

PROGRESSO TECNOLÓGICO, ALOCAÇÃO E DEMANDA DERIVADA DE FATORES
DA PRODUÇÃO NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1970-80.

6423088
BT000004065

José Ribamar Silva Campos

UFC/BU/BEA 02/06/1998



R815500 Progresso tecnologico, alocao
C421634 e deman
T660 C213p

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM ECONOMIA RURAL, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza-Ceará-Brasil

1986



Ã

Memória de minha mãe,
JOSEFA BRUCE SILVA,
a quem devo, em maior
parte o que sou, mas
que o destino não lhe
permitiu participar
em vida deste momento.

DEDICATÓRIA

Este livro é dedicado aos meus pais, Manoel e Joselia, e aos meus irmãos, Lourdes, Joselia, Cláudio, Ribamar e Campos Neto, e aos meus amigos.

Aos professores de Física, Química e Matemática do Colégio São João, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

Aos professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

Aos professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

Aos professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

Aos professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

Aos professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

A
MANOEL CAMPOS e JAIME CAMPOS;
LOURDES, JOSELIA, CLÁUDIO,
RIBAMAR e CAMPOS NETO; e,
Meus irmãos e meus amigos

DEDICO

Aos professores de Física do Instituto de Física da Universidade de São Paulo, especialmente ao professor Manoel Campos Neto, que me incentivou a estudar Física.

AGRADECIMENTOS

Ao concluir este curso com a publicação desta dissertação agradeço, com muita alegria a todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito alcançado e, em especial:

À Universidade Federal do Ceará, que através do Departamento de Economia Agrícola, proporcionou-me a realização deste curso de Pós-Graduação.

À Universidade Estadual do Maranhão por minha designação para realizar o curso de Mestrado em Economia Rural.

À Secretaria de Agricultura do Estado do Maranhão por corroborar a indicação da Universidade Estadual do Maranhão.

À Secretaria de Coordenação e Planejamento do Estado do Maranhão pelo apoio e contribuição, durante todo o curso.

À CAPES pelo apoio financeiro concedido para a realização do Curso.

Ao professor José de Jesus Sousa Lemos, meu orientador, conselheiro e amigo, que na sua compreensão, confiança, dedicação e eficiência contribuiu bastante para a realização desta pesquisa.

Aos professores conselheiros, Lucia Maria Ramos Silva e Augusto César de Monteiro Soares, pelas críticas, orientações e sugestões sábias e proveitosas.

Aos professores do Departamento de Economia Agrícola da UFC, especialmente os professores, Antonio de Albuquerque Sousa Filho, Ahmad Saeed Khan, José Aluísio Pereira, Roberto de Azevedo, Roberto Cláudio de Almeida Carvalho e José Valdeci Biserra.

Aos professores e amigos Ruben Dario Mayorga Mera e Maria Irles de Oliveira Mayorga pela dedicação, incentivo e valiosa colaboração.

Ao professor Sérgio Alberto Brandt pelo estímulo e sábias orientações, mesmo à distância.

A professora Maria de Fátima e David Nicholas pelo apoio, solidariedade e colaboração constantes.

Ao Magnífico Reitor da UEMA, professor Jacques Inandy Medeiros por sua compreensão e apoio.

Ao Pró-Reitor de Pesquisa, Ensino e Extensão da UEMA, professor José Raimundo dos Santos Muniz pela colaboração e apoio.

Aos colegas professores da UEMA, José Mariano dos Santos, João Batista Braga, José Roberto Soares, Maria da Graça L. Barbosa, Graccho Bolivar P. da Silva, Francisco Soares, José Augusto S. Oliveira, Rosa Fitterman e José Ribeiro da Silva Filho, pelo espírito de companheirismo demonstrados durante o período de realização do curso.

Aos Engenheiros Agrônomos, Valdemar Cabral de Paula e Avelino Oliveira Serra, Secretário de Agricultura e Secretário Adjunto, respectivamente e, demais colegas da SAGRIMA, técnicos e funcionários.

Ao colega e amigo Economista Heloiso Jerônimo Leite Secretário Adjunto da SEPLAN/MA. por sua atenção e apoio.

Aos colegas do curso, especialmente José César Vieira Pinheiro, César Rodrigues Viana e Jorge Guimarães, pelo companheirismo e discussões técnicas proveitosas.

Aos funcionários do DEA/UFC que com dedicação e eficiência desenvolvem seu trabalho anônimo de resultados significativos.

A todos a minha gratidão.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE QUADROS	x
RESUMO	xi
ABSTRACT	xiii
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
1.1 - <u>O Problema e Sua Importância</u>	3
1.1.1 - Insumos tradicionais	3
1.1.2 - Insumos modernos	5
1.1.3 - Relação interfatores	7
1.1.4 - Desempenho do setor primário	11
1.1.5 - Objetivos	15
2 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	16
2.1 - <u>Fontes dos Dados</u>	16
2.2 - <u>Metodologia</u>	16
2.2.1 - As demandas de insumos	20
2.2.2 - O progresso tecnológico	23
3 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	27
3.1 - <u>Demanda de Fatores</u>	33
3.1.1 - Demanda por trabalho	33
3.1.2 - Demanda por terra	34
3.1.3 - Demanda por fertilizantes	36
3.1.4 - Demanda por capital	36
3.2 - <u>Progresso Tecnológico</u>	37
4 - <u>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES</u>	42
5 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	47
<u>APÊNDICES</u>	52

LISTA DE TABELAS

TABELA

Página

1	Taxas de crescimento das exportações. Brasil, 1968-83	12
2	Taxas de crescimento do produto real por setor de atividade. Brasil, 1960-80	14
3	Valores estimados dos parâmetros da metafunção de produção. Brasil, 1970-80	28
4	Valores estimados para os coeficientes de elasticidades parciais de produção do capital, do trabalho, da terra e do fertilizante e dos retornos à escala por Estados da Federação. Brasil, 1970-80	32
5	Valores estimados das taxas marginais de substituição técnica do fator capital pelo fator trabalho por macro-regiões da Federação. Brasil, 1970-80	38
6	Valores estimados das taxas marginais de substituição técnica do fator terra pelo fator fertilizante por macro-regiões da Federação. 1970-80	40

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Inovação poupadora de trabalho	25
2	Interpretação gráfica das curvas de oferta e demanda agregadas de trabalho, no setor agrícola	35

LISTA DE QUADROS

QUADRO		Página
1	Distribuição dos estabelecimentos rurais segundo o estrato de área. Brasil, 1970-80 ..	57
2	Área total de terras, arados e tratores. Brasil, 1970-80	58
3	Mão-de-obra ocupada no setor agrícola por categoria. Brasil, 1970-80	59
4	Uso de máquinas e implementos agrícolas e número de estabelecimentos que utilizam. Brasil, 1970-80	60
5	Consumo aparente de fertilizantes, segundo o tipo. Brasil, 1970-80	61
6	Área da terra (T), área total de terceiros incorporados aos estabelecimentos (TI), despesas com arrendamentos de terras (DA) e preço da terra (PT)	62
7	Mão-de-obra ocupada na agricultura (L), despesas com salários (W) e salário per capita (Pw)	64
8	Juros e despesas bancárias (J), financiamentos obtidos para investimento (F) e índice de custo dos investimentos (I_k)	66
9	Valor da produção agropecuária (Y), valor do capital (K), consumo aparente de fertilizantes (F) e preço de fertilizantes (P_F) ..	68

RESUMO

A presente pesquisa analisa diversos aspectos da agropecuária brasileira nos anos setenta, com respeito ao uso de insumos tradicionais e insumos modernos, nos seus aspectos de demanda, alocação e elasticidade parciais de produção, de acordo com o nível de progresso tecnológico existente em cada Estado e micro-região brasileira. Analisa ainda o tipo de progresso tecnológico ocorrido no período 1970-80, quanto à sua característica poupadora ou utilizadora de fatores escassos ou abundantes, no setor agrícola brasileiro.

Para atingir os objetivos deste estudo, estimou-se uma metafunção de produção Cobb-Douglas generalizada do tipo desenvolvida por ULVELING & FLETCHER. Os dados utilizados constaram de um "pooled" de observações, combinadas no tempo e no espaço regional, tendo como unidades de observações os Estados brasileiros. O período analisado cobriu os anos de 1970, 1975 e 1980. Os dados utilizados são de origem secundária e foram retirados dos Censos Agropecuários e dos Anuários Estatísticos.

Os resultados empíricos indicaram coeficientes de elasticidades parciais dos fatores de produção, em estudo, no âmbito da amplitude inelástica. As elasticidades parciais de produção do fator trabalho foram maiores que as elasticidades de capital, terra e fertilizantes. Entretanto, nos Estados do Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, as elasticidades de produção do fator capital foram maiores que as do fator trabalho. Provavelmente, pela forma marcante como o capital penetrou no setor agrícola, nesses Estados, na década de setenta.

As evidências encontradas na pesquisa não permitiram rejeitar a hipótese de que a agricultura brasileira dos anos setenta no agregado apresentou retornos constantes à escala.

Importantes evidências foram encontradas na análise da demanda derivada de cada fator de produção. Quanto aos fatores capital, terra e fertilizantes o comportamento da demanda foi de acordo com o que estabelece a teoria econômica.

A demanda por mão-de-obra, evidenciou um mercado de trabalho não competitivo, em termos agregados. Isto se refletiu numa demanda de trabalho crescente a níveis extremamente baixos de salários, até atingir determinado patamar de salários e a partir daí tomar um comportamento normal de uma curva de demanda, negativamente inclinada.

A pesquisa, também revelou que o avanço tecnológico alcançado na década de setenta foi poupador dos fatores abundantes no setor primário (terra e mão-de-obra) e utilizador dos fatores escassos (capital e fertilizantes).

Os resultados obtidos com a presente pesquisa induzem a sugerir: (1) Estabelecimento de políticas agrícolas de longo prazo e que conduzam os produtores rurais a utilizarem mais os fatores abundantes; (2) estabelecimento de políticas de redistribuição de terras, complementadas com criação de infra-estrutura de produção e comercialização, ao alcance dos pequenos e médios agricultores; (3) políticas de abastecimento voltado para o mercado interno, proporcionando aos produtores desses tipos de bens o acesso às tecnologias modernas, não poupadoras dos fatores abundantes, assegurando-lhes crédito rural suficiente.

ABSTRACT

The present research analyzes various aspects of Brazilian agriculture during the 1970s, with respect to the use of traditional and modern inputs, as regards demand, allocation and partial elasticities of production, in accordance with the technological progress present in each Brazilian State and micro-region. Further, the study analyzes the type of technological progress that took place in the period 1970-80 in the Brazilian agricultural sector, with respect to its characteristic saving or utilization of scarce or abundant resources.

To attain the objectives of this study, a metaproduction function of the generalized Cobb-Douglas type developed by ULVELING & FLETCHER was estimated. The data used consist of "pooled" observations combined over time and regional space having as units of observation the Brazilian states. The period analyzed covered the years 1970, 1975 and 1980. The secondary data used was obtained from the Agricultural Census and Statistical Yearbooks.

