in the power form (linear in the logarithms of the variables). With a view to estimating the demand functions that best adapted to the proposed objectives the complete period (1949-71) and in addition three sub-periods were analyzed as follows: 1949-71 (excluding 1961-65), 1949-60 and 1966-71. For the complete period, thirty-one estimated equations were tested separately: nineteen with the traditional model and twelve with the distributed lag model. In the subperiod 1949-71 (excluding 1961-65) the same equations were tested for each respective model. In the next sub-period corresponding to 1949-60, twenty-six estimated equations were tested: fourteen with the traditional model and twelve with the adjustment model. These same equations for each model, were tested for the last sub-period (1966-71).

The selection of the "best" estimated equations was based on the following criteria: (a) consistency of results with the principles of demand theory; (b) statistical significance of the regression coefficients; (c) value of the correlation coefficients among the independent variables; (d) magnitude of the coefficient of multiple determination. The estimated equations were adjusted by the method of least squares and the original data were computed at the Centro de Computação Eletrônica, of Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

One of the specific objectives of the research, that is, estimation of the income elasticity coefficients for the long and short run demand for fertilizer was not achieved due to the lack of significance and consistency of the values obtained.

The statistical tests applied were: (1) the "F" test to prove the statistical significance of the coefficients of multiple determination (R^2); (2) the "t" test to determine the statistical

significance of the regression coefficients; and (3) the "d" statistic of Durbin-Watson to test the presence of serial correlation in the calculated residuals.

To facilitate the analysis, three equations of the traditional model and three of the distributed lag model were selected; these are the same for analysis of the complete period and of the sub-periods considered. The equations that are relevant for a comparative analysis carried out among the various time periods considered are as follows (every "Equation I" is of the traditional model and every "Equation IV" is of the distributed lag model):

For the period 1949-71:

Equation I

$$\log \hat{Y}_t = 4.305 - 1.136 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0.120$$

Equation IV

$$\log \hat{Y}_t = 0.732 - 0.248 \log X_{1t} + 0.903 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0.943 \quad b = 0.10 \quad E_{LP} = -2,48$$

For the sub-period 1949-71 (excluding 1961-65):

Equation I

$$\log \hat{Y}_t = 7.226 - 2.719 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0.402$$

Equation IV

$$\log \hat{Y}_t = 0.527 - 0.161 \log X_{1t} + 0.925 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0.947 \quad b = 0.008 \quad E_{LP} = -2.01$$

For the sub-period 1949-60:

Equation I

$$\log \hat{Y}_t = 6.106 - 2.210 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0.762$$

Equation IV

$$\log \hat{Y}_t = 1.879 - 0.608 \log X_{1t} + 0.646 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0.906 \quad b = 0.35 \quad E_{LP} = -1.74$$

For the sub-period 1966-71:

Equation I

$$\log \hat{Y}_t = 7.814 - 2.865 \log X_{1t}$$

$$R^2 = 0.806$$

Equation IV

$$\log \hat{Y}_t = 3.849 - 1.599 \log X_{1t} + 0.671 \log Y_{t-1}$$

$$R^2 = 0.984 \qquad b = 0.33 \qquad E_{IP} = -4.85$$

2. Conclusions

The following conclusions were derived from the analysis of the results obtained in the estimation of the demand for fertilizer in the State of São Paulo, as well as from the descriptive analysis of the fertilizer situation, presented in Chapter II, for Brazil and São Paulo:

1) Consumption of fertilizer in the State of São Paulo has been increasing; the use of this input in the last twenty years increased at an annual average rate of 13%.

2) Consumption of fertilizer per unit of cultivated area in São Paulo reached an annual average rate of 86 kg/ha in 1971; above the average for Brazil and for some other countries. However, when compared to countries with a highly technified agriculture this rate is not significant. In fact, it is much lower than some of the values presented in Table 1. This fact would indicate that there is good potential for expansion of fertilizer consumption in the area studied.

3) In the period analyzed there was a relatively unfavorable relationship between the real prices received for agricultural crops and the real prices paid for inputs (excluding fertilizer) in São Paulo agriculture. In this same period, however, there was a relatively favorable relationship between the real prices received for crops and the real prices paid for fertilizer. This fact, together with other measures, such as credit and technical assistance, acted to stimulate increased use of fertilizer. However, its effect seems to have been limited by the previous relationship (prices received/prices paid for inputs) which does not seem to have represented sufficient stimulus to the use of other inputs. It should be noted that more compensatory results from the use of fertilizer also depend upon the use of supplementary inputs.

4) The trend of the real price of fertilizer was downward in the last few years; this partly determined the favorable relationship mentioned above. This fact constitutes one of the main reasons for the increased use of fertilizer in the area analyzed. However, from mid-1971 to mid-1972 fertilizer prices were stable. Since that date the trend has been for prices to rise not only nationally but also internationally.

5) Domestic production of fertilizer will tend to increase in the next few years and also the participation of the domestic product will increase in relation to imports for supplying the country's needs. In spite of this, self sufficiency in relation to fertilizer does not seem likely in the near future. This would suggest that consumption and prices will continue to depend greatly upon conditions prevailing in the international fertilizer market.

6) The beginning of FUNFERTIL's operations, in April 1966, which provided credit at low interest rates for fertilizer (and other inputs) seems to have been one of the main reasons for the significant increase in fertilizer consumption in São Paulo agriculture from that date to present. However, data on credit specifically for fertilizer has not been obtained for the area under study. For this reason, its influence could not be measured. A study by Knight supports this point to a certain extent, in which he attempted to measure the significance of FUNFERTIL's effects, in Rio Grande do Sul, by utilizing four dummy variables and found that the best results were those relative to the years 1967-68, indicating a strong influence of the FUNFERTIL program for increased fertilizer consumption in that State. ^{60/} However, as this author points out, this phenomenon cannot be attributed solely to FUNFERTIL.

7) In general farmers are utilizing levels of fertilizer use which are below technical recommendations stipulated by the fertilizer companies. This conclusion is suggested by most studies that have analyzed the use and the economics of fertilizer use in the State of São Paulo. In spite of this, most authors admit the viewpoint that

^{60/} Knight, op. cit., pp. 171-172.

farmers behave in a rational and economical manner, that is, they seem to follow an economic orientation, in spite of the technical recommendations made on the levels of fertilizer use. The importance of this conclusion is that if the value of the marginal product of fertilizer use indicates small or negative responses in terms of productivity and income, there may be a reduction in the levels of application or in the combinations of the macronutrients. This fact would bring about a reduction in fertilizer consumption.

