

OFERTA DA CANA-DE-AÇÚCAR NA REGIÃO NORTE-NORDESTE

ANTONIO HERMINIO PINAZZA

Orientador: JOSÉ FERREIRA DE NORONHA

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

P I R A C I C A B A
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro, 1978

A meus pais
a Estella, Eduardo e Fábio

AGRADECIMENTOS

Ao Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar - PLANALSUCAR, pelo efetivo e indispensável apoio a realização deste estudo.

Ao Professor Doutor José Ferreira de Noronha, pela motivação e eficiente orientação proporcionada.

Aos Professores Doutores Joaquim José de Camargo Engler e Geraldo Sant'Ana de Camargo Barros pela leitura do texto original e valiosas sugestões.

A minha esposa Ec. Dom. Estella Maria pela colaboração no levantamento e tabulação dos dados e solidariedade demonstrada nas fases difíceis.

Ao meu irmão Eng^o Agr^o Luiz Antonio Pinazza, colega de curso e companheiro de estudo, pela amizade sincera e aberta que nos une.

Finalmente, o meu reconhecimento a todos que contribuíram nas várias etapas deste trabalho.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
RESUMO	viii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
1. Importância do Problema	1
2. O Problema	11
3. Objetivos	13
CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA	14
CAPÍTULO III - METODOLOGIA	22
1. Informação Básica	22
1.1. Procedimentos e Tipos de Dados	22
2. Método	23
2.1. Aspectos Teóricos	23
2.2. Retardamento Distribuído	27
2.3. Modelos Econométricos	34
2.3.1. Modelo Matemático	34
2.3.2. Modelo Estatístico	34
2.4. Definição das Variáveis	36
CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO	38
1. Modelo Ajustado para a Equação Área Colhida	38
2. Modelo Ajustado para Equação de Rendimento Agrícola ..	41
3. Análise Econômica dos Resultados	44
CAPÍTULO V - CONCLUSÕES	50
SUMMARY	52

LITERATURA CITADA	56
APÊNDICE 1	60
APÊNDICE 2	64

LISTA DE TABELAS

Tabela nº		Página
1	Estimativa da Função de Resposta de Área <u>Co</u> <u>lhida</u> , Ajustadas aos Logarítmos das Variá <u>ve</u> <u>is</u> , para a Região Norte-Nordeste, pelo Mé <u>to</u> <u>do</u> dos Mínimos Quadrados Ordinários, 1948 a 1975	39
2	Estimativa da Função de Resposta de Rendimen <u>to</u> <u>Agrícola</u> , Ajustadas aos Logarítmos das <u>Va</u> <u>riáveis</u> para a Região Norte-Nordeste, pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários	42
3	Estimativas de Elasticidades de Resposta de Área Colhida e Rendimento Agrícola da Cultu <u>ra</u> <u>Canavieira</u> , no Curto e Longo Prazos, Mo- delo de Equação Única, Região Norte-Nordes- te, 1948 a 1975	45
4	Coeficientes de Elasticidade-Preço da Respos <u>ta</u> <u>de</u> Área Colhida em Cana-de-Açúcar para <u>Vá</u> <u>rias</u> Regiões e Estados	48
5	Informações Básicas Utilizadas para as Esti <u>ti</u> <u>mativas</u> das Equações de Área Colhida e Ren- dimento Agrícola para a Região Norte-Nordes <u>te</u> <u>te</u> , 1948 a 1975	61
6	Coeficientes de Correlação Simples entre <u>Lo</u> <u>garítmos</u> das Variáveis Seleccionadas na Equ <u>a</u> <u>ção</u> de Área de Cana-de-Açúcar, Região Norte- -Nordeste, 1948 a 1975	62

Tabela nº

Página

7	Coefficientes de Correlação Simples, Logarít <u>mos</u> das Variáveis Seleccionadas na Equação de Rendimento Agrícola da Cana-de-Açúcar, Regi <u>ão</u> Norte-Nordeste, 1948 a 1975	63
---	---	----

RESUMO

A cana-de-açúcar se reverte de elevada importância para o Brasil, principalmente para a Região Norte-Nordeste, onde tem um alto significado para sua vida econômica, considerando-se a grande quantidade de empregos diretos e indiretos advindos de seu cultivo. Essa Região, que representa cerca de 38% da área de cana cultivada no Brasil, na safra 77/78 será responsável por cerca de 31% da produção nacional de açúcar e 22% da produção nacional de álcool, sendo que a contribuição ao volume de açúcar exportado deverá ser da ordem de 48%.

Em face disso, o conhecimento das relações estruturais da oferta de cana-de-açúcar é de grande relevância na orientação da aplicação de medidas governamentais, pois seu instrumental analítico, propicia condições de avaliar o comportamento dos produtores e oferecer subsídios e indicações para tomadas de decisões dos órgãos do governo, a quem cabe controlar e disciplinar a produção e a comercialização da agro-indústria açucareira.

Este estudo tem como objetivo estimar as elasticidades-preço de resposta de área colhida, rendimento agrícola e oferta para a cana-de-açúcar, no curto e no longo prazo para a Região Norte-Nordeste, através da utilização de uma série temporal para o período de 1948/75.

Para isso empregou-se o modelo Nerloviano de retardamentos distribuídos e as equações foram ajustadas na forma logarítmica, pelo método dos mínimos quadrados ordinários (equações não simultâneas) e de dois estágios (equações simultâneas), sendo que o primeiro método apresentou resultados melhores.

Para a Região Norte-Nordeste, os modelos estimados explicaram respectivamente 96% e 79% das variações ocorridas na área colhida e no rendimento agrícola. Os coeficientes de elasticidades-preço para área colhida e rendimento agrícola foram respectivamente iguais a 2,35 e 0,29 no curto prazo e 2,44 e 0,47 no longo prazo, indicando que uma variação de 10% no preço real do produto pago ao canavicultor, acarretaria uma variação no mesmo sentido de 23,5% e 24,4% na área colhida e 2,9% e 4,7% no rendimento agrícola, ceteris paribus.

As elasticidades de ajustamentos indicam que os canavicultores estimulados pelo preço ajustam 96% da área desejada e 70% do rendimento desejado em um período produtivo.

As elasticidades de oferta no curto e longo prazo foram estimadas em 2,64 e 2,91, sugerindo que, com uma variação de 10% no preço real do produto, a quantidade de oferta variaria respectivamente, 26% e 29%, outras coisas permanecendo constantes.

Estes resultados indicam respostas a preços bem mais elevados do que se esperaria para a região estudada, principalmente quando comparados com os resultados de outras pesquisas realizadas para regiões de maiores níveis de produtividade no Centro Sul do País.

Os efeitos de medidas de incentivo à geração e introdução de novas tecnologias não foram estudados neste trabalho, porém, acredita-se que terão papel importante na modernização da agro-indústria do Norte-Nordeste. Assim sendo, novas pesquisas serão necessárias, não só para entender e quantificar melhor as respostas as políticas de preços como para estudar os efeitos econômicos das inovações técnicas que estão sendo produzidas.

CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO

1. Importância do Problema

A lavoura canavieira e a produção de açúcar são, no Brasil, tão antigas quanto a própria história do país^{1/}. O Brasil foi um dos primeiros países a produzir, em larga escala, açúcar de cana no mundo. Em 1.526, segundo se verifica nas cópias do Arquivo Nacional da Torre de Tombo, do Museu de Açúcar, em Recife-PE, foram anotados açúcares de Pernambuco e Itamaracá na alfândega de Lisboa.

Entretanto, registram-se nas literaturas que a cana-de-açúcar foi trazida ao Brasil por Martin Afonso de Souza, procedente da Ilha da Madeira, em 1.532 e introduzida na Capitania de São Vicente, hoje Estado de São Paulo, onde desenvolveu-se muito bem, originando-se a fundação do primeiro engenho de açúcar brasileiro: São Jorge dos Erasmos.

^{1/} A análise histórica é baseada em GODOY, D.P. et alii (1972).

Posteriormente, em 1.535, essa cultura foi introduzida em Pernambuco por Duarte Coelho, que fundou um engenho de açúcar denominado Nossa Senhora da Ajuda. Ambas as regiões progrediram bastante, sendo todavia o progresso em Pernambuco mais acentuado, obtendo, na época, grande supremacia como o maior productor nacional de açúcar. Desde então se firmava o papel de destaque da agro-indústria açucareira como fator dinâmico na formação econômico-social do país.

O núcleo básico em que se assentava a organiza-
ção social e econômica do Brasil-Colônia era a estrutura agrá-
ria fundamentada na grande propriedade rural, caracterizada pe
la monocultura extensiva e pelo trabalho escravo.

Quando em 1.624, se encerrou o primeiro período da colonização portuguesa, a lavoura, a indústria e o comércio de açúcar alcançavam importantes índices de progresso, existin-
do nessa ocasião, em todo o território nacional, 400 engenhos for
necendo a produção anual de 75.000 toneladas.

No século XVII, graças ao açúcar brasileiro, os portugueses conseguiram dominar o mercado europeu e o Brasil be
neficiou-se dessa fase de prosperidade. Segundo o historiador ROBERTO SIMONSEN (1.962), o valor da produção legada aos portu-
gueses, durante o período historicamente denominado "Ciclo do Açúcar", foi estimada em 200 milhões de libras esterlinas.

Já no século seguinte, a produção do açúcar en-
trava em declínio pela concorrência da produção das Antilhas e

desenvolvimento na Europa da indústria do açúcar de beterraba. A situação agravou-se ainda mais com o início do ciclo do ouro e dos diamantes que encareceu o preço dos escravos, mão-de-obra indispensável na época.

O declínio da mineração no fim do século XVIII permitiu novo florescimento da economia açucareira não só nas zonas tradicionais, Pernambuco e Bahia, como também na região de Campos - RJ e em algumas zonas de São Paulo.

Desde esse tempo, a indústria açucareira tem visto períodos altos e baixos na história econômica no Brasil. Entretanto, após as duas Grandes Guerras, que trouxeram profundas modificações no panorama econômico mundial, a produção açucareira encontrou condições favoráveis para sua expansão, sendo que durante a última década a produção praticamente dobrou em volume.