The empirical results indicated the degree of inelasticity of the partial elasticity coefficients of the factors of production under study. The partial elasticities of production of the labor factor were greater than those of capital, land and fertilizers. Nevertheless, in the states of Paraná, São Paulo and Rio Grande do Sul, the elasticities of production of capital were greater than those of labor. This is probably the result of the market rate of capital penetration in the agricultural sector in these states during the 1970s.

The evidence found in the research did not permit rejection of the hypothesis that in the aggregate, Brazilian agriculture during the 1970s presented constant returns to scale.

Important evidence was found in the analysis of derived demand for each factor of production. With respect to the factors capital, land and fertilizers, the behavior of demand was in accordance with what would be expected, based on economic theory.

Demand for labor showed existence of a non-competitive labor market, in aggregate terms. This was reflected in an increasing demand for labor at extremely low salary levels, up to a determined salary level, after which the demand curve exhibited normal behavior, being negatively inclined.

The research also revealed that the technological advances attained in the 1970s were low users of the abundant factors in the primary sector (land and labor) and high users of scarce factors (capital and fertilizers).

The results obtained from the current research suggest: (1) The establishment of long term agricultural policies that lead rural producers to make greater use of abundant resources; (2) Establishment of land redistribution policies, complemented by creation of production and marketing infrastructure within the reach of small and medium farmers; (3) Supply policies oriented toward the internal market, enabling the producers of these types of goods to attain access to modern technologies, that do not save abundant factors, assuring them of sufficient rural credit.

1 - INTRODUÇÃO

O desenvolvimento econômico exige a participação efetiva e relevante da agricultura, como fonte supridora de alimentos e matérias-primas para consumo interno e para exportação, como fonte importante na formação de divisas, bem como consumidora dos produtos e serviços produzidos nos outros setores, ou ainda como liberadora de trabalho e de capital para os setores industrial e de serviços.

PAIVA (1979) afirma que o processo de desenvolvimento caracteriza-se pelas mudanças na importância relativa dos setores da economia. Enquanto cresce a economia global de um país, decresce a participação relativa do setor agrícola e aumenta a participação dos demais setores, os quais apresentam maior capacidade de absorção de mão-de-obra ativa ao mesmo tempo em que contribuem com maior parcela na formação do produto nacional bruto. Esse fenômeno é conhecido como "a lei da importância decrescente da agricultura". Entretanto, o grau de importância do setor agrícola sempre se mantém elevado. Assim, para que o desenvolvimento econômico se faça de forma harmoniosa, é imprescindível que o setor agropecuário, à proporção que se reduz em tamanho relativo, aumente a sua produtividade, ou melhor, que seus recursos produtivos sejam alocados de forma tecnicamente eficiente para maior produção por unidade de insumo.

Para TODARO (1981), o desenvolvimento deve ser entendido como um processo multidimensional envolvendo não só mudanças de valores mas também mudanças estruturais e institucionais, a própria aceleração do crescimento econômico, a redução da desigualdade e a erradicação da pobreza absoluta.

Segundo LEITE (1983), essas mudanças devem se processar em todos os setores da economia uma vez que se não houver transformações no setor rural, estará formado um ponto estrangulamento no mecanismo do desenvolvimento econômico.

co. Algumas poucas nações conseguiram alcançar alto nível de renda "per capita" sem antes obter ganhos substanciais na produtividade agrícola por trabalhador rural. Maior produtividade por pessoa empregada na agricultura promoverá um excedente econômico que, reinvestido no próprio setor, proporcionará níveis mais elevados de bem-estar social ao produtor e sua família, permitindo o desenvolvimento da agricultura bem como das demais atividades econômicas.

Para PAIVA (1979) a "teoria da modernização agrícola, como é hoje formulada, apoia-se basicamente na criação de novos conhecimentos e novos insumos que permitam o aumento da produtividade e a geração adicional da renda nas atividades agrícolas. E conta com uma estratégia de desenvolvimento que se assenta primordialmente, na intensificação das pesquisas e na difusão, por maior número de agricultores, dos conhecimentos e dos insumos assim criados".

Desta forma, acredita-se que o entendimento do processo de modernização experimentado pela agricultura brasileira, constitui-se em fator relevante para definições econômicas destinadas ao próprio setor. O desenvolvimento do setor rural deve ter impactos importantes tanto sobre o processo de geração de emprego no campo, como sobre a distribuição da renda, uma vez que se o progresso técnico for intensivo em capital, haverá uma tendência de concentração da renda entre aqueles produtores que mais detêm este importante fator de produção. Uma redistribuição de renda em benefício do fator trabalho, se daria, se o progresso técnico se mostrasse intensivo na utilização deste fator.

1.1 - O Problema e Sua Importância

1.1.1 - Insumos tradicionais

Desde as sociedades primitivas, com o propósito de obter bens, os homens se valeram de riquezas e forças que a natureza lhes ofereciam. O trabalho humano, representado pela força do homem, e os recursos naturais, representados pelos elementos da natureza incorporáveis às atividades econômicas, foram os primeiros fatores de produção. Com esses dois fatores, os homens obtinham seu sustento colhendo-o diretamente da natureza, sem recorrer ao emprego de quaisquer meios de produção. Com a necessidade de cultivar a terra e extrair matéria-prima para obter outros bens foram desenvolvidos alguns instrumentos de trabalho como o machado, o arco e a flecha, a canoa, etc., caracterizando-se como as primeiras ocorrências de "fator capital". Com o passar dos tempos esse "fator" evoluiu de suas formas embrionárias e ganhou complexidade constante conferindo ao trabalho humano uma eficiência cada vez maior (CASTRO & LESSA, 1978).

Essa evolução continuou por longo período de tempo mas sempre permanecendo os recursos naturais e o trabalho humano como insumos importantes no processo de produção e cujos bens de capital vinham melhorar a produtividade desses dois fatores tradicionais. Nos dias atuais, esses insumos continuam com grande importância para a produção de bens e serviços no mundo. No Brasil, caso particular deste estudo, o número de pessoas atualmente empregadas na produção agropecuária vem aumentando a cada ano, evoluindo de cerca de 17,5 milhões de pessoas, em 1970 para cerca de 21,2 milhões, em 1980, com incremento da ordem de 20,4% durante a década. Destes totais, apenas 2,6 milhões estavam efetivamente empregadas (empregos permanentes e temporários), em 1970, segundo a Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE). O restante eram "responsáveis e mem

bro não remunerados da família" que também participavam do sistema de produção. Em 1980, os empregados no setor representavam 23,1% do total, sendo que somente 4,9 milhões de pessoas eram empregadas efetivas e os demais figuravam como "responsáveis e membros não remunerados da família". Observa-se desta forma, um incremento da ordem de 86,8% no número destes empregados no setor agrícola no período 1970-80. Em termos relativos, os empregados, nesse setor, participavam com 15,1% da mão-de-obra ocupada na agricultura, em 1970, elevando essa participação para 23,3%, em 1980. Entretanto, os "responsáveis e membros não remunerados da família" diminuíram sua participação de 80,2% em 1970, para 73,9% em 1980.

Quanto ao fator terra também houve incremento da área utilizada passando de 294,0 milhões de hectares, em 1970, para 364,8 milhões de hectares em 1980. Da mesma forma também cresceu o número de estabelecimentos rurais de 4,9 milhões, com área média por estabelecimento de 59,7 hectares, em 1970, para 5,1 milhões de estabelecimentos, em 1980, apresentando uma área média por estabelecimento maior, em torno de 70,0 hectares. Pelo QUADRO 1 do APÊNDICE B, pode-se observar tanto em 1970 como em 1980 que grande número de estabelecimentos possuía área inferior a 10 hectares, cerca de 2,5 milhões de estabelecimentos com 9,0 milhões de hectares de terras. Nesse estrato a área média por estabelecimento situa-se em torno de 3,6 hectares. No estrato de área compreendido entre 10 e 50 hectares, em torno de 1,6 milhões de estabelecimentos rurais contavam com cerca de 37,0 milhões de hectares de terras, com uma média aproximada de 23,1 hectares/estabelecimento. Constata-se que grandes áreas de terras ainda se concentram em pequeno número de propriedades, como no estrato de 200 a 500 hectares em que 151 mil propriedades concentravam 45,9 milhões de hectares em 1970 e, 169 mil propriedades concentravam 51,9 milhões de hectares em 1980.

1.1.2 - Insumos modernos

As necessidades cada vez mais crescentes de maior produção de bens e serviços e o desenvolvimento da capacidade inventiva dos homens culminaram por desenvolver um movimento de mecanização das atividades produtivas, que compreendendo admirável sequência de inventos em cadeia, constituiu a Revolução Industrial Inglesa. Essa revolução não tardou a chegar ao setor agrícola, desenvolvendo-se de forma satisfatória (LOBO, 1977). Assim, no século XVIII, tal como houve melhoramento nas ferramentas e máquinas usadas na indústria, observa-se também o surgimento de novos e melhores arados, enxadas e outros instrumentos agrícolas usados na agricultura (HUBERMAN, 1959).

Formou-se, desta forma, o estoque de capital com a produção de máquinas de semear, arados e debulhadeiras, que representaram os primeiros passos importantes no sentido da redução do trabalho manual nas operações agrícolas na Inglaterra (DEANE, 1969).

A invenção das máquinas melhorou a produtividade da mão-de-obra mas a produtividade da terra continuava decrescente até que surgiu outro importante insumo agrícola: o fertilizante.

Muitos países foram absorvendo essa sequência contínua de inovações introduzidas através da tecnologia agrícola e hoje nações como o Brasil não só absorveram como também criaram sua própria tecnologia, adaptada às suas peculiaridades. Pois, para que o homem, com seu trabalho, possa combinar de forma eficiente os fatores, terra, capital e demais insumos, necessita da aplicação de tecnologia apropriada que, para alguns autores, constitui-se num importante insumo moderno.

Assim, com esses insumos, ditos modernos, capital (sob a forma de máquinas e implementos agrícolas), fertilizantes e tecnologia, associados aos insumos tradicionais, terra e trabalho, pode-se obter produção agropecuária satis

fatória, compatível com os níveis de oferta desses insumos e com os níveis de demanda da produção agregada.

Quanto ao uso desses insumos, no Brasil, observa-se que no período 1970-80 houve uma acentuada utilização de tratores que em 1970 totalizaram 165.870, tendo evoluído para 545.205, em 1980. O crescimento do número de tratores na década foi portanto da ordem de 228,7%. Isto também proporcionou uma evolução na relação trator/área de terra que, em 1970 correspondia a menos de um trator para mil hectares; tendo triplicado, em 1980, indicando uma relação de um e meio trator para 1.000 hectares de terra. A utilização de arados a tração mecânica, elevou-se de 160.884, em 1970, para 559.169 arados, em 1980, com incremento percentual de 247,6%, na década. A utilização de arados a tração animal decresceu em 2,4%, no mesmo período. Em 1970, utilizaram-se 1,7 milhão de arados a tração animal ao passo que, em 1980, foram utilizados apenas 1,6 milhão. Isto fez com que ocorresse uma redução na relação arado/área de terra, no período 1970-80, embora tenha havido um acréscimo na relação arado (tração animal)/área de terra (ver QUADRO 2 no APÊNDICE B). Houve entretanto, intensificação no uso de máquinas para plantio e colheita, da ordem de 313,2%, tendo alcançado o total de 405.692 máquinas, em 1980, quando eram utilizadas somente 98.184 máquinas, em 1970.