8) The estimates obtained by Equation I, in the traditional model, suggest that the real price of fertilizers (X_1) is a relevant variable in explaining the problem under study. In the total period (1949-71) the coefficient of this variable presented statistical significance at the 20% level, however, the regression was not significant from the statistical standpoint. On the other hand, in the three periods analyzed, the coefficients obtained and the respective regressions were always significant at levels less than 5%. The consistency of the values and the sign of variable X_1 (the sign was always negative, as expected), support, with some limitations, the conclusion that the real fertilizer price may be a relevant variable in explaining the demand for fertilizer. Especially in the last few years the sequence of the analysis showed a considerable increase in the importance of this variable; this inference may be partly explained by the secular fall in real prices of fertilizer during the period analyzed.

9) Due to the problem of correlation between the variables cultivated area (X_2), the trend (X_5) and lagged consumption (Y_{t-1}) it was not possible to analyze the influence of the first in the models utilized. On the other hand, the data on cultivated area and fertilizer consumption show that, while cultivated area

increased about 50% in the period analyzed, consumption increased by twenty times. This observation indicates a substantial increase in fertilizer use in the State of São Paulo.

10) The variable physical yield (X_3) of principal crops, included in most equations, did not present statistically significant results, nor did it contribute to the explanation of these equations.

11) The variable prices received for farm crops (X_4) did not have statistically significant coefficients in the equations in which it was included. On the other hand, in addition to not offering explanation in the equations in which it was included, it often presented a sign contrary to that which was expected.

12) The trend variable (X_5) utilized only in the equations adjusted by the traditional model, presented significance levels less than 5%, which indicated a high degree of influence from the factors which it represented. However, when this variable was included, the other variables of the equation lost their explanatory power. In Heady's study, the trend variable appears at a level of statistical significance of 20%, not affecting the other variables of his model. ^{61/} However, Hsu also had problems of this same nature with the trend. ^{62/} In the equations in which these variable were included, it was significant at less than 5%, and the levels of significance of the other variables, with few exceptions, fell to more than 30%. In this study, it was decided to put aside such equations, only remembering that they suggest a relationship between fertilizer consumption and trend.

^{61/} Heady and Yeh, op. cit., pp. 335-336.

^{62/} Hsu, op. cit., pp. 304-308.

13) The distributed lag model presented better results for explaining the demand for fertilizer in the State of São Paulo, as compared to the traditional model. A similar result was found in other studies which were reviewed in this research.

14) The results estimated from Equation IV, in the distributed lag model, for the complete period and the sub-periods had signs for coefficients, price of fertilizers (X_1) and lagged consumption (Y_{t-1}), consistent with the theory. The sign was negative for the first variable (X_1) indicating an inverse relationship between real price of fertilizers and consumption in a given year and, for the second variable (Y_{t-1}) the sign is positive, indicating a direct relationship between consumption in previous year and consumption in the year under consideration. The estimates resulting from equation IV show that:

a) in the complete period (1949-71) an adjustment coefficient equal to 0.10 was found, suggesting that approximately 10% of the disequilibrium between present consumption and desired consumption of fertilizers, in the long run, is eliminated in one year. If the changes in levels of fertilizer price persist for a long time, it is expected that farmers will make greater adjustments in consumption. The demand elasticity for fertilizer in relation to real price is -0.25 in the short run and -2.48 in the long run. Therefore, the demand for fertilizer is relatively inelastic in the short run, i.e. a variation of 10% in the "real" price of fertilizer in a given year, "coeteris paribus", will cause a variation of 2,5% in consumption in the opposite direction. In the long run, demand is relatively elastic. i.e. at a variation of 10% in the "real" price of fertilizer in a given year, "coeteris paribus", will cause a variation of 24.8% in consumption in the opposite direction. Griliches found an adjustment coefficient around 0.25

for the United States, which is therefore higher than that found in this research. ^{63/} However, the values obtained for the price elasticity of the demand for fertilizer suggest also that it is relatively inelastic in the short run and relatively elastic in the long run, presenting values around -0.5 and -2.22 for the price coefficients in the short and long run, respectively. Heady obtained a value of -0.49 for the coefficient of price elasticity of the demand for fertilizer in the short run in the United States. ^{64/}

b) In the sub-period 1949-71 (excluding 1961-65), the results were not better than those for the complete period, since the level of statistical significance of the variable price of fertilizer fell below the limits of significance considered in the research (30%). However, the regression continues to be highly significant (less than 5%). This fact suggests, with due limitations, the same type of inferences made in the analysis of the period 1949-71. The values estimated, for both the short and the long run, for the price coefficient, are close to the values observed in the complete period.

c) In the sub-period 1949-60, a higher adjustment coefficient was found, that is 0.35, indicating that approximately 35% of the disequilibrium between present and desired consumption of fertilizer in the long run is eliminated in one year. This value suggests a more rapid adjustment in consumption, if differences in fertilizer price levels persist for a long time. The coefficient

^{63/} Griliches, op. cit., p. 602.

^{64/} Heady, op. cit., p. 334.

of price elasticity of demand for fertilizer is -0.61 in the short run and -1.74 in the long run. Also, in this period the sign of the coefficients is consistent with the theory, and the values found suggest the same type of behavior for the demand for fertilizer, that is, it is relatively inelastic in the short run and relatively elastic in the long run.

d) In the sub-period 1966-71, all the results found are statistically significant at levels below 5%. However, such results should be considered with a certain caution in view of the fact that the period analyzed is relatively short for a time series analysis. The number of degrees of freedom is extremely low in some equations. The adjustment coefficient for this sub-period is 0.33, indicating that 33% of the disequilibrium between present and desired fertilizer consumption in the long run, is eliminated in one year. The coefficient of price elasticity of the demand for fertilizer is -1.60 , in the short run, and -4.85 in the long run. In this sub-period, the values found suggest that the elasticity of the demand for fertilizer for both the short and the long run, is relatively elastic, and it might even be considered highly elastic in the long run. These results are consistent with the analysis made in Chapter II that indicate, for the period in question, a marked influence of various factors acting in the diffusion and in the increase of fertilizer use.

Comparatively, it can be noted that analysis of the complete period and the sub-periods, suggest that the demand for fertilizer is relatively inelastic in the short run and relatively elastic in the long run. One exception was noted in the last sub-period, indicating that the demand in the period 1966-71 is relatively elastic in the short run. This had already been suggested by the historical analysis of the problem discussed in Chapter II.

15) With due limitations, this research showed that the demand for fertilizer in the period analyzed has undergone changes and that in relation to real price of fertilizer, it has become more elastic.

16) In spite of the limitations of the present study, we believe it may serve as a basis for broader research on the demand for fertilizer, and it may also suggest some specific problems for future research in the area of demand for fertilizer.

First, there is a great need for studies on the demand for fertilizer at a national level. Various studies might be attempted, such as an analysis by macronutrients, considering N, P_2O_5 , K_2O separately, at both the national and regional levels of Brazil.