Segundo dados do IAA (1976), o Brasil assumiu praticamente a liderança no mercado internacional açucareiro ao se tornar o primeiro produtor mundial de açúcar, seja de cana ou de beterraba.

O Brasil possui uma área de 2.117.000 ha plantados com cana, sendo que destes, 1.932.000 ha são cultivados apenas para a indústria do açúcar e álcool. Presentemente as atividades açucareiras nacionais estão distribuídas ao longo de seu vasto território, se concentrando nos Estados de São Paulo, Pernambuco, Alagoas, Rio de Janeiro, Minas Gerais e Paraná que en-

globam 93,5% da área canavieira.

A produção média brasileira é de 7 milhões de toneladas métricas, sendo cerca de 65% consumida regularmente no país, proporcionando um consumo "per capita" de 42 kg de açúcar por ano. Seu excedente (35%) é exportado para mais de 50 países de todos os continentes.

Segundo BARROS (1968), a agro-indústria açucareira ocupa de 1 a 1,5 milhões de pessoas diretamente, às quais é acrescido um contingente móvel de aproximadamente 800 mil trabalhadores.

Pelo seu enorme valor econômico social, sua notável difusão geográfica, seu número de aplicações diretas e indiretas, e ainda pelo grande número de indústrias correlatas que traz consigo, a cana-de-açúcar, sem dúvida se constitui no suporte da maior indústria agrícola do país. Somente em usinas, o Brasil possui cerca de 209, sendo 88 na região Norte-Nordeste e 121 na região Centro-Sul.

No quinquênio 1970 a 1975 a produção brasileira proporcionou uma receita de divisas da ordem de US\$2,6 bilhões, proveniente somente do açúcar, sem contar o que foi gerado pelos sub-produtos - álcool e melaço - o que a elevaria seguramente a US\$ 3,0 bilhões. Em 1974 o açúcar se situou em primeiro lugar na pauta de exportação brasileira com o valor de US\$ 1,30 bilhões.

Por conseguinte, cabe destacar que no rol acima citado, não se considerou a produção de álcool. Com o advento da crise do petróleo e conseqüente elevação dos preços no mercado internacional, a mistura de álcool na gasolina ganhou importância para a economia nacional. Isso possibilitaria uma economia de divisas pela diminuição de petróleo e diminuição de dependência de fontes externas de energia, proporcionando maior auto-suficiência e maior independência nas barganhas internacionais.

Assim, somando-se a isso as condições ecológicas extremamente favoráveis para a cultura canavieira, num país em que essa atividade econômica constitui uma tradição desde os tempos coloniais, abrem-se perspectivas altamente promissoras para a agro-indústria açucareira nacional.

Uma das principais vantagens do Brasil reside no fato de possuir duas épocas distintas de colheita, o que o coloca em situação privilegiada perante os demais produtores de açúcar do mundo. Apenas alguns países como os Estados Unidos e a China se beneficiam desse beneplácito da natureza, pois produzem açúcar oriundo da cana e da beterraba em áreas e períodos distintos, porém ao contrário do Brasil, não em condições de auto-suficiência.

De acordo com ZINK e GONÇALVES (1969), essa peculiaridade permite ao Brasil reduzir os custos de armazenamento do produto acabado, obter um abastecimento interno mais constante e racionalizar a produção com vistas à exportação.

A caracterização de duas diferentes regiões brasileiras produtoras de açúcar fez com que, para fins de comercialização, o território nacional se dividisse em duas áreas, Norte-Nordeste e Centro-Sul, de acordo com o disposto no Artigo 2, da Lei nº 5654, de 14/05/1971.

Essa normalização e outras mais, adiante destacadas, ligadas à política da agro-indústria açucareira nacional, vem sendo dirigidas pelo Instituto do Açúcar e do Alcool (IAA), desde 01/06/1933, criado que foi pelo Decreto 22.789, para substituir a antiga Comissão de Defesa da Produção Açucareira.

Desde a época da Comissão, a produção açucareira é controlada para evitar o desequilíbrio entre a oferta e demanda de açúcar, tentando-se através do sistema de quotas inibir o aviltamento dos preços do produto.

Para possibilitar uma melhor compreensão de desenvolvimento da agro-indústria açucareira, no período 1948/75, base deste trabalho, algumas das principais medidas implantadas, serão aqui ressaltadas.

Assim, o ano de 1946 merece menção especial, pois marca o início de modificações na orientação da política açucareira nacional através do decreto 9827, de 10/11/46, que autorizou o IAA a proceder uma revisão nas quotas de produção das usinas em todo o território nacional para atender, as exigências do consumo, expansão da produção dos estados, deficit entre a oferta e a demanda nos estados e o reajustamento das usinas em dese

conomia de escala.

Como consequência dessa medida inicial, ocorreu um aumento da produção em virtude da expansão dos mercados interno e externo e alterações nas quotas de produção num mesmo ano.

Em 1948, através do decreto 25174-A, o IAA adotou medidas de estímulo à produção alcooleira do país para fins carburantes e também para aumentar o consumo de álcool-motor no País.

Essas medidas foram acompanhadas de reestruturação do IAA, no período de 1942 a 1951, quando a autarquia passou por uma série de transformações que visavam dar maior segurança e orientação às modificações que se processavam no meio canavieiro.

A década de 1950, segundo SZMRECSANYI (1976), "transcorreu sob signo da expansão da agro-indústria canavieira. Essa expansão foi determinada, em boa parte, pela crescente demanda no mercado interno, então sob os efeitos de uma intensa urbanização e industrialização. Mas ela também foi além, com a produção de açúcar superando amplamente o consumo nacional, fazendo com que o Brasil voltasse a figurar entre os grandes exportadores do produto".

Não se defrontava, na época, com o problema da superprodução, pois caso essa ocorresse, parte da cana seria des-

tinada à obtenção do álcool direto e os possíveis excedentes de açúcar enviados ao mercado externo.

O período de 1960 a 1968 representou a concentração de esforços, visando incrementar as exportações, em face das perspectivas que se abriram ao Brasil devido a revolução cubana (na época Cuba era o principal exportador de açúcar aos EUA). Cuba foi excluída do Mercado Preferencial Norte-Americano, o que levou o Brasil a aumentar seu volume de vendas aos americanos.

O Brasil estabeleceu um recorde de produção de açúcar na safra 61/62. Já nas safras seguintes de 62/63 e 63/64, houve uma queda de produção, em virtude de grandes alterações climáticas e de problemas sócio-políticos.

A produção da safra 65/66 caracterizou-se por um aumento vertiginoso na quantidade de açúcar, o que levou a uma inalteração dos preços pagos pelo IAA na safra 66/67 devido a superprodução. Para a safra 67/68 efetuou-se um reajuste de preço baseado em custos de produção agrícola e industrial.

No período de 1965/68 o IAA passou por várias modificações institucionais onde as medidas implantadas em 1965, durante a superprodução, foram melhor elaboradas e transformadas em decretos-leis. De importância, destaca-se o Decreto nº 4870 que representou uma consolidação e reforma da legislação relativa ao planejamento da agro-indústria canavieira.

Como cita SZMRECSANYI (1976) "com essa orientação pretende-se, de um lado, estimular a produção de matéria prima de melhor qualidade, capaz de propiciar maiores rendimentos industriais (quilos de açúcar por toneladas de cana); e do outro, ao desvincular os preços da cana e do açúcar, reduzir a participação da primeira nos custos de produção do segundo. Além disso pretende-se evitar que a produção de cana fosse condicionada pela evolução dos preços do açúcar, dando origem a situações de superprodução ou de escassez de matéria-prima. Devido a dificuldades "operacionais", o dispositivo em questão só foi adotado formalmente a partir do Plano de Safra 1968/69".

Por esse decreto surgiram normas e o sistema de contingenciamento da produção açucareira. A autarquia fixou quotas para cada usina, em função das possibilidades de exportação e necessidades do suprimento interno, e estabeleceu preços diferenciados para as regiões Norte-Nordeste e Centro-Sul. O preço da cana foi desvinculado ao do álcool, do açúcar e do rendimento industrial das usinas. Esses preços da cana passariam a compreender um valor fixado, em função do levantamento de custos de produção anuais realizados pelo IAA.

O estabelecimento do preço da cana, no início, era fixado com bases em exames contábeis realizados em usinas das regiões Centro-Sul e Norte-Nordeste, selecionadas de acordo com uma estratificação de grande, média e pequena usina. Posteriormente o preço foi fixado com base nos custos dos fatores de produção da cultura determinadas pela Fundação Getúlio Vargas,

por solicitação do IAA, que realizou pesquisa de campo, por amostragem, nas regiões canavieiras do país. Desde 1975, um novo levantamento está sendo realizado pela mesma instituição.

Outras considerações podem ser levantadas com base em uma análise iniciada com a criação do Estatuto da Lavoura Canavieira, que disciplina as relações entre indústrias e os plantadores de cana, estabelecendo que 50% da cana será fornecida pelos fornecedores e outros 50% pela própria usina.

Antes da criação do Estatuto, segundo CARLI (1943), "o plantador de cana em São Paulo (que representa, respectivamente, 75% e 87% da produção de açúcar e álcool do Centro-Sul), surgia quando o preço do açúcar subia, regredia à proporção que os preços diminuiam e submergia quando o recalque de preços se prolongava".

Assim, a regulamentação trazida pelo Estatuto fazia com que as usinas cuidassem do desenvolvimento do setor industrial, carreando os recursos disponíveis e necessários, enquanto que a matéria prima requerida para a produção de açúcar era dividida entre plantadores independentes e as próprias usinas.