O consumo aparente de fertilizantes no Brasil no período 1970-80, aumentou 320,6%, partindo das 998,5 mil toneladas de nutrientes (NPK) em 1970 e atingindo cerca de 4,2 milhões de toneladas ao final da década. Vale ressaltar que, devido ao anúncio, por parte do Governo, no final de 1979, da retirada parcial dos subsídios implícitos no crédito rural, a alta taxa de inflação, além de boas condições creditícias ainda prevalecentes, em início de 1980, levaram os agricultores e cooperativas da região Centro-Sul a estocarem estes insumos, elevando o volume de consumo, em 1980, além da evolução normal (SOARES et alii, 1983). Os fertilizantes que apresentaram maior consumo foram os fosfatados, seguidos dos potássicos e nitrogenados. O consumo dos fertilizantes fosfatados representou 41,6%, em 1970 e 47,3%, em 1980, do consumo total destes três elementos. Os nutrientes

potássicos, que até 1980 eram totalmente importados, figuravam em segundo lugar, entre os três nutrientes, e representavam cerca de 30,7% do consumo, em 1970 e 31,1% em 1980.

O incremento nas práticas de adubação foi viabilizado pela existência de dados experimentais acumulados que permitiram o surgimento de recomendações de adubações com respeito a doses, época e modo de aplicação. O crescimento da demanda de fertilizantes, até 1980, foi também estimulado pela expansão da área cultivada e pela relação geralmente favorável em termos de preços de produtos agrícolas/preço de fertilizantes (SOARES et alii, 1983).

1.1.3 - Relações interfatores

Alguns autores em seus estudos têm assumido o desenvolvimento econômico como o aumento da produção total ao longo do tempo sem considerar os aspectos relativos à distribuição da produção (VERA FILHO & TOLLINI, 1979). Outros acrescentam que o progresso econômico é imaginado em termos de um aumento de renda real por pessoa e pelo crescente nível de consumo (RUTTAN, 1983).

Os acréscimos na produção são resultado do aumento na utilização dos insumos empregados no processo produtivo ou da elevação da produtividade de um ou mais desses insumos. Tem-se, portanto, que a elevação da produção é obtida pelo aumento da quantidade e/ou qualidade dos fatores empregados.

Ganhos de produtividade resultam principalmente de melhorias organizacionais, tanto nos fatores físicos quanto nos fatores humanos. Como melhorias organizacionais pode-se indicar o aumento da capacidade de gerenciamento que implica na obtenção de maior produção como resultado da melhor combinação de insumos, disponíveis ao tomador de decisões. As melhorias nos fatores físicos representam os aumentos na qualidade dos diversos insumos, como sementes, máquinas e equipamentos. Os avanços nas qualidades dos fatores humanos

dizem respeito ao aprimoramento na força de trabalho empregada na produção representado por treinamentos e extensão de conhecimentos (VERA FILHO & TOLLINI, 1979).

Dada a diferente dotação relativa de fatores de produção entre países e entre regiões de um país, procura-se obter a máxima produção com a melhor combinação dos fatores disponíveis. Busca-se, assim, atingir a eficiência técnica. Por outro lado, a escassez ou abundância de fatores refletem alterações nos seus preços relativos e isso leva os organizadores da produção a procurarem atingir também a eficiência econômica, ou seja, obter a máxima produção, com a combinação dos insumos que proporciona custos mínimos.

Assim, para atingir o progresso econômico precisa-se conseguir o progresso tecnológico, que para RUTTAN (1983) "resulta do avanço das técnicas de produção e permite alcançar maior produção com o uso de uma determinada quantidade de recursos, ou como resultado da substituição de mão-de-obra, de tal forma que a renda real por pessoa cresça mesmo que a proporção produção/insumo total continue sem alteração".

HAYAMI & RUTTAN (1971), observaram que países desenvolvidos, como Japão e Formosa, onde a terra é escassa apresentaram elevação dos coeficientes de produção por hectare. Em contrapartida, países com abundância de terra e escassez de mão-de-obra, dentre os quais se incluem Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia, apresentaram coeficientes de produção por trabalhador, relativamente elevados. Outrossim, países com escassez de terra apresentaram elevados índices de usos de fertilizantes, enquanto que aqueles com escassez de mão-de-obra e abundância de terra apresentaram elevado índice de mecanização.

A agricultura brasileira tem se caracterizado por abundância tanto de terra como de mão-de-obra, porém com relativa utilização de capital e insumos modernos. Com isso tanto as produtividades da terra como de capital tem se apresentado baixas, em relação a países desenvolvidos, bem como baixos índices de mecanização e uso de insumos modernos (SCHUH, 1975).

O Estado de São Paulo apresenta níveis de produtividade do trabalho e da terra acentuadamente superiores aos demais Estados brasileiros, inferindo-se, pois, que esse Estado emprega técnicas de produção poupadoras, quer de mão-de-obra (máquinas e equipamentos), quer de terra (fertilizantes, defensivos, sementes melhoradas, etc.) com maior intensidade do que qualquer outro (VERA FILHO & TOLLINI, 1979).

Entretanto, o Brasil, ainda sem significativa produção nacional de fertilizantes, aproveitando a queda de preços no mercado internacional, a partir de 1973, teve a relação preço de produtos/preço de fertilizantes extremamente favorecida o que elevou substancialmente o consumo aparente desse insumo; acontecendo o mesmo com o uso do crédito e de tratores. A expansão da utilização de tratores foi motivada pela redução do preço real das máquinas de produção nacional, (em decorrência do alargamento dos tetos e das condições de crédito bem como da retirada de toda tributação indireta: IPI e ICM), pela recuperação da demanda de produtos industriais, elevação da produção e os efeitos das economias de escala do setor industrial (com maior aproveitamento pela diminuição do número de fabricantes). A partir de 1974, se iniciou um ambicioso programa de substituição de importações de fertilizantes, através do Plano Nacional de Fertilizantes e Calcário, subsidiando, em 1975 e 1976, 40% do preço ao produtor que significou maior uso de crédito e de fertilizantes (BARROS, 1979).

A expansão da fronteira agrícola em ritmo decrescente levou a agricultura brasileira, na década 1970-80, à utilização de terras já cultivadas anteriormente com uso de fertilizantes e mecanização.

Para PAIVA (1979), "a tecnologia moderna se caracteriza pelo emprego em maiores proporções, do fator capital (através de insumos modernos) em relação aos fatores tradicionais, terra e mão-de-obra". Isso cria um sério obstáculo à modernização da produção agrícola em países como o Brasil, em que elevada proporção da mão-de-obra do setor rural deixa de ser necessária com o advento da moderna tecnologia, intensiva em capital, que traz aumento substancial na

capacidade de produção do setor, produzindo mais matéria-prima e alimentos (com auxílio dos insumos modernos: adubos, inseticidas, antibióticos, sementes selecionadas, máquinas e outros), que não podem ser efetivamente consumidos pela maioria da população localizada no setor agrícola.

Por outro lado, o setor não-agrícola não está desenvolvido o suficiente para absorver a mão-de-obra agrícola excedente, ou os volumes crescentes de produtos. O mercado externo poderia contornar parcialmente esse problema absorvendo maiores volumes de produtos mas não pode absorver a mão-de-obra agrícola mesmo porque o mercado externo possui praticamente esse mesmo defeito estrutural, denominado como "mecanismo de autocontrole", (PAIVA, 1979).

Através da maior utilização dos fatores de produção são conseguidos aumentos significativos de produção. A parcela do crescimento da produção não explicada pela expansão dos fatores atribui-se ao progresso tecnológico, que consiste em melhorias qualitativas nos fatores de produção e consequentemente aumento da produtividade desses fatores. A intensidade com que aumenta a produtividade de todos os fatores ou apenas alguns fatores determina o tipo de inovação tecnológica. A inovação tecnológica que possibilita produzir a mesma quantidade de produto, com o emprego das mesmas quantidades de outros fatores, associadas a menor quantidade do fator trabalho, implica em aumento relativo da produtividade do trabalho e constitui progresso tecnológico do tipo poupador do fator trabalho. Do mesmo modo, o progresso tecnológico que implica em aumento relativo da produtividade do capital em relação a todos os outros fatores classifica-se como poupador de capital. E quando o progresso técnico implica no aumento proporcionalmente igual da produtividade de todos os fatores, é classificado como neutro (VERA FILHO & TOLLINI, 1979).

1.1.4 - O desempenho do setor primário

ARAÚJO et alii (1983) consideram satisfatório o comportamento da agricultura brasileira no período 1948-74 face à política econômica geral que até 1965-66 "discriminou bastante contra o setor, através dos estímulos a uma industrialização capital-intensiva, da supervalorização das taras de câmbio e do crédito e tributação especiais aos setores não agrícolas; tudo isso além dos confiscos e contingenciamentos aos excedentes agrícolas". Mesmo assim, deve-se considerar que a participação dos produtos de origem agropecuária nas exportações brasileiras tem se mantido em níveis elevados (TABELA 1), embora os produtos de outras origens tenham apresentado participação crescente. Assim é, que, no período 1970-80 o crescimento médio anual das exportações brasileiras foi de 22,8%, tendo as exportações de produtos agropecuários crescido a uma taxa média de 18,8% ao ano e as dos demais produtos a uma taxa média de 33,7% ao ano. Neste contexto, parece importante realçar que, nessa década, as políticas econômicas do país foram muito seletistas e voltadas para os produtos agrícolas de exportação, constituindo-se, assim em séria preocupação ao desempenho do sub-setor de alimentos e à distribuição da renda e do emprego no campo (ENGLER, 1978).

O desenvolvimento econômico do Brasil que vem ocorrendo nas últimas décadas requer uma análise do uso dos reursos nos diversos setores da economia, de modo a detectar possíveis distorções no emprego atual desses recursos produtivos e alcançar uma maior eficiência econômica e melhor orientar os investimentos. Este estudo preocupa-se com o setor primário, cujo crescimento tem apresentado taxas relativamente menores que os demais setores. Uma análise da evolução do produto real da economia brasileira nos últimos anos (TABELA 2), mostra que na década de 1960-70 o crescimento do setor agrícola se deu a uma taxa média anual de 3,8% e na década seguinte 5,1%, enquanto que o setor industrial

TABELA 1 - Taxas de crescimento das exportações. Brasil, 1968-83.