Second, the influence of other factors important in explaining the problem might be considered. This attempt did not meet with success in the present study due to inadequacy of the data or other limiting factors, which are always present in every study. The inclusions of land prices and of credit for fertilizer would probably contribute toward obtaining more accurate and adequate results for analysis of the problem. Future research should consider these factors among others.

Lastly, the importance of research on production functions in agriculture should be pointed out: these functions provide basic elements for determining optimum levels of productive resource use with a view to maximizing farmer income and contributing, also, to the analysis of demand behavior for inputs.

BIBLIOGRAFIA

AGRI RESEARCH. "Estudo Técnico Econômico Sobre a Exequibilidade de Aumento na Fabricação e Uso de Fertilizantes, Calcário e Sais Minerais no Brasil". Rio de Janeiro: A.I.D., 1964.

ANDA. Solos & Adubos. São Paulo: Boletim Informativo da Associação Nacional para Difusão de Adubos, 1970, nº 31.

ANDERSON, M.A. et al. "An Appraisal of Factors Affecting The Acceptance and Use of Fertilizer in Iowa, 1953". Ames: Iowa Agricultural Experiment Station, Special Report nº 16, 1956.

BILAS, R.A. Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro: Companhia Editora Forense, 1970.

BISERRA, J.V. "Análise de Relações Fator-Produto na Cultura do Milho em Jardinópolis e Guaíra, Estado de São Paulo, Ano Agrícola 1969/1970. Piracicaba: E.S.A. "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, Tese de M.S., 1971.

BOULDING, K.E. Análise Econômica. Rio de Janeiro: Editora Fundo de Cultura, S.A. (4 volumes), 1961.

BRANDT, S.A. e HAVLICEK, J. JR. "Estimativa da Procura de Ovos Adquiridos". Viçosa: Instituto de Economia Rural, UREMG, Série Técnica, Boletim 2, 1964.

. "Flutuação de Preço e Estrutura da Demanda de Banana no Mercado de São Paulo". São Paulo: Agricultura em São Paulo, Ano XI, nº 8 a 12, 1964.

BRANDT, S.A. e CRISCUOLO, P.D. "Estrutura da Demanda de Leite Pasteurizado e de Ovos de Granja no Mercado de São Paulo". São Paulo: Agricultura em São Paulo, Ano XII, nº 9 e 10, 1965.

_____. "A Metodologia da Pesquisa". São Paulo: Divisão de Economia Rural, Secretaria da Agricultura, 1965.

_____. "Estimativas de Oferta de Produtos Agrícolas, no Estado de São Paulo". São Paulo: Anais da IV Reunião da Sociedade Brasileira de Economistas Rurais, 1966.

CAGAN, PHILLIP. "The Monetary Dynamics of Hyper-Inflations". Chicago: in Studies in the Quantity Theory of Money, Chicago University Press, Vol. I, 1956.

CAMPOS, H. e ARAÚJO, P.F.C. "Aspectos Econômicos da Adubação em Milho". Piracicaba: E.S.A. "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, 1971.

CARDOSO, F.P. "Fertilizantes no Brasil em 1970 - Consumo, Produção, Tendência". São Paulo: Seminário da Indústria de Fertilizantes, maio de 1970.

CHU, H.F. "Fertilizer Use in Rice Production in Taiwan". Taipei, Taiwan: Rice Improvement in Taiwan, Plant Industry Series, nº 15, 1959.

COURNOT, AUGUSTIN A. Research into the Mathematical Principles of the Theory of Wealth. New York: MacMillan, 1929.

DRAPER, N.R. and SMITH, H. Applied Regression Analysis. New York: John Wiley & Sons, Inc., 1966.

DURBIN, J. and WATSON, G.S. "Testing for Serial Correlation in Least Squares Regressions". Biométrica, vols. 37 e 38.

FOOTE, RICHARD J. "Analytical Tools for Studying Demand and Price Structures". Washington: United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook nº 146, 1958.

FRIEDMAN, M. A Theory of Consumption Function. Princeton: Princeton University Press, 1957.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. "Fertilizantes Inacessíveis". Rio de Janeiro: Conjuntura Econômica, nº 8, 1950.

_____. "Consumo Crescente de Adubos Químicos". Rio de Janeiro: Conjuntura Econômica, nº 11, 1952.

FUNDAÇÃO IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1952.

_____. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1957.

_____. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1971.

GOPP, LEONARD W. "Manipulação, Armazenamento e Transporte". São Paulo: T.V.A., "Seminário de Marketing na Indústria de Fertilizantes", ANDA, 21-26 de novembro de 1971.

GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO. "Desenvolvimento Agrícola: Um Grande Desafio". São Paulo: Secretaria da Agricultura, I.E.A., 1972.

GRILICHES, ZVI. "The Demand for Fertilizers: An Economic Interpretation of a Technical Change". Journal of Farm Economics, Vol. 40, agosto de 1958.

_____. "Distributed Lags, Disaggregation, and Regional Demand Functions for Fertilizer". Journal of Farm Economics, Vol. 41, nº 1, 1959.

HARRE, E.A. "Tendências da Situação da Oferta-Procure". Muscle Shoals, Alabama: Tennessee Valley Authority, setembro de 1971.

HAYAMI, Y. "Demand for Fertilizer in the Course of Japanese Agricultural Development". Journal of Farm Economics, Vol. 46, nº 4, 1964.

HEADY, E.O. and DILLON, J.L. Agricultural Production-Functions. Ames, USA: Iowa State University Press, 1969.

_____ and YEH, M.H. "National and Regional Demand Functions for Fertilizer". Journal of Farm Economics, Vol. 41, nº 2, 1959.

HENDERSON, SIR H. A Oferta e a Procura. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1964.

- HICKS, J.R. Value and Capital. Oxford, Inglaterra: Claredon Press, 1939.
- HSU, ROBERT C. "The Demand for Fertilizer in a Developing Country The Case of Taiwan, 1950-66". Economic Development and Cultural Change, Ano 20, nº 2, janeiro de 1972.
- JOHNSTON, J. Econometric Methods. New York: McGraw-Hill Book Company, Second Edition, 1972.
- JUNQUEIRA, P.C. "Demand Analysis for Selected Agricultural Products in the State of São Paulo". Columbus, U.S.A.: The Ohio State University, Tese de M.S. não publicada, 1964.
- KAFKA, ALEXANDER. "A Demanda de Açúcar no Brasil". Brasil: Revista Brasileira de Estatística, Ano III, nº 10, 1942.
- KNIGHT, P.T. Brazilian Agricultural Technology and Trade: A Study of Five Commodities. New York: Praeger Publishers, Inc., 1971.
- KOYCH, L.M. Distributed Lags and Investment Analysis. Amsterdam: North Holland Publishing Company, 1954.
- LANGE, OSKAR. Introdução à Econometria. São Paulo: Editora Fundo de Cultura, S.A., 1967.
- LOCCHI, PÉRICLES. "Fertilizantes". São Paulo: Relatório do Encontro da Indústria Química, Associação Brasileira da Indústria Química e de Produtos Derivados, 24 a 29 de abril de 1967.