O período de 1969/74 caracterizou-se pela adoção de medidas de reorientação geral, ou seja: a) incentivou a fusão, realocização e incorporação de usinas; b) promoveu a construção de terminais açucareiros; c) concedeu financiamento pa-

ra aquisição de máquinas agrícolas, veículos e outros bens pelas cooperativas de fornecedores; d) através da criação do PLANALSUCAR - Programa Nacional de Melhoramento da Cana-de-Açúcar - promoveu-se a melhoria da qualidade da cana-de-açúcar e racionalização de sua produção.

Trata-se em síntese da racionalização e modernização da agro-indústria açucareira e da ascensão pelo Brasil, à posição de principal exportador mundial de açúcar dentro de alguns anos.

2. O Problema

Sendo atualmente o desafio econômico brasileiro a promoção de medidas adequadas que enfrentem aceleradamente o desequilíbrio em seu balanço de pagamentos, em decorrência da crise internacional do petróleo, pode-se constatar o alto relevo que constitui para a economia nacional, o parque agro-industrial canavieiro.

Como essa crise apresenta perspectivas permanentes, em anos próximos, devido ao esgotamento das reservas petrolíferas do mundo, essa situação fez emergir o mesmo problema energético surgido durante a II Guerra Mundial, ou seja, retornar-se à mistura álcool/gasolina. Atualmente essa medida está sendo acionada pela necessidade de rarear a importação de petróleo como medida poupadora de divisas, ao passo que nos anos de 45 a situação envolvente era completamente outra, onde a importação

de petróleo era dificultada pela guerra submarina.

Entretanto, essa intenção de mistura carburante deve ser seguida por inúmeras outras medidas, destacando-se as que dizem respeito à expansão das áreas de cultivo e elevação dos rendimentos agrícolas e industriais, profundamente escudadas nos trabalhos do PLANALSUCAR, de modo que o volume de matéria prima destinada à produção do álcool direto não afete a oferta dos demais subprodutos da exploração canavieira, principalmente o açúcar.

Em face disso, a cana-de-açúcar se reverte de elevada importância para o Brasil, principalmente para a Região Norte-Nordeste, onde a exploração canavieira tem um grande significado para sua vida econômica, considerando-se a grande quantidade de empregos diretos e indiretos advindo de seu cultivo. Essa Região, que representa cerca de 38% da área de cana cultivada no Brasil, na safra 77/78 será responsável por cerca de 31% da produção nacional de açúcar e 22% da produção nacional de álcool, sendo que a contribuição ao volume de açúcar exportado será da ordem de 48%.

Assim, estudos que indiquem reações dos produtores canavieiros da Região Norte-Nordeste a estímulos econômicos que recebem, permitem uma aprimorada orientação de todo processo produtivo desencadeado nessa área geográfica. Dentre esses estudos destaca-se o de oferta que propicia, com todo o seu instrumental analítico, condições de avaliar o comportamento dos

produtores e oferecer subsídios e indicações para tomadas de de ci sões dos ó rg ãos governamentais, a quem cabe controlar e disci plin ar a produção e a comercialização da agro-indústria açuca-reira pelo regime de cotas, anualmente fixadas com base nos es-toques e prognósticos dos mercados internos e externos.

3. Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral analisar as relações de oferta agregada da cana-de-açúcar para a Região Nor te-Nordeste do Brasil. Os objetivos específicos são:

a) Estimar as elasticidades de oferta agregada, a curto e longo prazo, para a Região Norte-Nordeste.

b) Estimar as relações de resposta da á r ea colhi-da a curto e longo prazos, para a cultura canavieira na Região Norte-Nordeste.

c) Estimar relações de resposta de rendimento cul tural, de cana-de-açúcar para a Região Norte-Nordeste.

d) Sustentado pela teoria da oferta e com base nos resultados obtidos, proporcionar elementos aos ó rg ãos gover-namentais que possam ser úteis na adequação de medidas incenti-vadoras à expansão da produção canavieira e seu conseqüente efei-to no rendimento industrial.

CAPÍTULO II - REVISÃO DA LITERATURA

Em países predominantemente agrícolas a resposta de produção pelos produtores rurais, em relação às mudanças em variáveis econômicas, tem proporcionado vasta gama de estudo e discussão. A extensão da resposta, em diversos países e nas diferentes culturas tem um grande significado em relação ao fornecimento de indicações aos órgãos governamentais para formularem políticas econômicas adequadas.

Dentre os trabalhos consultados, os que propiciaram uma orientação para este estudo foram:

DELFIM NETTO et alii (1965), analisaram os problemas advindos do crescimento não harmônico do setor agrícola e os outros setores da economia. Para efeito desse trabalho dividiram o país em três macro-regiões agrícolas: Centro-Sul, Norte-Nordeste e enfatizaram que o desenvolvimento agrícola entre regiões era bastante diversificado. Constataram a ocorrência de alterações na produção e área, devido ao estímulo nos preços re

lativos, com base no modelo de ajustamento parcial da oferta. Estimaram coeficientes de elasticidade para diversos produtos divididos em dois grupos: os consumidos "in natura" e aqueles que foram passíveis de transformação industrial. Alguns produtos foram distintamente considerados para avaliar a sensibilidade da oferta aos preços, alternando-se a área e a produção como variáveis dependentes.

BRANDT (1966), apresentou um estudo sobre estimativas de oferta no Estado de São Paulo, para os seguintes produtos agrícolas: milho, algodão, arroz, mamona, amendoim e batata. Com dados temporais de 1948/63 estimou as relações estruturais para a oferta desses produtos, através do modelo de retardamento distribuído e o método dos mínimos quadrados ordinários. Verificou-se evidências de respostas dos agricultores aos estímulos de preços. O milho obteve uma elasticidade a curto prazo de 0,45 e a longo prazo 2,55, o algodão 0,94 e 1,51, arroz 0,62 e 4,10, mamona 0,56 e 0,99, amendoim 1,53 e 3,40 e batata 0,34 e 1,62.

PASTORE (1973), em estudo sobre a resposta da produção agrícola aos preços no Brasil e utilizando dados de produção, área cultivada e preços pagos aos produtores para os principais produtos agrícolas do país, no período de 1945 a 1965, estimou funções de oferta para algodão, amendoim, arroz, cana, cebola, feijão, fumo, mamona, mandioca e milho. Os dados utilizados foram publicados pelo Serviço de Estatística da Produção (SEP)

do Ministério da Agricultura, onde, para o caso da cana-de-açúcar, não trabalhou com os dados de preço do produto estabelecido anualmente pelo Instituto do Açúcar e do Alcool.

O autor analisou teoricamente as vantagens e desvantagens econométricas em estimar curvas de oferta pela função de produção, especificando a Cobb-Douglas, e pelo modelo defasado de Nerlove.

Para efeito desse trabalho o autor estimou e analisou os resultados das funções de oferta agregada para o Brasil e para as regiões Nordeste, englobando os estados que se estendem do Maranhão até a Bahia, e Centro-Sul - abrangendo Minas Gerais, Espírito Santo, Mato Grosso, Goiás, mais os Estados do Sul, exceto São Paulo, que foi estudado separadamente por possuir dados mais fidedignos.

O autor concluiu pela rejeição da hipótese de comportamento irracional dos agricultores na alocação de seus recursos, pois no ajustamento das equações foram encontradas significancias para quase todos os produtos e regiões assinaladas para a variável preço defasado, tendo sido a cana-de-açúcar uma das excessões.

Quando estimou a função de oferta agregada da cana-de-açúcar para o Brasil, o sinal do coeficiente da variável preço defasado foi inconsistente, tendo o autor ressaltado que tratava-se de um produto com características diferentes dos de-

mais (cultura semi-perene), com uma defasagem entre o plantio e a colheita superiores a um ano. Mesmo aumentando a defasagem da variável preço do produto, o coeficiente da variável defasada não aumentou sua significância. Reestimou a oferta de cana sob as hipóteses de expectativas estáticas e de ajustamento instantâneo e obteve significância pelo menos a 1% para todas as variáveis independentes, ou seja, preço defasado e tendência. O coeficiente de Durbin-Watson não acusou a presença de auto-correlação nos resíduos, apesar da omissão da variável defasada, o que sugere que a especificação do modelo é adequado para a cultura canavieira. A elasticidade a curto prazo para a cana foi 0,156 e o coeficiente de ajustamento 1,00.

No caso das funções de oferta para o Nordeste, em cinco produtos, dos dez estudados, não foi possível captar sensibilidade da produção aos preços, estando inclusos dentre esses, a cana-de-açúcar. A variável preço defasado no tempo $t-1$ apresentou-se com significância estatística. As elasticidades de curto e longo prazo e o coeficiente de ajustamento não foram apresentados.

Para a região Centro-Sul, o autor estimou a oferta da cana-de-açúcar utilizando como variável explicativa os preços em $t-2$ e a tendência. Verificou um aumento na significância da variável preço e apesar do coeficiente de Durbin-Watson acusar uma auto-correlação sensível, a inclusão da variável área defasada ($Y_t - 1$) não foi significativa. As elasticidades de cur-

to e longo prazo foram 0,26 e o coeficiente de ajustamento igual a 1.

Para São Paulo, somente quando os preços dos fatores de produção foram incluídos é que se pode captar a significância dos preços em $t - 1$, embora a melhoria tenha sido bastante reduzida. A área cultivada Y_{t-1} não comparece, também nesse caso, significativamente e a relação em que se exclui a área defasada em um período e se inclui a tendência, apresenta melhores resultados. As elasticidades de curto e longo prazos foram 0,12 e o coeficiente de ajustamento igual a 1.

Como complemento do trabalho o autor analisou os problemas dos dados estatísticos utilizados reconhecendo que não existe um controle de qualidade dos mesmos e que as informações estatísticas do SEP são de qualidade precárias. Já para o Estado de São Paulo os critérios de apuração são diferentes e o Instituto de Economia Agrícola apresenta dados mais fidedignos.