Ano	Valor das Exportações (US\$ milhões FOB)		Participação Percentual (%)	
	Agropecuária *	Não-Agropecuária	Agropecuária	Não-Agropecuária
1968	1.562	319	83	17
1969	1.849	462	80	20
1970	2.052	687	75	25
1971	2.067	837	71	29
1972	2.957	1.034	74	26
1973	4.387	1.812	71	29
1974	6.072	1.879	76	24
1975	4.992	3.578	57	43
1976	6.226	3.902	61	39
1977	7.549	4.571	62	38
1978	6.962	5.697	55	45
1979	7.672	7.572	50	50
1980	9.810	10.322	49	51
1981	10.009	13.284	43	57
1982	8.257	11.918	41	59
1983	9.155	12.744	42	58
			Total	
			1.881	
			2.311	
			2.739	
			2.904	
			3.991	
			6.199	
			7.951	
			8.670	
			10.128	
			12.120	
			12.659	
			15.244	
			20.132	
			23.293	
			20.175	
			21.899	

FONTE: DEP/EMBRAPA e FIBGE.

*Incluídos os produtos **in natura**, semi-manufaturados e manufaturados de origem agropecuária.

cresceu 7,2% e 9,6% nos respectivos períodos.

Torna-se importante conhecer, o comportamento des as variações, tendo em vista que em processo de desenvolvimento equilibrado, o setor agrícola decresce em importância relativa, mas o grau de importância do setor deve sempre se manter elevado, pelo menos até um estágio muito adiantado do processo de desenvolvimento, permitindo que a taxa de crescimento da produção agrícola se mantenha superior à ta xa de crescimento da população (PAIVA, 1979).

A análise do desempenho do setor primário bem como da contribuição relativa de cada fator produtivo é de parti cular importância para fornecer subsídios à realocação de fatores e para estabelecer políticas governamentais que pro piciem o aumento da produtividade do setor.

Nesse contexto, torna-se necessário o conhecimento da alocação dos fatores de produção e suas relações técni cas que, de certo modo, podem exercer impactos importantes sobre a demanda de fatores no setor agropecuário brasilei ro. De extraordinária importância é o conhecimento das rela ções entre os fatores trabalho e capital, terra e fertili zantes, na medida em que podem proporcionar subsídios para políticas de abastecimento e emprego no campo.

Torna-se também, de grande relevância o conhecimen to da estrutura de demanda dos fatores de produção na agri cultura brasileira, bem como o tipo de desenvolvimento tec nológico alcançado pelo setor, sobretudo para o estabelecimento de políticas agrícolas.

1.1.5 - Objetivos

Nesta pesquisa, pretende-se estudar a alocação dos fatores de produção; terra, trabalho, capital e fertilizan tes, no período 1970-80, bem como os impactos da tecnologia sobre produção agropecuária, e demanda de insumos.

Os objetivos específicos da pesquisa são:

TABELA 2 - Taxas de crescimento do produto real por setor de atividade. Brasil, 1960-80
(em percentagem).

Período/Ano	Agricultura	Indústria	Comércio	Transporte e Comunicação	Total do Produto Real
1960/70	3,78	7,18	5,82	7,51	5,27
Média/anual					
1970/80	5,10	9,61	8,25	11,05	8,69
Média/anual					
1960	6,8	11,6	9,2	17,3	10,3
1961	5,0	9,9	8,0	3,3	7,7
1962	3,9	8,0	6,0	8,4	6,6
1963	0,4	0,8	-0,1	7,8	1,1
1964	-1,3	5,6	1,7	1,6	2,6
1965	20,1	-2,6	1,4	1,8	2,1
1966	-14,6	9,9	7,4	6,6	5,4
1967	9,2	3,1	4,4	7,8	4,7
1968	4,5	13,3	10,7	8,9	11,0
1969	3,8	12,2	9,5	11,6	10,2
1970	1,5	10,5	8,3	6,4	8,3
1971	11,3	11,8	13,1	11,6	12,0
1972	4,1	12,7	11,7	12,2	11,1
1973	3,6	16,0	13,3	21,0	13,6
1974	8,2	9,1	9,9	13,5	9,2
1975	5,2	5,6	2,4	16,8	5,4
1976	2,9	12,5	8,6	8,0	5,4
1977	11,8	3,9	4,6	5,8	5,7
1978	-2,6	7,4	3,9	4,6	5,0
1979	5,0	6,6	6,7	10,6	6,4
1980	6,3	7,9	8,0	10,8	7,2

FONTE: Centro de Contas Nacionais - DCS/IBRE/FGV.

(a) Verificar a alocação dos principais fatores de produção, terra, capital, trabalho e fertilizantes, na agricultura brasileira, durante a década de setenta;

(b) estimar as elasticidades parciais de produção por fator, para o Brasil e para cada Estado da Federação;

(c) Verificar se os retornos à escala na agricultura brasileira foram constantes, crescentes ou decrescentes nos anos setenta;

(d) derivar funções de demanda dos fatores de produção, tanto tradicionais como modernos;

(e) verificar se o tipo de progresso tecnológico eventualmente ocorrido no período foi poupador ou intensivo na utilização do fator trabalho;

(f) verificar se o tipo de progresso tecnológico eventualmente ocorrido no período foi intensivo na utilização do fator fertilizante.

2 - MATERIAL E MÉTODO

2.1 - Fontes dos Dados

Utilizam-se dados publicados pelos Censos Agropecuários de 1970, 1975 e 1980, complementados pelos Anuários Estatísticos do Brasil de 1973, 1980 e 1983 (para dados referentes a 1970, 1975 e 1980 respectivamente), todos de publicação da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (FIBGE). Utilizam-se ainda dados publicados pelo Centro de Estudos Agrícolas, do Instituto Brasileiro de Economia da Fundação Getúlio Vargas. Os dados se constituem de um "pooled" com informações em corte-seccional e em série temporal. A série temporal refere-se aos anos de 1970, 1975 e 1980. Foram considerados como unidades de observações os Estados brasileiros excetuando-se Acre e Rondônia, o Distrito Federal e os Territórios. Os valores correntes foram corrigidos, empregando-se índices gerais de preços, disponibilidade interna, publicados pela Revista Conjuntura Econômica, com base modificada, para valores reais de 1980.

2.2 - Metodologia

Para atingir os objetivos desta pesquisa será utilizada a metafunção de produção do tipo Cobb-Douglas generalizada (CDG), empregada por ULVELING & FLETCHER (1970). Inicialmente, estimar-se-ão as elasticidades parciais de produção dos fatores envolvidos e os retornos à escala. Em uma segunda etapa, derivam-se as equações de demanda dos fatores de produção no setor agrícola brasileiro. Numa terceira etapa, estimam-se as Taxas Marginais de Substituição Técnica

ca de Trabalho por Capital e, também, as de Terra por Fertilizantes para as cinco macro-regiões geográficas brasileiras e determina-se o tipo de progresso tecnológico experimentado em cada região, no período 1970-80. } 3

Como é sabido, atualmente, os Estados das regiões Sul e Sudeste, alcançaram elevado estágio de desenvolvimento do setor rural, inclusive empregando tecnologias modernas de produção. Por outro lado, os Estados das demais regiões ainda tem o setor agrícola de certa forma atrasado, em relação àquelas duas regiões, onde, normalmente predomina o emprego de tecnologias tradicionais, contudo encontram-se entre eles alguns mais desenvolvidos, já utilizando as duas tecnologias conjuntamente.

Para captar essas disparidades entre Estados e entre regiões, no período de tempo em análise, a função de produção Cobb-Douglas generalizada pode ser adequada por envolver um infinito número de funções de produção Cobb-Douglas convencional, constituindo-se numa curva envoltória ou "envelope" de todas as outras funções de produção relativas às unidades de observação, consideradas as respectivas características de cada Estado no período analisado. } 4

Estimativas de funções de produção agropecuária agregada também foram feitas por diversos autores, destacando-se o trabalho de ULVELING & FLETCHER (1970) que, desenvolvendo uma função de produção Cobb-Douglas modificada a qual envolveu a combinação de todas as informações, em estudo, e proporcionou retornos variáveis à escala para diferentes técnicas de produção ou tamanhos de propriedades rurais. Usando observações no custo de produção para propriedades rurais individuais no México, identificaram modificações nas elasticidades parciais de produção e nos retornos à escala influenciadas pela variação da razão capital/terra.

Outro trabalho que merece destaque é o de HAYAMI & HATTAN (1971) que empregaram uma metafunção de produção para estudar diferenças em desenvolvimento econômico entre países através da identificação da alocação dos fatores de produção, nas diferentes regiões.

No Brasil, ENGLER (1978), usando metodologia semelhante à de HAYAMI & RUTTAN, estimou uma metafunção de produção para o Estado de São Paulo, envolvendo dados de produção, de insumos convencionais e não convencionais. PEDROSO (1973) e THOMPSON (1974) também realizaram estudos semelhantes, mas com estimativas da função de produção Cobb-Douglas convencional. LEMOS et alii (1984 e 1985), usando a metodologia desenvolvida por ULVELING & FLETCHER, estudaram a produtividade dos fatores e retornos variáveis à escala da agricultura brasileira, a partir da estimativa da metafunção de produção de tipo Cobb-Douglas generalizada.

A expressão da metafunção de produção de tipo Cobb-Douglas generalizada a ser utilizada, nesta pesquisa, é dada por:

$$y_t = e^{(a_0 + a_1 D)} K_t^{\eta_K(I_K, P_W)} L_t^{\eta_L(P_W, I_K)} T_t^{\eta_T(P_t, P_f)} F_t^{\eta_F(P_f, P_t)} e^{\mu}$$

na qual:

- y_t = valor da produção agropecuária agregada para o j-ésimo Estado da Federação, para o período t (t = 1970, 1975, 1980), avaliada em bilhões de cruzeiros de 1980;
- K_t = estoque de capital empregado na produção agropecuária do i-ésimo Estado brasileiro no período t, avaliado em bilhões de cruzeiros de 1980 (valor dos bens + investimentos);
- L_t = quantidade de mão-de-obra empregada na produção agropecuária agregada no Estado j, no período t (em equivalente homem);
- T_t = quantidade de terra (em milhões de hectares) empregada na produção agropecuária do j-ésimo Estado, no t-ésimo período (área ocupada com produção mais terras improdutivas, tal como definida no Censo Agropecuário);
- F_t = quantidade de fertilizantes (NPK) empregada na produção agropecuária do j-ésimo Estado, no t-ésimo período, em toneladas de nutrientes;
- η_K = elasticidade parcial de produção do fator capital, no j-ésimo Estado, no período t;

- η_L = elasticidade parcial de produção do fator trabalho, no j-ésimo Estado, no período t;
- η_T = elasticidade parcial de produção do fator terra, no j-ésimo Estado, no período t;
- η_F = elasticidade parcial de produção do fator fertilizantes, no j-ésimo Estado, no período t;
- I_K = "proxy" do preço do fator capital, no Estado j, no t-ésimo período, representada pelo índice de custo dos investimentos, calculada pela razão entre o valor dos juros e despesas bancárias e o valor do financiamento para investimento; } ? 6
- P_W = salário real por trabalhador (W/L) empregado no setor agropecuário no t-ésimo período, no Estado j, avaliado em cruzeiro por equivalente/homem (preço real de 1980); } ? 7
- P_t = preço da terra no Estado j, no t-ésimo período (despesas com arrendamentos/área de terceiros ocupada), avaliado em cruzeiro/hectare (preço real de 1980);
- P_f = preço de fertilizante no Estado j, no período t, avaliado em cruzeiros por quilograma (preço real de 1980);
- D = variável artificial binária que tenta captar os diferentes níveis de produção nos períodos intercensitários; } * 8
- ϵ = termo de perturbação que, por hipótese, atende aos pressupostos usuais de apresentar distribuição normal e ser independentemente distribuído;
- e = constitui-se na base dos logaritmos naturais.