- MARSHAL, ALFRED. Principles of Economics. London: McMillan, 8^a ed., 1948.
- MCCUNE, D.L. e HARRE, E.A. "A Situação Mundial dos Fertilizantes e suas Implicações". São Paulo: T.V.A., Trabalho apresentado ao "Seminário de Marketing" da Indústria de Fertilizantes, promovido pela ANDA, 21-26 de novembro de 1971.
- MEHRING, A.L. and SHAW, B.T. "Relationships Between Farm Income and Farmers' Expenditures for Fertilizer and a Forecast of the Commercial Demand for Fertilizer in 1944 and 1945, by States". U.S.A.: American Fertilizer, 1944.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. "Identificação e Avaliação Preliminar da Política de Estímulos à Produção e Uso de Fertilizantes". Brasília: Subsecretaria de Planejamento e Orçamento, Escritório de Análise Econômica e Política Agrícola, 1^o Relatório, 1972.
- MOORE, HENRY, L. Economic Cycles: Their Law and Causes. New York, U.S.A., 1914.
- NELSON, W.C. "An Economic Analysis of Fertilizers Utilization in Brazil". The Ohio State University, Tese de PhD, 1971.
- _____ e MEYER, R.L. "O Aumento da Produtividade Agrícola: O Caso de Fertilizantes". Brasília: Ministério da Agricultura-EAPA/SUPLAN, Projeto de Formação de Capital, 1972.
- NERLOVE, MARC. "Distributed Lags and Demand Analysis for Agricultural and Other Commodities". Washington: United States Department of Agriculture, Agriculture Handbook nº 141, 1958.

- NERLOVE, M. "The Dynamic of Supply: Estimation of Farmer's Response to Price". Baltimore: The John Hopkins Press, 1958.
- NETTO, DELFIM. "O Problema do Café no Brasil". São Paulo: F.C.E.A. USP, Cadeira III, Bol. 5, 1959.
- O DIRIGENTE RURAL. "Caderno Especial: Fertilizantes". São Paulo: Dirigentes S.A. Publicações Técnicas, Vol. 6, nº 10, 1967.
- PANIAGO, EUTER. "Café - Produção, Ciclo e Procura". Brasil: Experientiae, Vol. 3, nº 1, 1963.
- PARETO, VILFREDO. Manuale di Economia Politica. Milano: Societa Editrice Libreria, 1907.
- PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA. Metas e Bases para a Ação de Governo. Brasília: Fundação IBGE, 1970.
- SAHOTA, GIAN S. Fertilizer in Economic Development - An Econometric Analysis. New York: Frederick A. Praeger, Publishers, 1968.
- SERRANO, ONDALVA. "Estudo da Demanda da Batatinha (Solanum Tuberosum), em 1969, e da Variação Estacional de seus Preços, no Período de 1957/69, no Estado de São Paulo. Piracicaba: E.S.A. "Luiz de Queiroz", Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, Tese de Doutorado, 1972.
- SCHULTZ, HENRY. Statistical laws of demand and supply with special application to sugar. Chicago, U.S.A., 1929.

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

SCHULTZ, HENRY. The Theory and Measurement of Demand. Chicago: The University of Chicago Press, 1966.

SECRETARIA DA AGRICULTURA. "Desenvolvimento da Agricultura Paulista". São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1972.

_____ . "Prognóstico - Ano Agrícola 1972/73" . São Paulo: Instituto de Economia Agrícola, 1972.

SORENSEN, D.M. and Others. "An Evaluation of the CNCR Fertilizer Loan Program in Brazil". Columbus: The Agriculture Center, The Ohio State University, A.F.C. Research Report 118, 1967.

TOLLINI, H. e SCHUH, G.E. "Análise Econômica de Ensaios de Adubação". Brasília: Ministério da Agricultura (Versão Preliminar), 1972.

VAIL, E.E. "Prices of Fertilizer Materials and Factors Affecting the Fertilizer Tonnage". Ithaca: Cornell University, Ph.D. thesis, 1927.

_____ "Retail Prices of Fertilizer Materials and Mixed Fertilizers". Ithaca: (Cornell) AES, Bul. 545, 1932.

VIEIRA, S. e Outros. "Estudo Comparativo de Três Funções na Análise Econométrica de Experimentos de Adubação". Piracicaba: Convênio ESCO-MA/ESALQ-USP, Departamento de Ciências Sociais Aplicadas, 1971.

WALRAS, LÉON. Elements d'Économie Politique Pure ou Théorie de la
Richesse Sociale. Paris, 1900.

APÊNDICE 1
INFORMAÇÃO BÁSICA

Tabela 15 - Informações Estatísticas Utilizadas para a Estimativa da Demanda de Fertilizantes (em termos de N-P-K), no Estado de São Paulo, no período 1948-71.

Ano	Y_t	X_{1t}	X_{2t}	$X_{3(t-1)}$	$X_{4(t-1)}$	X_{5t}	Y_{t-1}
1948	024	112	092	-	-	-	-
1949	033	106	099	109	089	01	024
1950	048	097	105	099	094	02	033
1951	071	095	101	090	114	03	048
1952	058	090	103	096	104	04	071
1953	065	072	105	105	100	05	058
1954	082	069	118	093	109	06	065
1955	106	082	118	093	118	07	082
1956	098	080	113	095	110	08	106
1957	121	069	108	081	105	09	098
1958	148	066	114	101	099	10	121
1959	136	061	110	103	082	11	148
1960	169	058	121	126	076	12	136
1961	154	084	122	102	075	13	169
1962	168	099	123	114	078	14	154
1963	192	100	128	109	089	15	168
1964	175	104	124	121	090	16	192
1965	176	124	130	086	100	17	175
1966	154	095	117	131	075	18	176
1967	220	075	118	130	071	19	154
1968	253	073	117	128	065	20	220
1969	320	071	113	117	067	21	253
1970	409*	065	125	113	081	22	320
1971	491*	068	129	128	079	23	409

*/ Estimativa.

Y = Consumo Aparente de Fertilizantes

X_1 = Índice de Preço Real de Fertilizantes

X_2 = Índice de Área Cultivada

X_3 = Índice de Rendimento Físico (Retardado)

X_4 = Índice de Preços Reais Recebidos (Retardado)

X_5 = Tendência

Y_{t-1} = Consumo Aparente de Fertilizantes (Retardado)

APÊNDICE 2
ESTIMATIVA DO CONSUMO APARENTE
DE FERTILIZANTES NO
ESTADO DE SÃO PAULO, 1970 e 1971

Em virtude da não publicação dos dados de consumo de fertilizantes no Estado de São Paulo, para 1970 e 1971, pelo Instituto de Economia Agrícola, resolveu-se estimar esses valores com base nos dados de 1948 a 1969, uma vez que a ausência desses dois anos na série poderia prejudicar a análise, já que os últimos anos registraram os maiores aumentos na quantidade de fertilizantes consumida na área em estudo.