PANIAGO et alii (1970), trabalhando com uma série temporal de 1945/67, estudaram a estrutura de oferta de algodão para o estado de Minas Gerais, utilizando o modelo de retardamento distribuído e a técnica dos quadrados mínimos em dois estágios. Encontraram resposta positiva do plantio de algodão aos preços relativos, estimando a elasticidade de preço a curto prazo em 0,30 e, de modo geral, os valores a longo prazo foram duas vezes maiores que a curto prazo. Concluíram que os modelos analisados sugeriam que, em Minas Gerais, algodão e milho

eram culturas complementares. Este estudo concluiu que há uma oferta inelástica para a cultura de algodão em Minas Gerais.

TOYAMA e PESCARIN (1970), elaboraram um estudo sobre projeções de oferta agrícola para o estado de São Paulo. Utilizando o modelo de retardamento distribuído, com dados temporais de 1948/69 e estimando as equações de regressão múltipla pelo método dos mínimos quadrados, obtiveram os seguintes resultados para a cultura canavieira: a) Elasticidade-preço de resposta de área a curto prazo e longo prazo foram 0,267 e 0,395 respectivamente; b) Coeficiente de ajustamento para área igual a 0,675 e c) Elasticidade preço da produção 0,611. Os autores usaram como variáveis independentes preço da cana no ano $t - 1$, tendência, salário mínimo deflacionado no ano $t - 2$, índice de preços de adubos e área plantada de cana no ano $t - 1$. As variáveis salário mínimo deflacionado no ano $t - 2$ e índice de preços de adubos apresentaram sinais incoerentes com a teoria econômica.

RIBEIRO (1974), estimou relações estruturais de oferta de cana-de-açúcar no Estado de Minas Gerais pelo modelo de retardamento distribuído. Utilizou dados da série temporal de 1947/70, não aplicando os preços estabelecidos pelo Instituto do Açúcar e do Alcool anualmente e sim aqueles encontrados, a partir do valor da produção e da quantidade produzida publicados pela EAPA/SUPLAN. Empregou como variáveis independentes o preço da cana defasado em $t - 2$, a área defasada em $t - 2$ e a ten-

dência para estimar a relação de resposta para área colhida. Na estimativa de resposta de rendimento cultural, as variáveis independentes utilizadas foram preço defasado em $t - 2$, rendimento defasado em $t - 2$, preço de fertilizante defasado em $t - 2$ e tendência.

As equações de regressão múltipla foram estimadas pelo sistema de equações simultâneas e não simultâneas, aplicando o método dos mínimos quadrados e obteve os seguintes resultados: a) As elasticidades-preços de resposta, de área e de rendimento no curto prazo foram iguais a 1,11 e 0,32, respectivamente; b) As elasticidades-preço de resposta de área e de rendimento cultural a longo prazo foram iguais a 2,66 e 1,6, respectivamente e; c) As elasticidades de oferta a curto e longo prazos foram iguais a 1,43 e 4,26, respectivamente.

NAMEKATA (1977), analisou as variáveis que afetam a área colhida e o rendimento cultural de citros no estado de São Paulo. Através de informações colhidas no período 1948 a 1975, procurou obter as elasticidades preço de oferta de citros, no curto e longo prazo, utilizando-se de diversos métodos. Os modelos biequacionais e simultâneos com variáveis "dummy" apresentaram melhores resultados em termos estatísticos. A elasticidade-preço de resposta à área a curto prazo foi de 0,53 para 1951/58 e 0,19 para 1959/75. A elasticidade preço-resposta de rendimento foi de 0,21 para o modelo biequacional e 0,15 para o modelo simultâneo.

Para efeito de definição de variáveis e metodologias utilizadas, vários outros estudos sobre a oferta de produtos agrícolas foram consultados, a saber, ROSSO (1973), ROJAS (1973), SAYLOR (1973), TACHIZAWA (1973), PINHEIRO (1973), FERREIRA (1974), LADEIRA (1974), CROCOMO (1974). Alguns outros trabalhos que analisaram a oferta e a demanda também foram pesquisados, mencionando-se dentre esses, CARMO (1973), REBELLO (1973), MARTIN E PEREZ (1975) e TAMAKI (1976).

CAPÍTULO III - METODOLOGIA

1. Informação Básica

1.1. Procedimentos e Tipos de Dados

A Região Norte-Nordeste engloba para efeito deste trabalho, os Estados da Paraíba, Ceará, Pernambuco, Alagoas e Bahia, que representam aproximadamente 92,4% da produção canavieira regional.

Os demais Estados da Região, Pará, Maranhão, Piauí, Rio Grande do Norte e Sergipe, que respondem pelos 7,6% da produção canavieira restantes, não foram incluídas na produção total, por não terem sido integrantes nos últimos levantamentos da FIBGE, de cujas publicações foram extraídas informações sobre produção, área colhida e rendimento agrícola.

As informações relativas a essa Região, necessárias para o desenvolvimento do presente estudo, se originam de fontes secundárias obtidas em publicações da FIBGE (1948/75), IAA

(1976) e IEA (1976) e cobrem o período de 1948 a 1975, envolvendo, portanto uma série temporal de 28 anos.

Os dados utilizados se referem à área colhida (ha), preços de fertilizantes (Cr\$/t), preços da cana-de-açúcar (Cr\$/t) fixados pelo IAA para a Região Norte-Nordeste e precipitação pluviométrica (mm/ano) para a cidade de Recife-PE, conforme a tabela 8, (apêndice 1).

Os preços foram deflacionados de acordo com o índice geral de preços nº 2, base 1965/67 = 100, da Fundação Getúlio Vargas.

2. Método

2.1. Aspectos Teóricos

Por oferta de um bem entende-se a relação direta entre as diversas quantidades do determinado bem que uma firma colocaria no mercado, por unidade de tempo e operando em condições de competição perfeita, a todos os possíveis preços alternativos, ceteris paribus.

Como o mercado da concorrência pura destaca uma série de condições para caracterizá-lo, verifica-se que o empresário, quando submetido a este regime, torna-se um tomador de preços, o que faz com que a oferta exprima uma relação direta entre preços e quantidades em disponibilidade para venda, por unidade de tempo.

Em competição perfeita o ponto mais baixo da curva de custo variável médio (CVM) tem grande importância, pois a curva de custo marginal (C_{Ma}) a partir deste ponto, constitui a curva de oferta da empresa, que apresenta as quantidades de produto que a empresa se dispõe a oferecer a diferentes preços.

Esta conclusão é derivada da condição de primeira ordem para maximização do lucro, que matematicamente pode ser expressa como segue:

$$\begin{aligned} \text{Seja: } \pi &= RT - C \quad \text{onde} & RT &= P \cdot Y \\ & & C &= F(Y) + K \end{aligned}$$

onde π é a função lucro; RT é a receita total em função de preços constantes (P^*) e quantidade (Y) e C é o custo total em função do custo variável $F(Y)$ e do custo fixo (K).

$$\pi = P^* \cdot Y - F(Y) + K$$

A condição de 1.^a ordem para máximo lucro é:

$$\frac{d \pi}{d Y} = P^* - \frac{d F(Y)}{d Y} = 0 \quad \text{onde} \quad \frac{d F(Y)}{d Y} = C_{Ma}$$

$$P^* = C_{Ma} \quad (I)$$

A condição de 2.^a ordem é:

$$\frac{d^2 \pi}{dy^2} > 0 \quad \frac{d^2 F(y)}{dy^2} > 0$$

que requer portanto, que a inclinação da curva de custo margi-

nal seja positiva.

Sendo custo marginal (C_{Ma}) função monotônica da quantidade de (Y), pode-se escrever a relação (I) sob a forma de $Y = S(P^*)$, onde a quantidade produzida é uma função de preço de mercado, ou como já foi escrito acima, a curva de oferta da firma é dada pelo segmento ascendente da curva do C_{Ma}, na faixa relevante desta, que se inicia no ponto onde o CVM é mínimo.

Em razão disso, comumente denomina-se o ponto em que o CVM é mínimo de "ponto de fechamento da firma".

Desta forma a sensibilidade dos empresários pode ser analisada pelas suas reações em alterar a produção quando ocorre uma alteração no preço do produto. Esta análise é feita através da elasticidade-preço da oferta, cuja fórmula para sua avaliação é:

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

onde: E_p é o coeficiente de elasticidade-preço da oferta; Q é a quantidade ofertada do produto; e P é o preço do produto.

Ao se estudar a oferta no mercado pode-se dividir o lado da produção ou do custo de mercado em diversos perí

dos de tempo. Assim, o ajustamento da produção das firmas, face a oscilação de preço, está ligada ao período de tempo onde a análise das reações das firmas é geralmente considerado em termos de elasticidade de oferta a curto prazo. Neste caso o volume de produção pode variar até um determinado limite, pois alguns fatores permanecem fixos. Já na elasticidade de oferta a longo prazo, como todos os fatores variam, o nível de produção pode modificar mais significativamente.

Segundo NERLOVE (1965), o que diferencia as elasticidades de curto e longo prazos é o fato dos agricultores acharem que os preços se manterão indefinidamente, o que faz com que a elasticidade de oferta a curto prazo seja inferior ou igual a elasticidade de longo prazo. É preciso salientar que devido a ocorrência de dois modelos (o de expectativas adaptadas e o de ajustamento parcial) que "explicam o comportamento da oferta, faz-se necessário especificar as características da produção agrícola, indagando se existem razões para supor que os fatores são relativamente fixos no curto prazo, e obter informações sobre como os agricultores formam suas expectativas relativamente aos preços do produtor e dos fatores. No caso da cana-de-açúcar, como ocorre a intervenção do governo, através do IAA, os preços pagos aos canavicultores são fixados com antecedência, removendo a incerteza do mercado, pois os preços pagos em $t + 1$ são efetivamente conhecidos em t , ou seja, no momento da decisão sobre "o quanto" produzir. Assim, na cultura canavieira as indicações são favoráveis à existência de uma certa rigidez a curto prazo

na mobilidade dos fatores.

2.2. Retardamento Distribuído

Os retardamentos distribuídos têm servido de base para a estimação de equações baseadas em processos dinâmicos, razão de sua utilização em estudos de oferta baseados na hipótese de que os agricultores reagem aos preços do ano anterior e relacionam a resposta de produção a este preço.