As variáveis independentes incluídas nos expoentes de cada fator de produção são contínuas e influenciam tanto as elasticidades parciais de produção como os retornos à escala e assim, a metafunção de produção pode ser escrita na forma logarítmica a seguir:

$$\ln Y_t = (a_0 + a_1 D) + \eta_K (I_K, P_W) \ln K_t + \eta_L (P_W, I_K) \ln L_t + \eta_T (P_t, P_f) \ln T_t + \eta_F (P_f, P_t) \ln F_t + \mu$$

Esta metafunção bem como cada função de elasticidade de produção são lineares nos seus parâmetros e pode ser estimada pelo método dos mínimos quadrados ordinários (M.Q.O.). } 9

Especifica-se ainda as equações das elasticidades de produção empregadas neste trabalho como sendo:

$$\eta_K(I_K, P_W) = \alpha_0 + \alpha_1 I_K + \alpha_2 P_W;$$

$$\eta_L(P_W, I_K) = \beta_0 + \beta_1 P_W + \beta_2 I_K;$$

$$\eta_T(P_t, P_f) = \gamma_0 + \gamma_1 P_t + \gamma_2 P_f;$$

$$\eta_F(P_f, P_t) = \lambda_0 + \lambda_1 P_f + \lambda_2 P_t;$$

as respectivas elasticidades do capital, do trabalho, da terra e dos fertilizantes. Os coeficientes α 's, β 's, γ 's e λ 's representam os parâmetros a serem estimados.

Pelo somatório dos coeficientes de elasticidades parciais de produção chegou-se aos coeficientes de retornos variáveis à escala. Para testar se os valores são significativamente diferentes de 1, aplicou-se o teste "T" de diferenças de médias, com o desvio-padrão conhecido, conforme especificado abaixo:

$$|T_i| = \frac{\hat{\epsilon}_i - i}{\sigma_{\hat{\epsilon}}}$$

onde $\hat{\epsilon}_i$ é o valor de cada coeficiente de retorno à escala estimado para o i -ésimo Estado brasileiro e $\sigma_{\hat{\epsilon}} = \frac{\hat{\sigma}}{\sqrt{n}}$; na qual $\hat{\sigma}$ é o desvio padrão amostral e n é o nº de observações. Mais detalhes sobre o procedimento acima, serão encontradas no APÊNDICE A.

3.2.1 - As demandas de insumos

Conhecendo-se as elasticidades parciais de produção que variam sobre a amplitude total da função de produção é possível derivar uma equação de demanda para cada fator insumo na metafunção de produção estimada.

De acordo com a teoria da firma, dada uma função de produção agregada e o conhecimento "a priori" de que o empresário é um maximizador de lucro, conhecendo-se os pre

ços dos insumos e o preço do bem produzido o empresário atingiria eficiência econômica, maximizando sua função de lucro definida por

$$\Pi = P_Y \cdot Y[f(X_1, X_2, \dots, X_n)] - C[g(X_1, X_2, \dots, X_n)]$$

em que Π é o lucro do empresário; Y é o bem produzido; X_i ($i = 1, 2, \dots, n$) são fatores de produção; e C é o custo total dos fatores de produção no mercado de insumos.

De acordo com a teoria econômica neoclássica para que seja derivada a demanda de qualquer fator de produção, a função de lucro deve ser duplamente diferenciável. Além disso, se a função de produção for do tipo Cobb-Douglas, há a necessidade de que o seu grau de homogeneidade seja menor do que um para que as condições de segunda ordem sejam satisfeitas. A necessidade da formulação dessas hipóteses (empresário maximizador de lucro e função de produção homogênea de grau menor que um) são bastante fortes e restritivas.

Estudo desenvolvido por LEMOS (1985) mostrou ser possível a derivação de uma equação de demanda por qualquer fator de produção sem a necessidade do estabelecimento das proposições acima. Na metafunção de produção proposta, verifica-se que a elasticidade parcial de produção de qualquer fator (X_i) é dada por:

$$\eta_i = b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}$$

Relembrando que, por definição a elasticidade parcial de produção X_i é dada por:

$$\eta_i = \frac{\partial Y}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{Y}$$

Substituindo-se este resultado na equação generalizada acima, obtém-se:

$$\frac{\partial Y}{\partial X_i} \cdot \frac{X_i}{Y} = b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}$$

Rearranjando de forma conveniente, obtém-se:

10

$$\frac{\partial Y}{Y} \cdot \frac{X_i}{\partial X_i} = b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}$$

Isolando o termo $\frac{\partial Y}{Y}$ do lado esquerdo encontra-se

$$\frac{\partial Y}{Y} = (b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}) \frac{\partial X_i}{X_i}$$

A equação assim encontrada é do tipo diferencial de primeira ordem de fácil solução, mediante a integração indefinida dos dois lados, com a suposição de que os termos entre parênteses permanecem constantes durante o processo de integração. Assim, pode-se escrever:

$$\int \frac{\partial Y}{Y} = \int [(b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}) \frac{\partial X_i}{X_i}]$$

ou re-escrevendo de forma semelhante:

$$\int \frac{\partial Y}{Y} = (b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}) \int \frac{\partial X_i}{X_i}$$

a resolução da equação acima é:

$$\ln Y = (b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}) \ln X_i$$

Para explicitar a variável $\ln X_i$ (insumo) em função de outras variáveis, rearranja-se os termos da equação e desta forma chega-se à equação da demanda derivada de um determinado insumo, e assim pode-se escrever:

$$\rightarrow \ln X_i = \frac{1}{b_0 + b_1 P_{X_i} + b_2 P_{X_j}} \ln Y.$$

ou ainda de forma equivalente:

$$X = Y \frac{1}{\eta_i}.$$

E, desta forma, observa-se que há uma relação inversa entre o preço do insumo (P_{X_i}) e a quantidade demandada desse insumo ($\ln X_i$) de acordo com o especificado pela teoria da demanda do fator de produção.

Pode-se também observar, nessa equação, os impactos de uma variação dos preços de outros insumos (P_{Xj}) sobre a demanda do insumo (X_i) em estudo.

Como se observa, por esse método, para que a equação da demanda por insumos fosse derivada, não foi necessário fazer qualquer hipótese, quer sobre o comportamento do empresário, quer sobre o grau de homogeneidade da função de produção. A única hipótese formulada foi a de que o empresário agiria de modo tecnicamente eficiente para obter o produto final o que implica em produzir sobre a superfície de produção.

2.2.2 - O progresso tecnológico

A classificação das inovações tecnológicas segundo HICKS (1946) supõe uma função diferenciável e homogênea, onde a existência de progresso tecnológico é caracterizado por qualquer mudança (graficamente, isto significa um deslocamento) da função de produção que permite realizar o mesmo nível de produção com menos insumos ou possibilita que o mesmo nível anterior de insumos produza uma quantidade maior de produto (FERGUSON, 1986).

Assim, mudanças tecnológicas conduzem a deslocamentos na função de produção e envolvem variações entre as produtividades marginais dos fatores utilizados. Supondo então uma função de produção homogênea, diferenciável, envolvendo dois fatores divisíveis, capital e trabalho, por exemplo, ocorrendo uma inovação nessas condições, gera uma mudança da função de produção de $f(K;L)$ para $g(K;L)$, sendo $g(K;L) > f(K;L)$. Desta forma, quando aumentar a taxa marginal de substituição técnica de capital por trabalho ao longo de um período de tempo, diz-se que o progresso tecnológico é poupar de trabalho. Isto caracteriza um aumento na relação entre as produtividades marginais do trabalho e do capital, ao tempo, com menor inclinação para a nova isoquanta. Se

acontecer o contrário, isto é, ocorrer uma diminuição na relação entre as produtividades marginais do trabalho e do capital, no tempo, o progresso tecnológico é poupador de capital; e, conclusivamente, não havendo alteração nessa relação, o progresso tecnológico denomina-se neutro.

A FIGURA 1 ilustra a situação hipotética de uma inovação poupadora de trabalho, na definição de HICKS, que leva a firma a operar com menor relação trabalho/capital. Designando por Π_L e Π_K os preços dos fatores, por P_L e P_K as produtividades marginais antes da inovação, por P'_L e P'_K as produtividades marginais depois da inovação e desde que a relação entre preços dos fatores não mude, pode-se demonstrar o processo de ajustamento da combinação de fatores de modo a restabelecer a proporcionalidade entre produtividades marginais e preços de fatores, após ocorrer uma mudança na função de produção. Em equilíbrio, $\frac{P_L}{P_K} = \frac{\Pi_L}{\Pi_K}$, mas com a introdução da inovação, esse equilíbrio se rompe, pois $\frac{P'_L}{P'_K} < \frac{P_L}{P_K}$. Como a relação de preço dos fatores não mudou haverá o reajuste na sua combinação de modo a reduzir a relação entre as produtividades de forma que se restabeleça a proporcionalidade entre produtividades marginais e preços dos fatores. Isso corresponde a decréscimos na relação trabalho/capital. Graficamente, observa-se que a isoquanta X_0 com a relação de preços de fatores indicada apresenta um caminho de expansão R_0 . Após a introdução da inovação, o nível de produção passa a ser representado pela isoquanta X_1 e o caminho de expansão se desloca para R_1 , cuja relação mão-de-obra/capital é menor que antes da inovação.