Tentou-se diversas formas para extrapolar, com a menor margem de erro possível, tais valores. Entretanto, julga-se desnecessário citar todas essas tentativas. É suficiente que se explique o método que apresentou os resultados mais satisfatórios. Por resultados satisfatórios entendeu-se no caso, aqueles mais próximos das porcentagens indicadas por técnicos e responsáveis da indústria de fertilizantes, com os quais se manteve contato.

Os dados utilizados foram as porcentagens da quantidade de fertilizantes consumida no Estado, em relação ao total de fertilizantes consumido na região (Tabela 16), a partir de 1954 (inclusive). Deve-se esclarecer que, segundo os dados em mãos, 1954 foi o primeiro ano que registrou um valor menor que 100% do total da região sendo consumido no Estado. Para estimar as porcentagens relativas a 1970 e 1971, ajustou-se àqueles valores uma regressão linear simples:

$$\hat{Y} = a + bX$$

onde

\hat{Y} = porcentagem de fertilizantes consumida no Estado em relação ao total da região.

X = tendência em anos, 1954 = 0.

Os resultados forneceram a seguinte equação estimativa:

$$\hat{Y} = 100,87 - 1,93 X$$

Com base nessa equação obteve-se as porcentagens de 69,99 e 68,06, para 1970 e 1971, respectivamente, através das quais foi calculada, a partir dos valores observados na região, a quantidade de fertilizantes correspondente a cada ano considerado, ou seja, para 1970 um consumo aparente de 409 mil toneladas e para 1971 um consumo aparente de 491 mil toneladas.

Tabela 16 - Consumo Aparente de Fertilizantes na Região Geo-Econômica Servida pelo Porto de Santos e no Estado de São Paulo (ambos em termos de N-P-K), no período 1954-71.

Ano	Consumo na Região (1)	Consumo no Estado (2)	Porcentagem de (2) em (1)
1954	83	82	98,76
1955	109	106	97,25
1956	102	98	96,07
1957	128	121	94,53
1958	158	148	93,66
1959	146	136	93,16
1960	207	169	81,65
1961	169	154	88,76
1962	185	168	90,81
1963	214	192	89,71
1964	197	175	88,83
1965	208	176	84,61
1966	207	154	74,31
1967	304	220	72,36
1968	392	253	64,55
1969	439	320	72,88
1970	584	-	-
1971	721	-	-

Fonte: Os dados sobre consumo aparente de fertilizantes na Região Geo-Econômica do Porto de Santos são publicados pelo Sindicato de Adubos e Colas do Estado de São Paulo, e os de consumo aparente no Estado são calculados e publicados pelo Instituto de Economia Agrícola (Secretaria da Agricultura de São Paulo).

APÊNDICE 3
COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO
E MODELOS ALTERNATIVOS

Tabela 17 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1949-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	Y_{t-1}
X_1	1,000	-0,007	-0,182	0,212	-0,280	-0,346	-0,285
X_2		1,000	0,344	-0,338	0,813	0,781	0,794
X_3			1,000	-0,819	0,469	0,517	0,498
X_4				1,000	-0,559	-0,599	-0,584
X_5					1,000	0,938	0,966
Y						1,000	0,968
Y_{t-1}							1,000

Tabela 18 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1949-71 (exclusive 1961-65), para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	Y_{t-1}
X_1	1,000	-0,613	-0,166	0,269	-0,662	-0,634	-0,628
X_2		1,000	0,528	-0,414	0,823	0,838	0,816
X_3			1,000	-0,883	0,554	0,579	0,572
X_4				1,000	-0,601	-0,632	-0,617
X_5					1,000	0,942	0,965
Y						1,000	0,973
Y_{t-1}							1,000

Tabela 19 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1949-60, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	Y_{t-1}
X_1	1,000	-0,722	-0,235	0,362	-0,902	-0,873	-0,857
X_2		1,000	0,183	-0,055	0,768	0,769	0,694
X_3			1,000	-0,796	-0,006	0,050	0,050
X_4				1,000	-0,072	-0,146	-0,152
X_5					1,000	0,959	0,975
Y						1,000	0,944
Y_{t-1}							1,000

Tabela 20 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis Consideradas no Período 1966-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes no Estado de São Paulo.

	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5	Y	Y_{t-1}
X_1	1,000	-0,464	0,623	-0,147	-0,870	-0,898	-0,685
X_2		1,000	-0,063	0,817	0,662	0,674	0,720
X_3			1,000	-0,205	-0,555	-0,554	-0,473
X_4				1,000	0,388	0,399	0,503
X_5					1,000	0,996	0,949
Y						1,000	0,922
Y_{t-1}							1,000

Tabela 21 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Período 1949-71; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valor de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Inter-seção	Variáveis Independentes					R^2	F	b	E_{LP}
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5				
Modelo Tradicional (em log):									
4,30	-1,14** (1,68)	-	-	-	-	0,12	2,8	-	-
-11,35	-	6,54**** (5,72)	-	-	-	0,61	32,8****	-	-
-9,17	-1,12**** (2,90)	6,52**** (6,64)	-	-	-	0,73	26,4****	-	-
-10,24	-0,99**** (2,66)	5,88**** (5,94)	1,05**** (1,83)	-	-	0,77	20,8****	-	-
-4,49	-0,91**** (2,61)	5,67**** (6,13)	-0,31 (0,36)	-1,39**** (2,01)	-	0,81	19,5****	-	-
6,50	-0,75* (1,26)	-	0,35 (0,23)	-0,19** (1,58)	-	0,41	4,4****	-	-
-0,01	-0,40** (1,43)	1,10 (0,93)	-	-	0,66**** (5,44)	0,89	52,8****	-	-

Tabela 21 - (Continuação)

Inter-secção	Variáveis Independentes						R ²	F	b	E _{LP}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y _{t-1}				
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):										
0,73	-0,25** (1,35)	-	-	-	-	-	0,90**** (16,99)	165,4****	0,10	-2,50
-,053	-0,32** (1,60)	0,75 (0,94)	-	-	-	-	0,83**** (8,75)	109,9****	0,17	-1,86
0,35	-0,24* (1,30)	-	0,20 (0,68)	-	-	-	0,88**** (14,44)	107,5****	0,12	-2,07
1,12	-0,24* (1,29)	-	-	-0,18 (0,69)	-	-	0,88**** (13,52)	107,6****	0,12	-2,00
-1,04	-0,32** (1,57)	0,80 (0,99)	0,23 (0,76)	-	-	-	0,80**** (7,84)	80,8****	0,20	-1,62
-0,38	-0,33** (1,58)	0,94 (1,09)	0,03 (0,05)	-0,24 (0,57)	-	-	0,77**** (6,74)	62,3****	0,23	-1,43

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

Tabela 22 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Sub-
período 1949-71 (Exclusive 1961-65); Estimativas dos Coeficientes de Regressão Par-
cial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valor de "F" para o Modelo
Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Es-
timativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Pre-
ço a Longo Prazo (E_{LP}).