Este modelo matemático aparece na teoria para explicar, por exemplo, como uma alteração no preço causa um efeito sobre a produção somente depois de um determinado período de tempo.

FISHER (1966) foi quem primeiro estudou e usou esse tipo de efeito e o denominou de retardamento distribuído.

As inúmeras causas que provocam o retardamento distribuído podem ser assim agrupadas: a) psicológica- refere-se à defasagem de tempo entre a variação no preço corrente, a constatação real por parte dos produtores de que realmente ocorreu uma modificação no preço e o ajustamento de expectativa baseado nessa mudança; b) física- refere-se ao menor espaço de tempo necessário para ajustamento da produção do ponto de vista físico ou biológico, que pode ser ao longo de meses ou anos; c) econômica- refere-se ao mínimo período de tempo necessário para que os ativos fixos das firmas possam ser alterados.

Matematicamente as funções de área colhida e rendimento agrícola podem ser representadas, respectivamente, pelas seguintes relações:

$$(II) \quad A^* = a_0 + \sum_{j=1}^K a_j x_j \quad (III) \quad R^* = c_0 + \sum_{j=1}^Z a_j x_j$$

sendo K e Z número de variáveis independentes, onde A^* e R^* são a área colhida e o rendimento agrícola desejados a longo prazo, a_0 é a intercepção em A^* , c_0 é a intercepção em R^* , a_j são os coeficientes de todas as variáveis independentes dos modelos.

A representação da função de área colhida (II) traduz uma relação de comportamento, onde se supõe que os produtores procuram agir no sentido de eliminar o desequilíbrio existente entre a área colhida atual e a desejada a longo prazo. Já a função de rendimento agrícola (III) representa uma relação de comportamento, onde se espera que os produtores eliminem o desequilíbrio existente entre o rendimento agrícola atual e o desejado a longo prazo. Os ajustamentos realizados entre o período $t - 1$ e o período t são proporcionais ao ajustamento total desejado no longo prazo e desde que ocorram alterações nas variáveis independentes que afetam a área colhida e o rendimento agrícola, podem ser assim representadas:

$$(IV) \quad A_t - A_{t-1} = b_1 (A^* - A_{t-1}) \quad (V) \quad R_t - R_{t-1} = b_2 (R^* - R_{t-1})$$

onde $0 < b_1 < 1$ e $0 < b_2 < 1$; A_t e R_t são, respectivamente, a área colhida e o rendimento agrícola no período corrente; A_{t-1}

e R_{t-1} são, respectivamente, a área colhida e o rendimento agrícola obtidos no ano anterior; b_1 e b_2 são os coeficientes ou elasticidades de ajustamentos que representam, respectivamente, os desequilíbrios da área colhida atual com a planejada e o rendimento agrícola atual com o planejado, que podem ser eliminados em um período; A^*_t e R^*_t são, respectivamente, a área colhida e o rendimento agrícola desejados no longo prazo.

As equações (IV) e (V) não podem ser estimadas, pois a área colhida e o rendimento agrícola desejados em equilíbrio no longo prazo não podem ser observados, porque os preços variam constantemente e também por depender de variáveis não observáveis no mercado. Assim, obtem-se as equações para A_t e R_t , pelas substituições de (II) em (IV) e (III) em (V), que não são propriamente funções de área colhida e rendimento agrícola, mas relações entre variáveis observáveis que podem ser estimadas estatisticamente.

$$(VI) \quad A_t = b_1 a_0 + b_1 \sum_{j=1}^K a_j x_j + (1 - b_1) A_{t-1}$$

$$(VII) \quad R_t = b_2 a_0 + b_2 \sum_{j=1}^K a_j x_j + (1 - b_2) R_{t-1}$$

Através das equações (VI) e (VII) derivam-se as elasticidades para área colhida e rendimento agrícola de curto e longo prazo, como também as elasticidades de ajustamentos ocorridas de acordo com o desejo dos produtores.

Quando as equações (IV) e (V) são estimadas com os logarítmos das variáveis, os coeficientes de ajustamentos ou valores de elasticidades b_1 e b_2 são obtidos subtraindo-se os coeficientes das variáveis dependentes retardadas da unidade e as estimativas dos coeficientes de elasticidades a longo prazo obtêm-se pelas divisões dos respectivos coeficientes de regressões pelas elasticidades ou coeficientes de ajustamentos (b_1 e b_2).

Para a definição das relações econômicas apresentadas neste estudo, cuja descrição será feita a seguir, a teoria da oferta e os conceitos nela inseridos são importantes, pois a condição de máximo lucro, definido o estágio tecnológico, numa hipótese em que vários fatores são empregados para produzir vários produtos, implica que o valor do produto marginal de cada um dos fatores de produção utilizados deve ser igual a seu preço e a taxa marginal de substituição entre fatores deverá igualar às relações de preços entre os fatores.

Portanto, pelas condições expostas, conclui-se que o nível de produção de um produto, que no caso deste estudo é a cana-de-açúcar, dependerá teoricamente do: a) preço esperado do produto (cana-de-açúcar); b) preços esperados de produtos competitivos; c) preços dos fatores de produção; d) nível de tecnologia; e e) fatores não econômicos que influenciam a produção, no caso a precipitação pluviométrica.

Considerando-se que a produção de cana-de-açúcar pode ser aumentada pelo incremento da área colhida, aumento da

produtividade agrícola, através do emprego de fatores de produção, ou ainda pela interação das duas formas, procurou-se neste estudo usar modelos ajustados para área colhida e para rendimento agrícola, com as respectivas variáveis que os influenciam, onde as seguintes relações foram estabelecidas.

Área colhida = f (área colhida defasada; preço da cana-de-açúcar defasado; preço do produto competitivo defasado; precipitação pluviométrica; e tendência).

Como pelo modelo de retardamento distribuído há a pressuposição de que ocorre um retardamento no sistema econômico, implicando em que o preço anterior representa uma influência nas tomadas de decisões dos produtores, utilizou-se o preço da cana-de-açúcar com uma defasagem de um ano para a Região Norte-Nordeste.

Esse retardamento foi empregado em função do ciclo vegetativo da cultura canavieira, na Região em estudo e do mês (maio) em que normalmente se divulga o preço da tonelagem da cana-de-açúcar no Plano de Safra, editado anualmente pelo IAA. Na Região Norte-Nordeste a fase de plantio se processa nos meses de junho a setembro, conforme a incidência de chuvas. A colheita se realiza nos meses mais secos do ano, indo de setembro a março e a produção é entregue no máximo 48 horas após a colheita de acordo com o que rege o Plano de Safra do IAA.

Como este estudo se caracteriza por uma grande abrangência geográfica, torna-se difícil selecionar culturas competitivas, principalmente para a cana-de-açúcar que devido servir de matéria prima para as unidades industriais, necessita de uma infra-estrutura elevada, que inibe em grande parte a aplicação dos seus requerimentos tecnológicos de uma cultura semi-perene para outros tipos de exploração agrícola. Apesar dessa dificuldade, tentou-se selecionar produtos alternativos (bovinocultura) que de acordo com observações empíricas, poderiam deslocar a curva de oferta da cana-de-açúcar.

A variável precipitação pluviométrica não defasada foi introduzida no sentido de se tentar medir a influência de sua variação na área colhida, no período considerado.

A variável tendência, expressa em anos, foi introduzida para evitar que sua omissão superestimasse o coeficiente de elasticidade longo prazo. Segundo PASTORE (1973), "o fato empiricamente constatado de que as séries de área cultivada apresentam fortes tendências crescentes atribuídas, pelo menos em parte, a deslocamentos sistemáticos de variáveis que possam ser descritas por uma "tendência", faria com que a omissão da variável tempo provocasse um viés de especificação no coeficiente de A_{t-1} , superestimando em consequência, o coeficiente de elasticidade de longo prazo".

As relações estabelecidas na equação para rendimento agrícola são:

Rendimento = f (Rendimento agrícola defasado; preço da cana-de-açúcar defasado; preço do fator de produção defasado; e precipitação pluviométrica defasada).

No caso da cultura canavieira pode-se obter quatro colheitas quando uma plantação é bem conduzida, porém no Brasil os canaviais raramente são mantidos além do terceiro corte a fim de se evitar cortes não econômicos. Por esta razão procurou-se neste trabalho testar várias defasagens nas variáveis introduzidas na equação, baseado na ocorrência de que, segundo ZINK e GONÇALVES (1969), "a produção do primeiro corte permite cobrir as despesas de formação da lavoura canavieira e os cortes posteriores garantem a lucratividade do empreendimento, por envolver menos despesa".

A inclusão do preço do fator de produção retardado, no caso o preço do fertilizante, deve-se a sua relevância para a decisão de aumento de rendimento. Como no caso da cana-de-açúcar a aplicação de fertilizantes é de suma importância para o aumento de sua produtividade agrícola em qualquer fase da cultura, seja cana planta, soca ou ressoca, o seu preço em períodos anteriores influencia o estabelecimento de um determinado nível técnico que caracteriza um rendimento agrícola.

Já a variável precipitação pluviométrica defasada foi incluída devido a sua grande influência na produtividade, como fator não econômico, onde uma seca pronunciada em um ano, pode causar severas perdas no rendimento dos cortes poste-

riores devido a uma frágil brotação e um desenvolvimento fisiológico deficiente.

2.3. Modelos Econométricos

2.3.1. Modelo Matemático

As equações de área colhida e rendimento agrícola foram ajustados aos logaritmos das variáveis e podem ser expressos, respectivamente, da seguinte maneira:

$$A_t = b_{10} + b_{11} A_{t-1} + b_{12} P_{t-1} + b_{13} Pb_{t-1} + b_{14} V_t + b_{15} T$$

$$R_t = b_{20} + b_{21} R_{t-i} + b_{22} P_{t-i} + b_{23} Pf_{t-i} + b_{24} V_{t-i} + b_{25} T$$

onde: A_t = área colhida; R_t = rendimento agrícola; A_{t-i} = área colhida defasada; P_{t-1} = preço da cana-de-açúcar defasado; Pb_{t-1} = preço da carne bovina defasado; V_t = precipitação pluviométrica; T = tendência; R_{t-i} = rendimento agrícola defasado; Pf_{t-1} = preço de fertilizante defasado; e V_{t-i} = precipitação pluviométrica defasada.