Na mesma linha de raciocínio pode-se mostrar que, mantida a relação de preços dos fatores, uma inovação poupadora de capital levaria a operação com maior relação trabalho/capital e uma inovação neutra conservaria inalterado o caminho de expansão. Para identificar a ocorrência de Progresso Tecnológico no período em estudo foram incluídas duas variáveis binárias (D_1 e D_2) objetivando captar mudança (deslocamento) da metafunção de produção entre 1970 e 1975 e entre 1975 e 1980, definidas da seguinte forma:

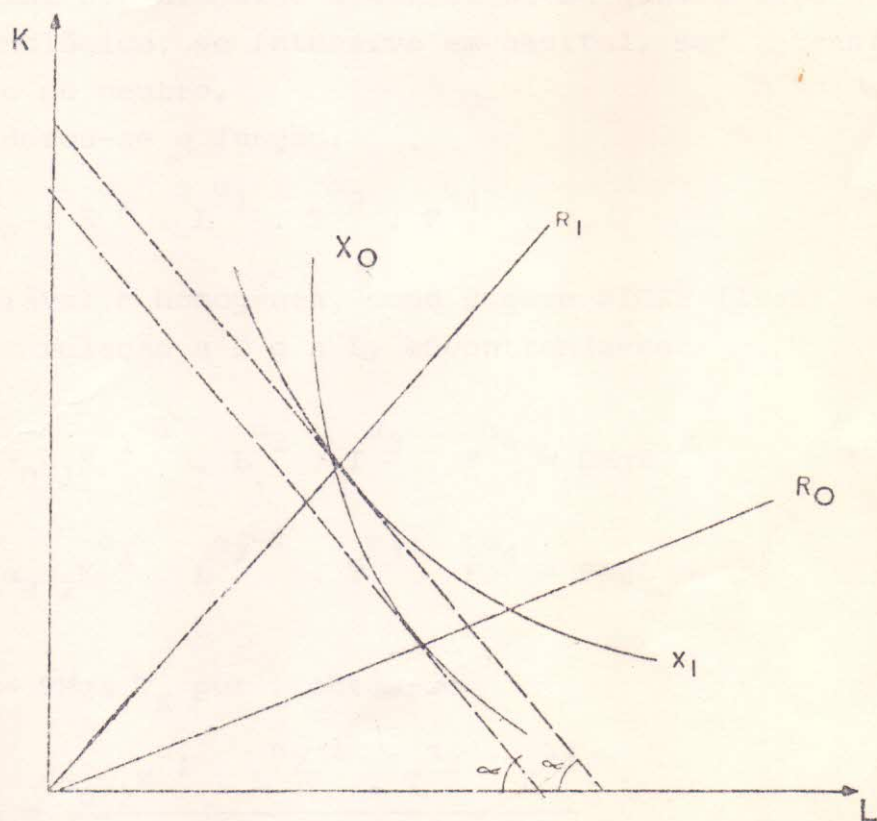


FIGURA 1 - Inovação poupadora de trabalho.

$D_1 = 1$ se o ano for 1975;

$D_1 = 0$ nos outros casos;

$D_2 = 1$ se o ano for 1980;

$D_2 = 0$ nos outros casos.

Confirmada a hipótese de ocorrência de inovação tecnológica derivou-se a Taxa Marginal de Substituição Técnica do fator capital por trabalho e verificou-se qual o tipo de progresso tecnológico, se intensivo em capital, se intensivo em trabalho ou neutro.

Considerou-se a função:

$$Y = \alpha_0 \cdot K^{\alpha_1} \cdot L^{\alpha_2} \cdot T^{\alpha_3} \cdot F^{\alpha_4}$$

como diferenciável e homogênea, como sugere HICKS (1946) e derivou-se com relação a K e a L, encontrando-se

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha_0 \alpha_1 K^{\alpha_1 - 1} \cdot L^{\alpha_2} \cdot T^{\alpha_3} \cdot F^{\alpha_4} = PMgK$$

$$\frac{\partial Y}{\partial L} = \alpha_0 \alpha_2 K^{\alpha_1} \cdot L^{\alpha_2 - 1} \cdot T^{\alpha_3} \cdot F^{\alpha_4} = PMgL$$

$\frac{PMgL}{PMgK} = TMgS \text{ } T_K \text{ por } L$ obtêm-se

$$\frac{\partial Y / \partial L}{\partial Y / \partial K} = \frac{\alpha_0 \alpha_2 K^{\alpha_1} \cdot L^{\alpha_2 - 1} \cdot T^{\alpha_3} \cdot F^{\alpha_4}}{\alpha_0 \alpha_1 K^{\alpha_1 - 1} \cdot L^{\alpha_2} \cdot T^{\alpha_3} \cdot F^{\alpha_4}}$$

que simplificando se resume à relação

$$\frac{\partial Y / \partial L}{\partial Y / \partial K} = TMgS \text{ } T_K \text{ por } L = \frac{\alpha_2}{\alpha_1} \cdot \frac{\bar{K}}{\bar{L}}$$

Para verificar a ocorrência de progresso tecnológico na utilização dos fatores terra e fertilizantes, pelo mesmo processo, estimou-se a taxa marginal de substituição técnica do fator terra pelo fator fertilizante.

3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram testadas diversas especificações da função Cobb-Douglas modificada: para identificar a que melhor representasse a alocação dos fatores de produção no setor agropecuário brasileiro, dados a disponibilidade de informações e os objetivos a que se propunha nesta pesquisa.

A seleção da função de produção agregada fez-se com base na significância estatística dos coeficientes de regressão parcial, na coerência dos sinais dos coeficientes de elasticidade da demanda derivada de insumos e na magnitude do coeficiente de determinação múltipla ajustado.

O modelo escolhido, cujos parâmetros estimados encontram-se na TABELA 3, foi o que apresentou maior número de coeficientes estatisticamente significantes pelo menos ao nível de 10% de probabilidade exceto a variável $\ln L$ que foi significativa ao nível de 12,5%, teste bilateral. As variáveis incluídas são: capital (K) em forma de valor dos bens existentes nos estabelecimentos agropecuários, nos anos de 1970, 1975 e 1980, excluído o valor das terras, trabalho (L), em forma de quantidade de mão-de-obra empregada na produção agropecuária naqueles anos; terra (T), representada pela área total de terras que formam os estabelecimentos agropecuários, nos referidos períodos; fertilizantes (F), representada pelos nutrientes nitrogenados, fosfatados e potássicos, consumidos no país, no mesmo período.

São incluídas ainda, como variáveis explicativas das variações dos retornos à escala: o índice de custo dos investimentos (Ik), representado pela razão entre o valor da despesa com juros e o valor do financiamento para investimento; o salário "per capita" (Pw), calculado pela razão entre as despesas com salários e a quantidade de mão-de-obra empregada; o preço da terra (Pt), representado pela razão entre o valor dos arrendamentos e a área dos estabelecimentos de terceiros incorporadas ao processo produtivos; o pre

TABELA 3 - Valores estimados dos parâmetros da metafunção de produção. Brasil, 1970-80.

Variáveis	Coefficientes Estimados	Estatística t de "Student"
$\ln K$	0,5232	2,663*
$\ln Ik \cdot \ln k$	$0,2055 \cdot 10^{-1}$	2,050*
$\ln Pw \cdot \ln k$	$-0,9436 \cdot 10^{-2}$	0,962***
$\ln L$	0,5693	0,697****
$\ln Pw \cdot \ln L$	$-0,1523 \cdot 10^{-1}$	0,170
$\ln Pk \cdot \ln L$	$0,9781 \cdot 10^{-2}$	0,055
$\ln T$	0,2535	0,293
$\ln Pt \cdot \ln T$	$0,8025 \cdot 10^{-1}$	0,981***
$\ln P_f \cdot \ln T$	0,1130	0,431
$\ln F$	0,3765	1,030***
$\ln P_f \cdot \ln F$	0,1565	1,4071**
$\ln Pt \cdot \ln F$	$0,3545 \cdot 10^{-1}$	1,862**
D_1	1,7325	1,039***
D_2	1,0126	0,071
Constante	55,7345	

$$\bar{R}^2 = 0,9083$$

$$F(14;45) = 42,7687$$

FONTE: Valores estimados a partir dos dados publicados pelos Censos Agropecuários de 1970, 1975 e 1980.

* indica significativamente diferente de zero, a 5% de probabilidade, teste bilateral;

** indica significativamente diferente de zero, entre 5% e 10%, teste bilateral;

*** indica significativamente diferente de zero, ao nível de 10%, teste bilateral;

**** indica significativamente diferente de zero, ao nível de 12,5%, teste bilateral.

ço dos fertilizantes (Pf), representado pela média dos preços de cloreto de potássio, sulfato de amônia e superfosfato de cálcio (tipos mais consumidos) e, para captar variações tecnológicas no processo produtivo foram incluídas duas variáveis binárias (D1 e D2), tal como explicitadas anteriormente.

A estatística "F" de Snedecor sugere uma associação altamente significativa entre as variáveis integrantes do modelo, isto é, ao nível de 1% de probabilidade, pode-se rejeitar a hipótese de que as componentes do vetor de regressão são todas nulas.

O coeficiente de determinação ajustado (\bar{R}^2) da ordem de 91% indica que o ajustamento obtido com o modelo foi satisfatório, do ponto de vista estatístico. Os coeficientes de regressão da metafunção de produção foram, em sua maioria, significativamente diferente de zero ao nível de até 10% de probabilidade.

O fator capital apresentou parâmetro altamente significativo ao nível de 5% de probabilidade. Os demais coeficientes de regressão estimados para outros fatores de produção incluídos na função foram estatisticamente significantes a um nível de probabilidade compreendido entre 5 e 12,5%, com exceção do fator terra, cujo coeficiente de regressão não foi estatisticamente diferente de zero.

Derivou-se as equações de elasticidade parcial de produção de capital, de terra, de trabalho e de fertilizantes bem como os correspondentes retornos à escala, a partir dos coeficientes apresentados na Tabela 3.

Apresentam-se a seguir, cada uma das equações estimadas de elasticidades parciais de produção:

$$\eta_K = 0,5232 + 0,2055 \cdot 10^{-1} \ln I_k - 0,9436 \cdot 10^{-2} \ln P_w$$

Por esta equação de elasticidade parcial de produção do capital, conclui-se que o índice de custo dos investimentos (I_k) apresenta uma relação direta com a elasticidade parcial de produção desse fator, conforme esperado. Este coeficiente estimado, como foi visto, é estatisticamente signifi

cante ao nível de 5% de probabilidade e indica que esse índice pode se constituir numa "proxy" para o preço do capital. Assim, quanto maior esse índice, maior a elasticidade de produção do capital, "Ceteris paribus". A variável salário real "per capita" (Pw) apresenta uma relação inversa com a elasticidade de produção do capital e indica que um nível mais alto de salário "per capita" do trabalhador rural brasileiro implica uma redução na elasticidade de produção do capital, outras variáveis permanecendo inalteradas.

A equação estimada para a elasticidade parcial de produção do trabalho, é a seguinte:

$$\eta_L = 0,5693 - 0,1523 \cdot 10^{-1} \ln Pw + 0,9781 \cdot 10^{-2} \ln Ik$$

Analisando essa equação, conclui-se que o salário real "per capita" (Pw) apresenta uma relação inversa com a elasticidade parcial de produção do trabalho e, desta forma, variações nos níveis de salário por trabalhador rural também geram impactos importantes sobre a elasticidade parcial de produção deste fator, em sentido oposto. Enquanto a variável índice de utilização do capital (Ik) guarda uma relação positiva com a elasticidade de produção do trabalho, evidenciando que quanto mais elevado for este índice (Ik) maior será a sensibilidade de produção em resposta a uma variação na utilização do fator trabalho, as demais variáveis permanecendo constantes.

A seguir, apresenta-se a equação estimada para a elasticidade parcial de produção do fator terra:

$$\eta_T = 0,2535 + 0,8025 \cdot 10^{-1} \ln Pt + 0,1130 \ln Pf$$

Por esta equação infere-se que, tanto o preço da terra como o preço do fertilizante geram impactos positivos sobre a elasticidade parcial de produção da terra, pela relação direta observada entre ambos os coeficientes e elasticidade de produção. Isto está em concordância com as expectativas apriorísticas.