Inter- seção	Variáveis Independentes					R^2	F	b	E_{LP}
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5				
Modelo Tradicional (em log):									
7,22	-2,72**** (3,27)	-	-	-	-	0,40	10,7****	-	-
-15,24	-	8,45**** (6,13)	-	-	-	0,70	37,6****	-	-
-11,23	-0,83* (1,12)	7,26**** (4,19)	-	-	-	0,73	19,8****	-	-
-9,79	-1,09** (1,51)	5,57**** (2,82)	1,25** (1,56)	-	-	0,77	15,3****	-	-
-2,97	-0,29 (0,43)	7,44**** (4,12)	-2,17** (1,48)	-2,68**** (2,62)	-	0,85	17,9****	-	-
5,55	-2,23**** (3,11)	-	1,35 (0,77)	-1,01 (0,73)	-	0,65	8,5****	-	-
-2,56	0,02 (0,04)	1,96* (1,28)	-	-	0,67**** (4,92)	0,89	41,7****	-	-

Tabela 22 - (Continuação)

Inter- seção	Variáveis Independentes							R ²	F	b	E _{LP}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	Y _{t-1}					
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):											
0,53	-0,16 (0,48)	-	-	-	-	-	0,92**** (12,43)	0,95	134,2****	0,08	-2,00
-2,07	-0,07 (0,21)	1,27* (1,21)	-	-	-	-	0,84**** (8,14)	0,95	92,8****	0,16	-0,44
0,23	-0,23 (0,64)	-	0,25 (0,62)	-	-	-	0,89**** (9,26)	0,95	85,9****	0,11	-2,09
1,18	-0,21 (0,62)	-	-	-0,24 (0,78)	-	-	0,88**** (9,36)	0,95	87,4****	0,12	-1,67
-2,08	-0,12 (0,32)	1,18 (1,06)	0,16 (0,38)	-	-	-	0,82**** (7,15)	0,95	65,4****	0,18	-0,67
-0,66	0,04 (0,10)	2,27** (1,71)	-0,85 (1,03)	-0,88** (1,39)	-	-	0,73**** (5,75)	0,96	56,5****	0,27	-0,15

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

Tabela 23 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Sub-período 1949-60; Estimativa dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valor de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Inter-seção	Variáveis Independentes					R^2	F	b	E_{LP}
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5				
Modelo Tradicional (em log):									
6,11	-2,21**** (5,64)	-	-	-	-	-	0,76	31,9****	-
-9,77	-	5,74**** (3,81)	-	-	-	-	0,59	14,5****	-
0,66	-1,68**** (3,09)	2,18* (1,36)	-	-	-	-	0,80	18,3****	-
2,27	-1,77**** (3,26)	2,21** (1,40)	-0,75* (1,11)	-	-	-	0,83	12,9****	-
2,51	-1,70**** (2,39)	2,38* (1,18)	-0,93 (0,70)	-0,18 (0,15)	-	-	0,83	8,5****	-
5,69	-2,38**** (5,45)	-	-0,21 (0,17)	0,58 (0,56)	-	-	0,79	10,3****	-

Tabela 23 - (Continuação)

Inter- seção	Variáveis Independentes					R ²	F	b	E _{LP}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅				
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):									
1,88	-0,61* (1,21)	-	-	-	-	0,65**** (3,73)	43,6****	0,35	-1,74
-1,23	-0,39	1,36* (1,25)	-	-	-	0,60**** (3,49)	31,4****	0,40	-0,98
2,55	-0,70* (1,24)	-	-0,23 (0,43)	-	-	0,62**** (3,26)	26,6****	0,38	-1,84
1,73	-0,76* (1,30)	-	-	0,25 (0,56)	-	0,61**** (3,21)	27,0****	0,39	-1,95
-0,53	-0,49 (0,86)	1,42* (1,24)	-0,28 (0,56)	-	-	0,57**** (3,00)	21,6****	0,43	-1,14
-0,19	-0,39 (0,75)	1,66* (1,15)	-0,53 (0,55)	-0,27 (0,31)	-	0,57**** (2,81)	15,1****	0,43	-0,91

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;

*** para 10%;

** para 20%;

* para 30%.

Tabela 24 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, para o Estado de São Paulo, no Sub-período 1966-71; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficiente de Determinação (R^2) e Valor de "F" para o Modelo Tradicional. Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Inter-seção	Variáveis Independentes					R^2	F	b	E_{LP}
	X_1	X_2	X_3	X_4	X_5				
Modelo Tradicional (em log):									
7,81	-2,87**** (4,07)	-	-	-	-	0,81	16,6****	-	-
-9,65	-	5,83** (1,82)	-	-	-	0,45	3,3	-	-
1,01	-2,38**** (3,45)	2,84** (1,51)	-	-	-	0,89	12,1****	-	-
1,59	-2,07** (1,89)	3,15* (1,35)	-0,86 (0,41)	-	-	0,89	5,92	-	-
4,43	-2,85**** (2,86)	-	0,41 (0,19)	1,34 (1,12)	-	0,88	4,93	-	-
-2,18	-0,41* (1,62)	-	-	-	4,11**** (11,28)	0,99	333,7****	-	-
-0,68	-1,31 (0,40)	6,23 (0,50)	-2,16 (0,37)	-1,51 (0,25)	-	0,91	2,39	-	-
-2,48	-0,45* (1,46)	-	0,18 (0,45)	-	4,12**** (9,68)	0,99	163,7****	-	-

Tabela 24 - (Continuação)

Inter- seção	Variáveis Independentes					R ²	F	b	E _{LP}
	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅				
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):									
3,85	-1,60**** (4,92)	-	-	-	-	0,67**** (5,68)	89,4****	0,33	-4,85
3,06	-1,61**** (4,19)	0,44 (0,40)	-	-	-	0,63**** (3,52)	43,0****	0,37	-4,35
3,26	-1,69**** (3,97)	-	0,36 (0,47)	-	-	0,68**** (4,92)	44,3****	0,32	-5,28
3,62	-1,66**** (4,19)	-	-	0,24 (0,48)	-	0,63**** (3,80)	44,5****	0,37	-4,48
2,95	-1,68**** (2,75)	0,25 (0,14)	0,27 (0,22)	-	-	0,65**** (2,44)	16,9****	0,35	-4,80
2,91	-1,78**** (3,01)	-	0,41 (0,41)	0,28 (0,42)	-	0,63**** (2,90)	19,6****	0,37	-4,81

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;

*** para 10%;

** para 20%;

* para 30%.