2.3.2. Modelo Estatístico

Para se estimar os modelos de resposta de área colhida, e resposta de rendimento agrícola e oferta da cana-de-açúcar, para a Região Norte-Nordeste, foi utilizado o método dos mínimos quadrados ordinários.

Como na estrutura dos modelos, a quantidade ofertada total é obtida pela multiplicação da área colhida pelo rendimento agrícola, chega-se então a um sistema de duas equações estimadas na forma logarítmica e uma identidade.

a) Oferta total

$$S = A_t R_t$$

b) Área colhida

$$A_t = b_{10} + b_{11} A_{t-1} + b_{12} P_{t-i} + b_{13} P_{t-i} + b_{14} V_t + b_{15} T$$

c) Rendimento agrícola

$$R_t = b_{20} + b_{21} R_{t-1} + b_{22} P_{t-i} + b_{23} P_{t-i} + b_{24} V_{t-1} + b_{25} T$$

sendo que, segundo as hipóteses estabelecidas a priori com base nas informações teóricas e nas características biológicas e técnicas da cultura:

$$b_{11} > 0; \quad b_{12} > 0; \quad b_{13} < 0; \quad b_{14} > 0; \quad b_{15} > 0; \quad b_{21} > 0; \quad b_{22} > 0;$$

$$b_{23} < 0; \quad b_{24} > 0; \quad e \quad b_{25} > 0.$$

Como todas as variáveis explicativas inclusas nas equações de área colhida e rendimento agrícola são pré-determinadas ou exógenas, as duas equações b e c são exatamente identificadas e os parâmetros podem ser estimados pelo método de mínimos quadrados ordinários.

2.4. Definição das Variáveis

As variáveis dependentes (endógenas) e as independentes (exógenas) utilizadas neste trabalho foram as seguintes:

a) Variáveis dependentes (endógenas)

- R_t = Rendimento agrícola da cana-de-açúcar, em toneladas por hectare, no ano t.
- A_t = Área colhida da cana-de-açúcar, em hectares, no ano t.
- Q_t = Produção anual da cana-de-açúcar, em toneladas, no ano t.

b) Variáveis independentes (exógenas)

- A_{t-1} = Área colhida da cana-de-açúcar, em hectares, no ano t-1.
- R_{t-1} = Rendimento agrícola da cana-de-açúcar, em toneladas por hectare no período produtivo t-1.
- P_{t-1} = Preço real da cana-de-açúcar, em cruzeiros por tonelada, no ano t-1.
- Pf_{t-1} = Preço real do fertilizante, em cruzeiros por tonelada no ano t-1.
- Pb_{t-1} = Preço real da carne bovina, em cruzeiros por tonelada no ano t-1.

V_t = Precipitação pluviométrica, em milímetros, média anual, no ano t , para a cidade de Recife-PE.

V_{t-1} = Precipitação pluviométrica, em milímetros, média anual, no ano $t-1$, para a cidade de Recife-PE.

T = Tendência (1948 = 1)

CAPÍTULO IV - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos nas estruturas das funções de área colhida e rendimento agrícola para cana-de-açúcar para a Região Norte-Nordeste, pelo método dos mínimos quadrados ordinários, são a seguir sumarizados^{2/}.

1. Modelo Ajustado para a Equação Área Colhida

Pela análise dos resultados (Tabela 1) pode-se constatar que todos os sinais das estimativas dos coeficientes das variáveis preço da cana-de-açúcar no período t-1 (P_{t-1}), área colhida no período t-1 (A_{t-1}), precipitação pluviométrica no período t (V_t) e tendência (T), foram consistentes com as hipóteses formuladas a priori.

^{2/} O método dos mínimos quadrados de dois estágios foi empregado, porém o método dos mínimos quadrados ordinários apresentou melhores resultados.

Tabela 1. Estimativa da Função de Resposta de Área Colhida, Ajustados aos Logarítmos das Variáveis, para a Região Norte-Nordeste, pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, 1948 a 1975.

Variável	Coefficientes de Regressão (Erro-Padrão)
Termo Constante	2,8622
Preço da Cana-de-Açúcar (P_{t-1})	2,3453** (0,3388)
Área Colhida (A_{t-1})	0,0377* (0,0252)
Precipitação (V_t)	0,0184 (0,0768)
Tendência	0,0340* (0,0351)
Coeficiente de Determinação (R^2)	0,9592
Durbin-Watson (d')	1,355

** significante ao nível de 1%

* significante ao nível de 20%

A variável preço defasado apresentou coeficiente de regressão positivo e significância estatística ao nível de 1% de probabilidade. O coeficiente da variável defasada apresentou uma significância igual a 20%.

O coeficiente da variável precipitação não apresentou nível de significância satisfatório e a variável tendência apresentou significância estatística ao nível de 20%.

O coeficiente de determinação (R^2) indica que 95,92% das variações na área colhida são explicadas pelas variáveis incluídas na equação.

De acordo com o que se pode verificar na Tabela 6, no Apêndice 1, os coeficientes de correlação entre as variáveis independentes, quando comparadas com valores normalmente encontrados, são relativamente baixos ocorrendo apenas um caso de alta correlação (0,922) entre as variáveis preço defasado (P_{t-1}) e tendência (T).

No caso analisado o coeficiente de Durbin-Watson caiu na região de indeterminação do teste, sendo portanto, inconclusiva a verificação da ocorrência de correlação serial nos resíduos ao nível de 1% de probabilidade.

Neste modelo, o coeficiente de área colhida com retardamento é igual a 0,0377, significativa ao nível de 20%, implicando nos termos de modelo analítico, que a elasticidade de ajustamento é 0,9623.

Determinado o coeficiente de ajustamento, obteve-se a equação de área colhida no longo prazo.

As equações obtidas no curto e longo prazo para área colhida são:

Curto Prazo:

$$\log A_t = 2,8622 + 2,3453 \log P_{t-1} + 0,0377 \log A_{t-1} + 0,0184 \log V_t + 0,0340 \log T$$

Longo Prazo:

$$\log A_t = 2,9743 + 2,4372 \log P_{t-1} + 0,0191 \log V_t + 0,0353 \log T$$

2. Modelo Ajustado para Equação de Rendimento Agrícola

Nessa equação verifica-se que todos os sinais dos coeficientes das variáveis preço defasado (P_{t-1}), rendimento defasado (R_{t-1}) e precipitação defasada (V_{t-1}), demonstram consistência com as hipóteses formuladas (Tabela 2).

A variável preço retardado apresentou uma significância a nível de 10% de probabilidade. A variável rendimento defasado apresentou-se significativa a 5% e a elasticidade de ajustamento derivado foi de 0,6115.

A variável precipitação retardada apresentou uma significância estatística de 20%.

Tabela 2. Estimativa da Função de Resposta de Rendimento Agrícola, Ajustados aos Logarítmos das Variáveis para a Região Norte-Nordeste, pelo Método dos Mínimos Quadrados Ordinários, 1948/1975.

Variável	Coefficientes de Regressão (Erro-Padrão)
Termo Constante	0,5483
Preço da Cana-de-Açúcar (P_{t-1})	0,2888** (0,1421)
Rendimento Agrícola (R_{t-1})	0,3885*** (0,1812)
Precipitação Pluviométrica (V_{t-1})	0,0627* (0,0443)
Coeficiente de Determinação (R^2)	0,7888
Durbin-Watson (d)	1,709

*** significante ao nível de 5%

** significante ao nível de 10%

* significante ao nível de 20%

O coeficiente de determinação (R^2) indicou que 78,90% das variações no rendimento agrícola são explicadas pelo modelo.

Os coeficientes de correlação simples, na forma logarítmica, das variáveis selecionadas na equação de rendimento agrícola podem ser observados no Apêndice I, na Tabela 7.

Entre as variáveis independentes, os coeficientes de correlação são baixos, em termos comparativos com os valores encontrados normalmente, onde apareceu um único caso de alta correlação (0,86) entre as variáveis preço defasado (P_{t-1}) e rendimento retardado (R_{t-1}).

A estatística de Durbin-Watson apresentou-se inconclusiva a nível de 5%, sobre a existência de correlação serial nos resíduos.

As equações de rendimento agrícola obtidas no curto e longo prazos são:

Curto Prazo:

$$\log R_t = 0,5483 + 0,2888 \log P_{t-1} + 0,3885 \log R_{t-1} + 0,0627$$

$$\log V_{t-1}$$

Longo Prazo:

$$\log R_t = 0,8967 + 0,4723 \log P_{t-1}$$

3. Análise Econômica dos Resultados

As elasticidades-preço para área colhida e rendimento agrícola foram estimados, respectivamente em 2,3453 e 0,2888 para o curto prazo (Tabela 3), e indicam que os canavicultores reagem positivamente a estímulos de preços procurando aumentar a área colhida e rendimento agrícola. A resposta da área colhida à variação do preço é elástica, isto é, as variações de preço real da cana-de-açúcar resultarão em acréscimos mais que proporcionais na área de corte. A resposta do rendimento agrícola é inelástica, isto é, as variações de preço real da cultura canavieira resultarão em acréscimos menos que proporcionais na produtividade agrícola. Assim, o canavicultor mostra-se mais sensível e reage em maior proporção em relação à área do que à produtividade, diante de uma variação de preços.

Para o caso da elasticidade de oferta, que é obtida pela soma das elasticidades-preços de área colhida e rendimento agrícola ($2,3453 + 0,2888 = 2,6341$), é de se esperar que uma variação de 10% no preço real pago ao canavicultor possibilitaria uma variação da mesma direção de 26,34% na quantidade oferecida, ceteris paribus.