A equação estimada para a elasticidade parcial de produção do fator fertilizante, é a que se segue:



$$\eta_F = 0,3765 + 0,1565 \ln P_f + 0,3545 \cdot 10^{-1} \ln P_t$$

Observando-se a equação derivada para a estimação da elasticidade parcial de produção desse importante insumo moderno, constata-se que o preço de fertilizantes e o preço da terra, com coeficientes positivos, sugerem uma relação direta com a elasticidade de produção do fator fertilizante. Por conseguinte, uma elevação nos preços desses fatores, teria como impacto, uma elevação na elasticidade parcial de produção de fertilizantes que está de acordo com as expectativas feitas aprioristicamente.

Os valores estimados para os coeficientes de elasticidades parciais de produção dos fatores estudados para cada Estado brasileiro bem como os respectivos rendimentos à escala, avaliados nos níveis médios de I_k , P_w , P_t e P_f para o período 1970-80, estão mostrados na Tabela 4. Observa-se que todas as elasticidades parciais de produção dos insumos, capital, trabalho e fertilizantes foram positivas, indicando que acréscimos no uso desses fatores causam aumentos no valor da produção agregada. A elasticidade de produção do insumo terra foi negativa em apenas três Estados da região Nordeste (Alagoas, Sergipe e Bahia), dois da região Sudeste (Rio de Janeiro e São Paulo) e dois da região Sul (Paraná e Santa Catarina).

Em pesquisas desenvolvidas por LEMOS *et alii* (1984 e 1985) foram constatadas elasticidades de produção da terra também negativas. Segundo aqueles pesquisadores elas podem ser explicadas, em parte, pela grande especulação fundiária que ocorreu no país durante a década passada, quando a aceleração de forma marcante da inflação tornou a especulação no mercado de terras uma prática lucrativa contra o processo corrosivo da escalada dos preços que se deu sobretudo no período analisado no presente estudo.

As magnitudes dos coeficientes de retornos à escala avaliadas nos níveis médios de I_k , P_w , P_t e P_f sugerem, a princípio, a existência de rendimentos crescentes no setor agrícola brasileiro em todos os Estados. Entretanto, os testes estatísticos mostraram que esses valores não são signi-

TABELA 4 - Valores estimados para os coeficientes de elasticidades parciais de produção do capital, do trabalho, da terra e do fertilizante e dos retornos à escala por Estados da Federação. Brasil, 1970-80.

Região/Estado	Elasticidade				Retorno à Escala **
	K	L	T	F	
<u>NORTE</u>					
AM	0,4419	0,4577	0,3021	0,0341	1,2358
PA	0,4158	0,4323	0,2970	0,0434	1,1885
<u>NORDESTE</u>					
MA	0,4370	0,4509	0,0805	0,1775	1,1459
PI	0,4140	0,4358	0,0784	0,1887	1,1169
CE	0,4229	0,4356	0,0962	0,1797	1,1344
RN	0,4232	0,4225	0,0735	0,2000	1,1296
PB	0,4189	0,4325	0,0639	0,1948	1,1101
PE	0,4249	0,4298	-0,0061	0,2354	1,0840
AL	0,4261	0,4274	-0,0451	0,2605	1,0689
SE	0,4217	0,4341	-0,0084	0,2326	1,0800
BA	0,4079	0,4142	0,0907	0,1911	1,1039
<u>SUDESTE</u>					
MG	0,4280	0,4272	0,0122	0,2293	1,0967
ES	0,4204	0,4258	0,0056	0,2272	1,0820
RJ	0,4156	0,4170	-0,0471	0,2528	1,0383
SP	0,4353	0,4214	-0,1441	0,3116	1,0242
<u>SUL</u>					
PR	0,4495	0,4440	-0,1219	0,2916	1,0632
SC	0,4418	0,4470	-0,0403	0,2409	1,0894
RS	0,4499	0,4454	0,0506	0,2565	1,2024
<u>CENTRO-OESTE</u>					
MT*	0,4285	0,4250	0,0970	0,1795	1,1300
GO	0,4440	0,4320	0,1335	0,1604	1,1699
BRASIL	0,4245	0,4330	0,1520	0,0605	1,0700

FONTE: Valores estimados a partir dos dados dos Censos Agropecuários de 1970, 1975 e 1980.

* Os dados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul de 1975 e 1980 foram agregados.

** Valores não significativamente diferentes de um ao nível de 5% de probabilidade, teste bilateral.

ficativamente diferentes de um, donde se conclui que não há evidências suficientes com os resultados da pesquisa, para rejeitar a hipótese de que a agricultura brasileira dos anos setenta apresentou retornos constantes à escala.

3.1 - Demanda de Fatores

As equações de demanda derivadas dos fatores trabalho, terra, fertilizantes e capital para cada Estado brasileiro são apresentadas, a seguir:

3.1.1 - Demanda por trabalho

A equação de demanda por trabalho derivada na pesquisa é a seguinte:

$$\ln L = \frac{1}{0,5693 - 0,1523 \cdot 10^{-1} \ln P_w + 0,9781 \cdot 10^{-2} \ln I_k} \ln Y$$

Observa-se que além do salário "per capita", o índice de custo dos investimentos e o nível de produção agropecuária afetaram o nível de emprego do setor rural brasileiro. A relação inversa entre este índice (I_k) e quantidade demandada por trabalho, sugere que o capital é um fator complementar do trabalho, conforme o esperado. A equação de demanda por trabalho estimada induz à existência de uma estrutura de mercado não competitiva para o fator trabalho, nesse setor.

Em termos agregados, isso pode ser explicado pela presença de grandes contingentes de trabalhadores assalariados, principalmente nas regiões Sul, Sudeste e Nordeste, em culturas como cana-de-açúcar, café, algodão e laranja. O regime de contratação destes trabalhadores varia de região para região e às vezes de Estado para Estado, dependendo do tipo de atividade que vão desempenhar. Assim, é possível a existência de uma curva de oferta de trabalho positivamente inclinada até um determinado patamar de salário real. A par

tir daí essa oferta experimenta uma inflexão descendente. Existindo diferentes níveis de demanda por trabalhadores, em cada unidade de observação, o que a função de demanda calculada fez na realidade foi uma estimação dos pontos de intersecção entre essas diferentes curvas de demanda por trabalho e a oferta global do fator para o país. Na FIGURA 2-A, ilustra-se esse fato. A curva **S** representaria a oferta global de trabalho para o país, em que até à quantidade representada pelo ponto **E** sobre a referida curva, os salários seriam crescentes com a oferta do fator. A partir deste ponto, que representaria a situação prevalecente nas regiões mais avançadas do país, em decorrência de fluxos migratórios intensos inter-regiões, e também em função da desinformação predominante neste tipo de mercado, levaria a uma elevação da oferta de trabalho mesmo a salários reais decrescentes. Vale ressaltar ainda, que, no período analisado, houve a ocorrência de grandes secas na região Nordeste e fortes geadas na região Sul, que deixaram grande contingente de mão-de-obra desempregado e disposto a trabalhar por qualquer salário. Voltando à Figura 2-A, observa-se as diferentes curvas de demanda por trabalho, em diferentes Estados da Federação. Da intersecção de cada demanda com a oferta global de trabalho, surgem os pontos que determinam a demanda agregada deste fator obtida na presente pesquisa, que está representada na FIGURA 2-B.

3.1.2 - Demanda por terra

É a seguinte a equação de demanda pelo fator terra estimada para o setor rural brasileiro:

$$\ln T = \frac{1}{0,2535 + 0,8025 \cdot 10^{-1} \ln Pt + 0,1130 \ln Pf} \ln Y$$

Observando-se esta equação verifica-se que o preço da terra (Pt) e o preço dos fertilizantes (Pf) guardam relação inversa com a demanda por terra; ou seja, a variação

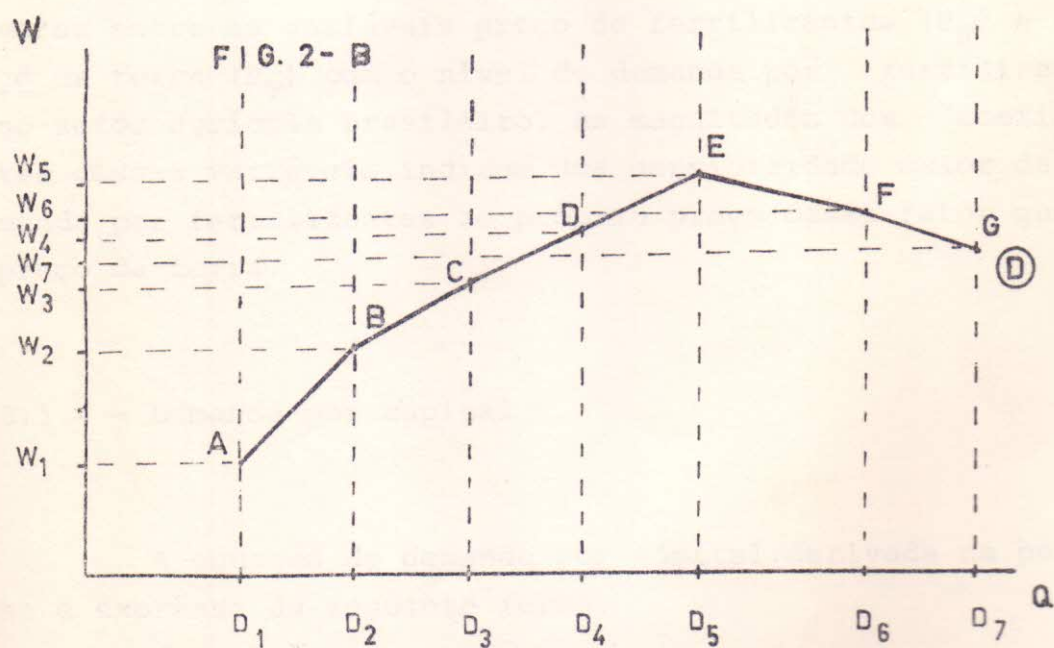
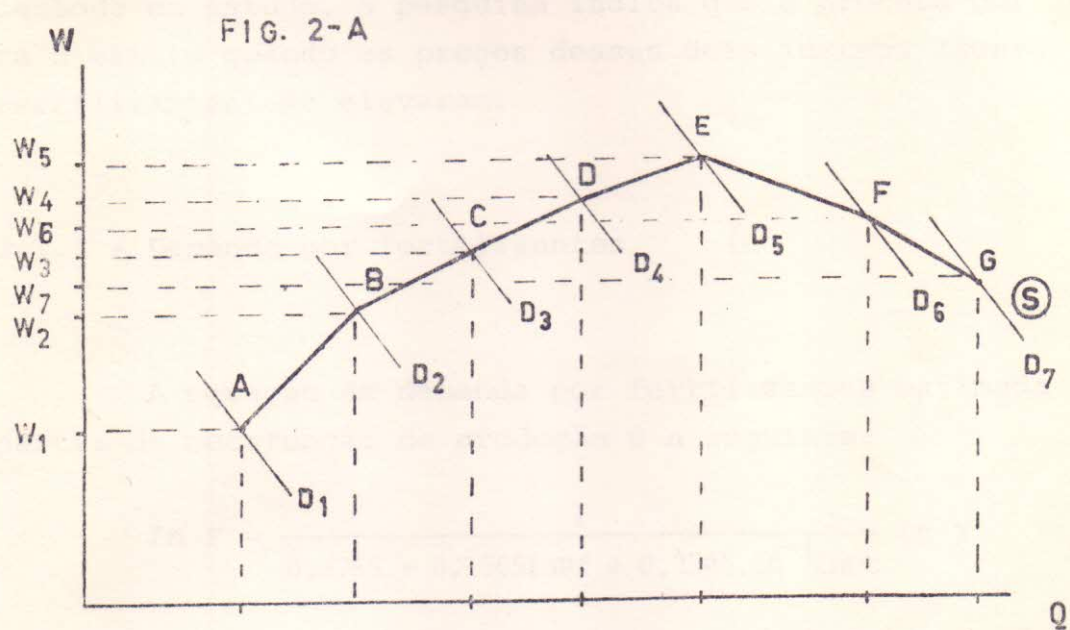


FIGURA 2 - Interpretação gráfica das curvas de oferta e demanda agregadas de trabalho, no setor agrícola.

nos preços desses fatores de produção acarretam variação no nível de demanda por terra em sentido oposto. Pelo menos no período em estudo, a pesquisa indica que a procura por terra diminuiu quando os preços desses dois insumos (terra e fertilizantes) se elevaram.