APÊNDICE 4

TABELAS DE RESULTADOS DE ANÁLISES DE
RESPOSTAS, NÍVEIS DE USO E VALOR DA
PRODUÇÃO MARGINAL DE FERTILIZANTES

Tabela 25 - Sumário dos Resultados de Análise de Resposta a Fertilizantes.

Pesquisados	Localidade	Cultura	Resposta da Cultura ^{a/}			
			Nitro- gênio	Fos- fato	Potás- sio	Total
Frederick	Nordeste do Brasil	Cana-de-açúcar Outras culturas				+ 0
Santos	Minas Gerais	Milho	+	+	0	
Agri-Research	São Paulo	Milho	±	+	+	
		Algodão	±	+	+	
		Soja	±	+		
Inst. Agrônômico	São Paulo	Algodão	±	±	±	
Vieira	São Paulo	Milho	+	0	0	
Steitieh	R.G. do Sul	Todas as culturas				0
Knight	R.G. do Sul	Arroz	+	+	0	
		Trigo	±	±	0	
		Milho	±	±	0	
Lanzer	R.G. do Sul	Trigo	+	+	+	
Streeter	R.G. do Sul	Soja		+		
		Trigo		+		

^{a/} A resposta positiva ao fertilizante é assinalada com +, a resposta insignificante ou nula com 0, e respostas mistas com ±.

Fonte: Nelson, op. cit., p. 29.

Tabela 26 - Comparação das Recomendações de Uso de Fertilizantes com o Uso Real pelos Agricultores da Região de Ribeirão Preto, 1969/70. ^{a/}

Fertilizantes e Culturas	Recomendação ^{b/} kg/alq.	Uso Real kg/alq.	Uso Real como % da Recomendação Mínima
<u>Todas as Culturas</u>			
1) Nitrogênio	83.6	30.1	36%
2) Fosfato	126.1	119.1	89%
3) Potássio	44.2	58.4	132%
4) Total	253.4	199.4	79%
<u>Algodão</u>			
1) Nitrogênio	78-192	44.0	56%
2) Fosfato	144-288	183.5	127%
3) Potássio	115-228	114.5	100%
4) Total	335-768	342.0	102%
<u>Arroz</u>			
1) Nitrogênio	30-77	16.8	56%
2) Fosfato	44-320	74.5	52%
3) Potássio	30-150	31.8	106%
4) Total	204-457	123.1	60%
<u>Milho</u>			
1) Nitrogênio	142-164	34.1	24%
2) Fosfato	108-216	80.5	74%
3) Potássio	22-44	51.5	234%
4) Total	272-424	166.1	61%
<u>Soja</u>			
1) Nitrogênio	22-44	20.6	94%
2) Fosfato	108-144	111.7	103%
3) Potássio	22-44	80.0	364%
4) Total	152-232	212.3	140%

^{a/} Fertilizante expresso em nutrientes.

^{b/} Associação Nacional para Difusão de Adubos, "Sugestões Gerais de Adubação" (trabalho não publicado), São Paulo, 1970, p. 13.

Fonte: Nelson e Meyer, op. cit., p. 13.

Tabela 27 - Valor da Produção Marginal de Fertilizantes por Nutriente, Cultura e Nível de Uso.

Amostra	Valor do Produto Marginal em Cr\$/kg ^{a/}			
	Nitrogênio	Fosfato	Potássio	Todos Fertilizantes
<u>Amostra Regional</u>				
Todas as culturas	-5.36	0.33	1.90 ^{b/}	0.03
Milho	-2.80	0.46	1.22 ^{b/}	0.11
Arroz	-2.42	-3.84	4.85 ^{b/}	-1.94
Algodão	-3.88	0.93	0.71 ^{b/}	0.14
Soja	1.88 ^{b/}	-0.70	2.94 ^{b/}	0.19
<u>Nível Alto</u>				
Milho	-2.04	0.18	3.16 ^{b/}	1.15 ^{b/}
Arroz	-9.12	-1.55	3.38 ^{b/}	1.40 ^{b/}
Algodão	-0.75	2.37 ^{b/}	1.13 ^{b/}	1.63 ^{b/}
Soja	-15.17	0.93	0.52 ^{b/}	0.03
<u>Nível Baixo</u>				
Milho	-4.46	1.38 ^{b/}	0.71 ^{b/}	-0.09
Arroz	-22.13	-11.84	18.79 ^{b/}	-3.76
Algodão	-6.07	-0.62	-3.35	0.44
Soja	-72.42	-13.05	23.38 ^{b/}	-2.34

a/ Valor do produto marginal, medido nas médias geométricas vezes os preços de produtos respectivos.

b/ Indica aqueles casos onde o valor do produto marginal excede o preço de fertilizantes.

Fonte: Nelson, op. cit., pp. 96-98.

APÊNDICE 5

COEFICIENTES DE CORRELAÇÃO E MODELOS
ALTERNATIVOS, TENDO COMO VARIÁVEL DEPEN-
DENTE "Y", A RELAÇÃO ENTRE AS VARIÁVEIS
CONSUMO DE FERTILIZANTES E ÁREA CULTIVADA

Considerações Necessárias

Neste apêndice apresentam-se algumas equações alternativas, nas quais utilizou-se como variável dependente (Y'), uma relação entre as variáveis Y e X_2 , isto é, consumo de fertilizantes (N-P-K) e área cultivada. A variável independente X_1 foi substituída pela variável X_1' , representando esta última a relação entre preço real de fertilizantes (X_1) e índice geral de preços reais recebidos pela agricultura paulista (X_4). Portanto, a variável consumo de fertilizantes, retardada, passou a ser Y' , retardada de um ano. As variáveis rendimento físico médio (X_3) e tendência (X_5) permaneceram com os mesmos valores utilizados nos ajustamentos apresentados no Apêndice 3. Talvez seja conveniente lembrar que as séries dos respectivos valores de X_1 , X_2 , X_3 , X_4 , X_5 e Y encontram-se no Apêndice 1.

Conforme se poderá observar pela análise das tabelas seguintes, os resultados obtidos não foram "melhores" que os resultados selecionados e analisados (Capítulo V).

Tabela 28 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1' , X_3 , X_5 , Y' e Y'_{t-1}) Consideradas no Período 1949-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo.

	X_1'	X_3	X_5	Y'	Y'_{t-1}
X_1'	1,000	0,275	0,235	0,156	0,191
X_3		1,000	0,469	0,527	0,511
X_5			1,000	0,923	0,953
Y'				1,000	0,968
Y'_{t-1}					1,000

Tabela 29 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1' , X_3 , X_5 , Y' e Y'_{t-1}) Consideradas no Subperíodo 1949-71 (Exclusive 1961-65), para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo.