No longo prazo, a elasticidade-preço da área colhida é de 2,4372, indicando que uma variação de 10% no preço real pago ao canavicultor, promoveria uma variação no mesmo sentido de 24,37% na área colhida, outras coisas permanecendo constante. Da mesma forma, sendo a elasticidade-preço do rendimento agrícola igual a 0,4723 é de se esperar que, ceteris paribus uma variação na mesma direção de 4,72% no rendimento.

Tabela 3. Estimativas de Elasticidades de Resposta de Área e Rendimento da Cultura Canavieira no Curto e Longo Prazos, Modelo de Equação Única, Região Norte-Nordeste, 1948 a 1975.

Variável Dependente	Elasticidade Preço		Coeficiente de Ajustamento
	CP	LP	
Área	2,3453	2,4372	0,9623
Rendimento	0,2888	0,4723	0,6115

A elasticidade da oferta a longo prazo é 2,9095 ($2,4372 + 0,4723 = 2,9095$), mostrando que a quantidade oferecida sofrerá uma variação de 29,10%, caso ocorra uma variação de 10% no preço real da cana-de-açúcar pago ao produtor, tudo o ma is permanecendo constante.

Na equação de área colhida a elasticidade de ajustamento derivado foi de 0,9623. Esta elasticidade de ajustamento obtida indica que aproximadamente 96% do desvio entre a área efetivamente colhida e a desejada no longo prazo são corrigidas em período produtivo.

O coeficiente da variável precipitação não apresentou um nível de significância satisfatório, o que pode ser explicado pelas boas condições climáticas em que se concentra a produção canavieira (Zona Litorânea ou da Mata) nessa Região.

Na equação de rendimento agrícola, a elasticidade de ajustamento foi de 0,6115, sugerindo que cerca de 61% do desvio entre o rendimento obtido e desejado no longo prazo são ajustados em um período produtivo.

A variável precipitação retardada se apresentou significativamente diferente de zero e com sinal positivo. A relação desta variável com a produtividade se identifica com as características da cultura, que sendo semi-perene e normalmente submetida a um mínimo de três cortes, a escassez da chuva pode prejudicar os cortes posteriores, devido, entre outras, a uma

frágil brotação e um desenvolvimento fisiológico deficiente, conduzindo a uma queda no rendimento agrícola.

Pelos resultados obtidos neste estudo, observa-se que a resposta da produção agregada para a Região Norte-Nordeste é bem sensível a estímulo de preço.

Comparando-se estes resultados com os obtidos por PASTORE (1973), TOYAMA e PESCARIM (1970) e RIBEIRO (1974), respectivamente para o Nordeste e Centro-Sul, São Paulo e Minas Gerais e mencionados no Capítulo II, observa-se que a elasticidade-preço para área colhida alcançados neste trabalho supera as estimadas pelos primeiros autores e se aproxima do coeficiente calculado para o Estado de Minas Gerais (Tabela 4).

Dentre as comparações efetuadas, observa-se que os resultados obtidos por PASTORE (1973), diferem daqueles estimados neste trabalho. A análise feita sugere que, como ocorreram diferenças nas informações básicas utilizadas em cada um dos dois estudos em comparação, essas distinções contribuíram grandemente para a obtenção de resultados diversos. Enquanto PASTORE (1973) utilizou: a) uma série temporal de 20 anos, compreendendo o período de 1945 a 1965; b) nove Estados englobados na Região; c) preços do produto calculados com base em dados do SEP; este estudo, além de apresentar uma diferente especificação para as variáveis envolvidas, também apresentou distintamente: a) uma série temporal de 28 anos, envolvendo o período de 1948 a 1975; b) cinco Estados englobados na Região, que repre-

Tabela 4. Coeficientes de Elasticidades-Preço da Resposta de Área Colhida e Rendimento Agrícola em Cana-de-Açúcar para Várias Regiões e Estados.

Pesquisadores	Nordeste				Centro-Sul		São Paulo		Minas Gerais			
	área colhida		rendimento		área colhida		área colhida		área colhida		rendimento	
	CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP	CP	LP
PASTORE (1973)	*	*	-	-	0,26	0,26	0,12	0,12	-	-	-	-
TOYAMA E PESCARIM (1970)	-	-	-	-	-	-	0,267	0,395	-	-	-	-
RIBEIRO (1974)	-	-	-	-	-	-	-	-	1,11	2,66	0,32	1,6
ESTE TRABALHO	2,35	2,44	0,29	0,47	-	-	-	-	-	-	-	-

* Os resultados obtidos não foram apresentados no trabalho do autor devido à inconsistência do sinal e da insignificância estatística da variável preço defasado.

sentam 92,4% da produção canavieira regional; c) preços da cana-de-açúcar estabelecidos em cada safra pelo IAA e não os do SEP. Isso posto, verifica-se que dentre as diferenças ocorridas nas informações básicas utilizadas nos dois trabalhos, o que talvez tenha causado maior efeito nos resultados, foram justamente as diferentes especificações das variáveis e as séries temporais utilizadas, pois este trabalho, além de praticamente englobar o período estudado por PASTORE (1973), considerou as grandes alterações ocorridas no setor canavieiro no período 1964/75, advindas de problemas sócio-políticos dos anos 60 e posteriormente aos incentivos à economia de escala, mencionadas no capítulo I.

Dos trabalhos citados, apenas RIBEIRO (1974) estimou o coeficiente da elasticidade-preço da resposta de rendimento agrícola para a cultura canavieira. O coeficiente estimado para o curto prazo (0,32) foi praticamente igual ao obtido neste trabalho (0,29). Já o coeficiente calculado para o longo prazo (1,6) foi maior que o estimado neste estudo (0,47).

CAPÍTULO V - CONCLUSÕES

Uma conclusão de caráter mais geral obtida em função dos coeficientes de elasticidade-preço estimados para área colhida e rendimento agrícola é a de que os canavicultores tem comportamento racional frente aos estímulos econômicos. Ainda, devido a elasticidade de resposta para área colhida e a inelasticidade de resposta para rendimento agrícola, diante de uma variação de preço, o produtor de cana-de-açúcar mostra-se mais sensível e reage em maior proporção em relação à área do que à produtividade.

As elasticidades de ajustamentos estimadas para área colhida e rendimento agrícola refletem o grau de mobilidade dos fatores de produção com que defronta o setor canavieiro. Os canavicultores estimulados pelo preço ajustam 96% da área desejada e 70% do rendimento desejado em um período produtivo, outras coisas permanecendo constantes.

A variável precipitação pluviométrica defasada, na equação de rendimento agrícola indicou ser um fator positivamente relacionado com a produtividade agrícola da cana planta e socas, porém, o baixo nível de significância do coeficiente regressão sugere certa cautela na interpretação de seu efeito.

Estes resultados indicam respostas a preços bem mais elevados do que se esperaria para a região estudada principalmente quando comparados com os resultados de outras pesquisas realizadas para regiões de maiores níveis de produtividade no Centro Sul do País.

Os efeitos de medidas de incentivo à geração e introdução de novas tecnologias não foram estudados neste trabalho, porém, acredita-se que terão papel importante na modernização da agro-indústria do Norte-Nordeste. Assim sendo, novas pesquisas serão necessárias, não só para entender e quantificar melhor as respostas as políticas de preços como para estudar os efeitos econômicos das inovações técnicas que estão sendo produzidas.

SUMMARY

Sugarcane is of great importance to Brazil, mainly for the North-Northeastern region, where is of high economical significance, considering the great quantities of direct and indirect jobs from its cultivation. This region, which represents about 38% of the area of cane cultivated in Brazil in the 1977/78, harvest, will be responsible for 31% of the Brazilian sugar production and 22% of the Brazilian alcohol production, where the contribution to the amount of sugar exported will be of 48%.

Thus, the knowledge of supply response to price

changes is of great relevance for guiding government agricultural policy. It allows the evaluation of the producer behavior and provides the subsidies and indications to decisions made by the government institutions that control and educate the production and commercialization of the sugarcane.

The objective of this study is to estimate price elasticity coefficients of the harvested area, agricultural yield and supply response for sugarcane, in a short and long-run for North-Northeastern region using data for the 1948/75 period.

The Nerloviano distributed lag model used and the equations were adjusted into the logarithm form, by the method of ordinary least squares (non simultaneous equations).

For the North-Northeastern region, the models estimated explained 96% and 79% respectively, of the variations which occurred in the area harvested and the agricultural yield. The coefficients of price elasticity for the area harvested and the agricultural yield were equal to 2,35 and 0,29, respectively, in the short-run and 2,44 and 0,47 in the long-run indicating that a variation of 10% in the economic price of the product paid to the farmer would cause a variation of 23,5% and 24,4% in the area harvested, and 2,9% and 4,7% in the agricultural yield ceteris paribus.

The elasticities of adjustments estimated for the area harvested and agricultural yield show the mobility degree of production factors encountered in the sugarcane area. The farmers, stimulated by the price, adjust 96% of the area and 70% of the yield expected in a productive period.

The elasticities of supply in the short and long-run were estimated in 2,64 and 2,91. This suggests that, with a variation of 10% in the price of the product, the amount of supply would vary between 26% and 29% respectively, other things remaining constant. It is seen that farmers react to the stimulus of prices. However, the reaction expected is higher in area than in the agricultural yield.

These results indicate much higher responses to prices than would be expected from the region under study, especially when compared to results of studies conducted on other regions in the Central South of the country, which have higher productivities.

The effects of incentives to the generation and introduction of new technologies were not studied in this case, but it is believed that they will play an important role in the modernization of North-Northeastern agri-industry. Therefore, new studies are necessary not only to better understand and

quantify the responses to price policies, but also to study the economic effects of technological innovations which are being produced.

LITERATURA CITADA

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL (1948/1975) - Rio de Janeiro, Fundação I.B.G.E.

BARROS, B.C. DE, 1968. Cana-de-Açúcar. Revista de Economia Rural, Rio de Janeiro, 1 (1): 469-80.

BRANDT, S.A., 1966. Estimativas de Oferta de Produção Agrícola no Estado de São Paulo. In: IV Reunião da Sociedade Brasileira de Economistas Rurais, São Paulo. Anais p. 323-48.

CARLI, G. DE, 1943. Gênese e Evolução da Indústria Açucareira de São Paulo: Rio de Janeiro. Editora Pongetti.

CARMO, M.S. DO, 1974. Análises da Demanda e da Oferta de Oleoginosas no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP., 159 p. (Tese M.S.).

CONJUNTURA ECONÔMICA, 1975. 27 Anos de Economia Brasileira-Estatísticas Básicas. Rio de Janeiro, V. 29, nº 1. Jan. Índices Econômicos.

CROCOMO, D.H.G., 1974. Oferta de Milho Soja: Uma Análise a Par-

- tir da Função de Produção. Piracicaba, ESALQ/USP., 94 p. (Tese M.S.)
- DELFIM NETTO, A. et alii, 1965. Agricultura e Desenvolvimento Econômico. São Paulo, ANPES Estudos nº 5, 305 p.
- DURBIN, J. e G.S. WATSON, 1951. Fering for serial correlation in least squares regression, II *Biometrika*, Dondon, 38 (2): 159-78.
- FERREIRA, W.C., 1974. Oferta de Culturas Perenes: Pimenta-do-Reino no Estado do Pará. Viçosa, U.F.V., 91 p. (Tese M.S.).
- FISHER, G.M., 1966. The Identification Problem in Econometrics. New York, McGraw-Hill book, 203 p.
- GODOY, D.P. e OUTROS. Plantas extrativas. Apostila Didática, ESALQ/USP, 59 pp., 1972.
- INSTITUTO DO AÇÚCAR E DO ALCOOL, 1976. Seção de Estatística e Cadastro D.E.P. Rio de Janeiro.
- INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA, 1975. Divisão de Levantamentos e Análises Estatísticas. Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo.
- LADEIRA, H.H., 1974. Avaliação Econométrica da Oferta de Café em Minas Gerais. Viçosa, U.F.V., 103 p. (Tese M.S.).
- MARTIN, M.A. e M.C.R.C. PEREZ, 1975. O Método de Mínimos Quadrados de Dois Estágios: Seus Fundamentos e Aplicação na Estimação da Demanda e da Oferta de Ovos no Estado de São Paulo. (Série Didática nº 32). Piracicaba, DCSA/ESALQ/USP. 39 p.

- NAKAMAE, I.J., 1968. Caderno Regional GB/RJ - Canavial Pode Vi-
rar Pasto. Copercotia. Dez. pp. 24-26.
- NAMEKATA, Y., 1977. Modelos Alternativos de Oferta: O Caso dos
Citros no Estado de São Paulo. Viçosa, U.F.V., 81 p (Tese
M.S.).
- NERLOVE, M., 1965. Estimativas of the Elastitives of Supply of
Selected Agricultural Comodities. Journal of Farm Economics
- Menasha, 38 (2): 496-509. May.
- PANIAGO, E.; S.A. BRANDT e J.A. PEREIRA, 1970. Estrutura de O-
ferta de Algodão em Minas Gerais. Informativo Estatístico de
Minas Gerais, Belo Horizonte, 6 (58): 4-17.
- PASTORE, A.C., 1973. A Resposta de Produção Agrícola aos Preços
no Brasil. São Paulo, Apec, 173 p.
- PINHEIRO, F.A., 1973. Relações Estruturais da Oferta de Leite
no Brasil - 1949/70. Botucatu, F.C.M.B.B., 155 p. (Tese Dr.).
- REBELLO, A.P.P., 1973. Estruturas de Excedente Comercializável,
Oferta e Demanda de Arroz em Áreas Seleccionadas do Estado do
Pará. Viçosa, U.F.V., 111 p. (Tese M.S.).
- RIBEIRO, A.B., 1974. Estimativas de Relações Estruturais da Ofer-
ta de Cana-de-Açúcar no Estado de Minas Gerais. 59 p. (Tese
M.S.).
- ROJAS, M.B., et alii, 1974. Análise da oferta de alho em Minas
Gerais. In: XII Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Eco-
nomistas Rurais, Porto Alegre - RS. Anais p. 359-91.
- ROSSO, W.J.F., 1972. Estimativas Estruturais das Relações de
Oferta de Milho no Estado de Minas Gerais, 1944/62. Viçosa
U.F.V. 91 p. (Tese M.S.).

- SAYLOR, R.G., 1973. A Resposta da Área de Café em São Paulo às Variações de Preço. Agricultura em São Paulo. São Paulo, 20 (1,2): 43-59.
- SIMONSEN, R.C., 1962. História Econômica do Brasil (1500/1820) 4ª Edição Cia. Editora Nacional, São Paulo. 475 p.
- SZMRECSANYI, T., 1976. Contribuição à Análise do Planejamento da Agroindústria Canavieira do Brasil. Campinas, UNICAMP, 496 p. (Tese Dr.).
- TACHIZAWA, E.H., 1973. Oferta de Algodão no Estado de São Paulo pelo Modelo de Nerlove. Agricultura em São Paulo, 20 (1, 2): 211-35.
- TAMAKI, T., 1976. Análise do Mercado de Defensivos Agrícolas no Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ/USP. 69 p. (Tese M.S.).
- TOYAMA, N.K. e R.M.C. PESCARIN, 1970. Projeções da Oferta Agrícola do Estado de São Paulo. Agricultura em São Paulo. São Paulo. 17 (9, 10): 1-97.
- ZINK, F. e R. GONÇALVES, 1969. Cultura da Cana-de-Açúcar. Diagnóstico da Situação, Medidas Corretivas. Campinas CATI.

APÊNDICE 1

Tabela 5. Informações Básicas Utilizadas para as Estimativas das Equações de Área Colhida e Rendimento Agrícola para a Região Norte-Nordeste, 1948 a 1975.

Ano	Área Colhida-ha (a)	Rendimento-t/ha (b)	Preço Real da Cana Cr\$/ t (c)	Precipitação Pluviométrica-mm (d)	Tendência
1948	298.796	39,61	9,00	157,72	1
1949	280.942	41,45	11,10	141,37	2
1950	300.199	42,53	10,40	141,37	3
1951	320.179	38,53	9,40	159,18	4
1952	330.825	39,51	9,20	120,13	5
1953	351.174	38,64	12,00	156,71	6
1954	359.587	39,80	11,00	144,63	7
1955	378.383	40,55	10,40	202,89	8
1956	383.085	41,05	9,70	168,83	9
1957	415.495	39,75	8,70	130,50	10
1958	401.425	39,48	10,70	145,67	11
1959	422.156	41,09	8,90	145,67	12
1960	431.539	42,26	9,50	142,10	13
1961	454.281	41,95	10,40	205,38	14
1962	515.050	40,55	10,00	137,08	15
1963	521.596	43,05	25,10	163,49	16
1964	492.865	43,90	19,10	221,50	17
1965	515.611	47,78	15,40	154,60	18
1966	485.277	45,12	11,20	171,08	19
1967	516.960	45,40	13,10	200,33	20
1968	546.391	45,74	13,50	149,00	21
1969	531.447	46,56	14,30	189,41	22
1970	549.682	44,68	13,70	242,66	23
1971	549.408	45,04	13,10	182,73	24
1972	584.681	47,59	10,60	170,55	25
1973	734.703	47,53	10,70	249,43	26
1974	711.546	46,34	10,20	211,04	27
1975	702.355	45,18	13,20	190,80	28

Fonte: I.B.G.E. (1948/75), a, b e d; IAA (1977) c.

Tabela 6. Coeficientes de Correlação Simples entre Logarítmos das Variáveis Seleccionadas na Equação de Área da Cana-de-Açúcar, Região Norte-Nordeste, 1948 a 1975.

	$\log A_t$	P_{t-1}	A_{t-1}	V_t	$\log T$
$\log A_t$	1,00	0,976314	0,430409	0,604323	0,917619
$\log P_{t-1}$		1,000000	0,378294	0,617927	0,922382
$\log A_{t-1}$			1,000000	0,222579	0,374832
$\log V_t$				1,000000	0,511721
$\log T$					1,00

Tabela 7. Coeficientes de Correlação Simples entre Logarítmos das Variáveis Seleccionadas na Equação de Rendimento Agrícola de Cana-de-Açúcar, Região Norte-Nordeste , 1948 a 1975.

	$\log R_t$	$\log P_{t-1}$	$\log R_{t-1}$	$\log V_{t-1}$
$\log R_t$	1,00	0,853089	0,839681	0,663456
$\log P_{t-1}$		1,000000	0,859435	0,649901
$\log R_{t-1}$			1,000000	0,578636
$\log V_{t-1}$				1,00

APÊNDICE 2

PERÍODO DE AJUSTAMENTO

A expressão $(1 - B)^n = 1 - Y$ é utilizada para estimar o tempo necessário para o total ajustamento, sendo:

B = elasticidade de ajustamento

n = período de tempo suficiente para o pleno ajustamento

$1 - Y$ = diferença entre a produção observada e a de-sejada no longo prazo.

O pleno ajustamento é definido arbitrariamente com um ajustamento > 98%, em n períodos. É necessário essa especificação arbitrária, pois se $(1 - n) = 100$, n seria igual a infi-nito.

Assim considerado, se substituirmos $1 - B$ por 0,0378, que é o valor encontrado na equação selecionada de área colhida para a Região Norte-Nordeste e supondo um ajustamento de 98% teremos:

$$(1 - B)^n = (0,0378)^n = 1 - 0,98$$

$$(0,0378)^n = 0,02$$

Por logarítmo

$$n \log 0,0378 = \log 0,02 \quad \log 0,0378 = \bar{2},5774 = - 1,4226$$

$$\log 0,02 = \bar{2},3010 = - 1,6690$$

$$n = \frac{\log 0,02}{\log 0,0378} = \frac{- 1,6990}{- 1,4226} = 1,2$$

$$n = 1$$

O valor de $n = 1$ indica que, em condições cete-
ris paribus, 98% da diferença entre a produção observada e a de-
sejada será eliminada em 1 ano.