	X_1'	X_3	X_5	Y'	Y'_{t-1}
X_1'	1,000	0,586	0,077	0,108	0,083
X_3		1,000	0,554	0,577	0,581
X_5			1,000	0,935	0,954
Y'				1,000	0,974
Y'_{t-1}					1,000

Tabela 30 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1^t , X_3 , X_5 , Y^t , Y_{t-1}^t) Consideradas no Sub período 1949-60, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo.

	X_1^t	X_3	X_5	Y^t	Y_{t-1}^t
X_1^t	1,000	0,236	-0,646	-0,454	-0,468
X_3		1,000	-0,006	0,029	0,099
X_5			1,000	0,951	0,966
Y^t				1,000	0,939
Y_{t-1}^t					1,000

Tabela 31 - Coeficientes de Correlação Simples, Logarítmica, entre as Variáveis (X_1^t , X_3 , X_5 , Y^t e Y_{t-1}^t) Consideradas no Sub período 1966-71, para Estimar os Coeficientes de Elasticidade da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo.

	X_1^t	X_3	X_5	Y^t	Y_{t-1}^t
X_1^t	1,000	0,698	-0,975	-0,988	-0,935
X_3		1,000	-0,555	-0,592	-0,557
X_5			1,000	0,993	0,975
Y^t				1,000	0,947
Y_{t-1}^t					1,000

Tabela 32 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Período 1949-71, Utilizando as Variáveis: X_1 , X_3 , X_5 , Y_t e Y_{t-1} ; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2); Valor de "F" e Valor do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade - Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Inter- seção	Variáveis Independentes					R ²	F	D-W	b	E _{LP}
	X ₁	X ₃	X ₅	Y _{t-1}						
Modelo Tradicional (em log):										
1,64	0,39 (0,72)	-	-	-	0,02	0,5	-	-	-	-
-2,21	0,03 (0,06)	2,25 (0,33)	-	-	0,27	3,8****	0,66	-	-	-
2,02	-0,14 (0,66)	-	0,68**** (10,59)	-	0,85	57,7****	0,48	-	-	-
0,93	-0,21 (0,96)	0,62 (1,51)	0,64**** (9,22)	-	0,87	41,6****	0,83	-	-	-
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):										
0,33	-0,08 (0,54)	-	-	0,94**** (17,29)	0,94	153,4****	2,03	0,06	-1,27	-
-0,02	-0,10 (0,69)	0,23 (0,79)	-	0,92**** (14,59)	0,94	100,6****	2,16	0,08	-1,24	-

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

Tabela 33 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Subperíodo 1949-71 (Exclusive 1961-65), Utilizando as Variáveis: X_1 , X_3 , X_5 , Y_t e Y_{t-1} ; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2); Valor de "F" e Valores do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Interseção	Variáveis Independentes					R ²	F	D-W	b	E _{LP}
	X ₁	X ₃	X ₅	Y _{t-1}	Y _{t-1}					
Modelo Tradicional (em log):										
1,71	0,35 (0,43)	-	-	-	-	0,01	0,2	-	-	-
-2,79	-1,13** (1,44)	3,62**** (3,21)	-	-	-	0,41	5,3****	0,80	-	-
1,47	0,14 (0,47)	-	0,71**** (10,08)	-	-	0,87	51,4****	0,67	-	-
0,86	0,05 (0,13)	0,50 (0,73)	0,66**** (7,27)	-	-	0,87	33,4****	0,72	-	-
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):										
-0,01	0,09 (0,47)	-	-	0,96**** (16,76)	-	0,95	142,2****	2,50	0,04	-2,18
0,03	0,10 (0,39)	-0,04 (0,08)	-	0,96**** (12,25)	-	0,94	88,5****	2,52	0,04	-2,52

Níveis de Significância: *** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

Tabela 34 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Subperíodo 1949-60, Utilizando as Variáveis: X_1 , X_3 , X_5 , Y_t e Y_{t-1} ; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2); Valor de "F" e Valores do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Interseção	Variáveis Independentes					R ²	F	D-W	b	E _{LP}
	X ₁	X ₃	X ₅	Y _{t-1}						
Modelo Tradicional (em log):										
4,38	-1,14** (1,61)	-	-	-	-	0,21	2,6	-	-	-
3,41	-1,22** (1,62)	0,57 (0,48)	-	-	-	0,22	1,3	0,61	-	-
0,41	0,71**** (2,79)	-	0,65**** (11,23)	-	-	0,94	80,5****	2,45	-	-
0,57	0,73**** (2,62)	-0,11 (0,32)	0,65**** (10,51)	-	-	0,95	48,3****	2,41	-	-
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):										
0,54	-0,05 (0,14)	-	-	0,82**** (7,17)	-	0,88	33,6****	2,60	0,18	-0,20
0,92	0,02 (0,04)	-0,27 (0,53)	-	0,83**** (6,80)	-	0,89	20,7****	2,63	0,17	-0,08

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.

Tabela 35 - Equações Estimativas da Demanda de Fertilizantes, no Estado de São Paulo, para o Subperíodo 1966-71, Utilizando as Variáveis: X_1 , X_3 , X_5 , Y' e Y'_{t-1} ; Estimativas dos Coeficientes de Regressão Parcial; Valores de "t"; Coeficientes de Determinação (R^2), Valor de "F" e Valores do Teste "Durbin-Watson" (D-W). Para o Modelo de Ajustamento Retardado são apresentadas, também, as Estimativas dos Coeficientes de Ajustamento (b) e dos Coeficientes de Elasticidade-Preço a Longo Prazo (E_{LP}).

Inter-seção	Variáveis Independentes					R^2	F	D-W	b	E_{LP}
	X_1	X_3	X_5	Y'_{t-1}						
Modelo Tradicional (em log):										
6,45	-1,87**** (12,65)	-	-	-	-	0,97	160,1****	-	-	-
4,45	-2,12**** (18,05)	1,19**** (3,06)	-	-	-	0,99	251,5****	2,66	-	-
0,727	-0,73** (1,93)	-	2,63**** (3,09)	-	-	0,99	255,6****	1,99	-	-
2,13	-1,37** (1,91)	0,66 (1,04)	1,48 (1,07)	-	-	0,99	175,9****	1,58	-	-
Modelo de Ajustamento Retardado (em log):										
5,29	-1,55**** (3,52)	-	-	0,19 (0,79)	-	0,98	72,9****	1,99	0,81	-1,91
4,25	-2,03**** (5,66)	1,14**** (2,25)	-	0,05 (0,27)	-	0,99	116,1****	2,29	0,95	-1,49

Níveis de Significância: **** para 5% ou menos;
 *** para 10%;
 ** para 20%;
 * para 30%.