3.1.3 - Demanda por fertilizantes

A equação de demanda por fertilizantes estimada a partir da metafunção de produção é a seguinte:

$$\ln F = \frac{1}{0,3765 + 0,1565 \ln P_f + 0,3545 \cdot 10^{-1} \ln P_t} \ln Y$$

Por esta equação constata-se que há uma relação inversa entre as variáveis preço de fertilizantes (P_f) e preço da terra (P_t) com o nível de demanda por fertilizantes no setor agrícola brasileiro. As magnitudes dos coeficientes dessas variáveis indicam uma sensibilidade maior da demanda por fertilizantes ao próprio preço desse fator que ao preço da terra.

3.1.4 - Demanda por capital

A equação de demanda por capital derivada na pesquisa é expressa da seguinte forma:

$$\ln K = \frac{1}{0,5232 + 0,2055 \cdot 10^{-1} \ln I_k - 0,9436 \cdot 10^{-2} \ln P_w} \ln Y$$

A equação de demanda por capital apresenta uma relação inversa entre o preço do capital e a quantidade procurada desse fator, coerente com a teoria econômica, portanto. A relação direta entre o salário real do trabalhador rural e a demanda por capital sugere que o trabalho é um fator sustituto do capital, no setor agropecuário, como era esperado.

3.2 - Progresso Tecnológico

Com relação aos coeficientes de regressão estimados para as variáveis binárias (D_1 e D_2) apenas o coeficiente associado a D_1 apresentou-se significativamente diferente de zero aos níveis usuais (ver TABELA 3). Isto sugere que houve mudança nos valores da produção entre os períodos de 1970 e 1975, mas não houve diferença estatística no valor da produção agropecuária agregada entre os períodos intercensitários de 1975 e 1980. Ou seja, na primeira metade da década ocorreu progresso tecnológico no setor agrícola brasileiro porém no período 1975-80, o modelo não captou a ocorrência de mudanças significativas na produção agropecuária agregada. Isto pode ser explicado através do "mecanismo de autocontrole" de RUY MILLER PAIVA (1979), já mencionado no capítulo de introdução deste estudo, onde os aumentos de produção conseguidos através da disseminação e uso de técnicas de produção intensivas em capital, no período 1970-75, força a queda de preços dos produtos e por sua vez dos fatores terra e mão-de-obra que são poupados pelo maior uso de fertilizantes, máquinas e implementos agrícolas no setor. Com isso, os processos tradicionais de produção, que usam intensivamente os fatores terra e capital, agora a menor custo, tendem a se tornar menos desvantajosos, e até mesmo mais vantajosos, para o agricultor tradicional. Assim, os agricultores progressistas, desestimulados, principalmente pelo baixo preço dos produtos agrícolas, arrefecem o processo de modernização de suas técnicas agrícolas. Este fato parece ter concorrido para a não constatação de ocorrência de progresso tecnológico na segunda metade da década de 80.

Pelos valores das taxas marginais de substituição técnica do fator capital pelo fator trabalho, mostrados na TABELA 5, observa-se que as regiões Sudeste e Centro-Oeste destacam-se como as de maior índice de substituição técnica de capital por mão-de-obra, no ano de 1975. As regiões Norte e Nordeste que também apresentam-se como poupadoras de trabalho, a despeito do enorme contingente de mão-de-obra

TABELA 5 - Valores estimados das taxas marginais de substituição técnica do fator capital pelo trabalho por macro-regiões da Federação. Brasil, 1970-75.

Regiões	Taxa Marginal de Substituição Técnica de K por L	
	1970	1975
NORTE	-54.362	-90.211
NORDESTE	-70,064	-168.158
SUDESTE	-354,059	-1.252.658
SUL	-218.325	-725.310
CENTRO-OESTE	-421.515	-1.400.956
<u>BRASIL</u>	-187.902	-601.754

FONTE: Valores estimados a partir dos dados dos Censos Agropecuários de 1970 e 1975.

no setor rural, indicam menor grau de substituição, isto é, para cada mil cruzeiros de capital acrescentados no sistema produtivo são poupados 90.211 unidades de trabalho (em equivalente homem) na região Norte e 168.158 na região Nordeste. Ao passo que na região Sudeste, para cada mil cruzeiros de capital utilizados a mais na produção agropecuária brasileira eram poupadas 1.252 mil unidades de mão-de-obra. Na região Centro-Oeste, onde ocorreu a maior taxa de substituição, para cada mil cruzeiros de capital acrescentados no setor agropecuário são liberados 1.400 mil unidades do fator trabalho (em Equivalente Homem).

Um maior valor da taxa marginal de substituição caracteriza menor relação trabalho/capital. Assim, constatase uma menor relação trabalho/capital nas regiões mais desenvolvidas, Sul, Sudeste e Centro-Oeste, onde a penetração do capital, no setor agrícola, aconteceu de forma mais acentuada que nas regiões Norte e Nordeste.

Comparando-se a evolução, no período 1970-75, encontra-se uma triplicação do valor das taxas marginais de substituição técnica do capital por trabalho, nas regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste, que evidencia a maior intensividade da utilização do fator capital, nessas regiões do que nas regiões Norte e Nordeste, onde a taxa marginal de substituição técnica, no período, foi apenas duplicada. Isto caracteriza uma redução na relação trabalho/capital, em todas as regiões, de 1970 para 1975, ou seja, mais capital foi utilizado relativamente a trabalho, no setor agropecuário brasileiro como um todo e em cada região, em especial. Portanto, houve progresso tecnológico poupador de trabalho na agropecuária brasileira, no tempo e entre regiões, mais acentuada nas regiões de maior desenvolvimento sócio-econômico: Sul, Sudeste.

A TABELA 6, mostra os valores estimados das taxas marginais de substituição técnica do fator terra pelo fator fertilizante e como se observa na região Norte a TMg_{ST} de T por F foi maior em 1975 e isto indica que nessa região o progresso tecnológico foi poupador de fertilizante e utilizador de terra. Entretanto, nas demais regiões brasileiras

TABELA 6 - Valores estimados das taxas marginais de substituição técnica do fator terra pelo fator fertilizantes por macro-regiões da Federação. Brasil, 1970-75.

Regiões	Taxa Marginal de Substituição de T por F	
	1970	1975
NORTE	-2.074	-2.289
NORDESTE	-730	-496
SUDESTE	-157	-84
SUL	-111	-48
CENTRO-OESTE	-4.869	-660
<u>BRASIL</u>	-279	-154

FONTE: Valores estimados a partir dos dados dos Censos Agropecuários de 1970 e 1975.

a modernização da agricultura foi poupadora de terra e, por conseguinte utilizadora de fertilizantes.

Pelos valores das taxas marginais de substituição técnica do fator terra pelo fator fertilizante de cada macro-região, em 1970, pode-se inferir que as regiões Norte e Centro-Oeste, de maior taxa marginal de substituição, possuíram uma menor relação fertilizante/terra, que pode ser explicada pela maior disponibilidade de terras, existindo ainda possibilidade de expansão da fronteira agrícola naquele ano. Já em 1975, ocorreu uma queda considerável da taxa marginal de substituição, na região Centro-Oeste, mas na região Norte houve pequena elevação. Esse fenômeno pode justificar-se pela grande intensificação do capital na região Centro-Oeste, favorecendo a utilização de insumos modernos, inclusive os fertilizantes (ver também, Tabela 5). Na região Norte, sem forte penetração do capital no setor agrícola, manteve-se alta a taxa marginal de substituição técnica do fator terra pelo fator fertilizante, em 1975, com elevação em relação a 1970, caracterizando um progresso tecnológico intensivo no fator terra.

As regiões Sul, Sudeste e Nordeste aumentaram sua relação fertilizantes/terra, apresentando progresso técnico fertilizante-intensivo, conforme era esperado, dadas as facilidades de aquisição desse fator proporcionadas pelo governo, no período, nessas três regiões.

4 - CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

As evidências empíricas obtidas com o presente estudo sugerem que os fatores capital, mão-de-obra, terra e fertilizantes apresentaram coeficientes de elasticidades parciais de produção no âmbito de amplitude inelástica. Observou-se que no geral, as elasticidades de produção do fator trabalho, apresentaram-se maiores do que as elasticidades dos demais fatores, com exceção dos Estados do Paraná, São Paulo e Rio Grande do Sul, que evidenciaram maiores elasticidades de produção do capital. Este resultado permite concluir a importância relativa que o fator trabalho desempenhou na agricultura brasileira nos anos setenta para a maioria dos Estados e a importância relativa do fator capital nos Estados de agricultura mais avançada (como São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul) e nos Estados da região Centro-Oeste, em que este fator penetrou de forma marcante durante toda a década.

Alguns Estados brasileiros apresentaram elasticidade de produção negativa do fator terra. Isto permite concluir que nestes Estados, mais do que nos demais, a grande especulação havida no mercado de terra se deu de forma bastante intensa, em decorrência do processo inflacionário que ocorreu de forma bastante acentuada ao longo da década estudada.

A utilização de fertilizantes evidenciou maior elasticidade de produção nas regiões Sul e Sudeste, conforme esperado, visto serem os Estados dessa região os maiores empregadores deste importante insumo moderno, além destas regiões terem sido largamente beneficiadas com os mecanismos de políticas agrícolas, sobretudo a política de crédito rural, verificadas nos anos setenta. Os resultados também permitem concluir que os Estados da região Nordeste que se especializaram principalmente na produção de cana-de-açúcar, apresentaram maiores elasticidades de produção. Isto também

é um reflexo dos mecanismos de prioridades agrícolas no Brasil, principalmente a partir de 1975 com a implantação do Programa do Álcool.

↘ Em relação aos rendimentos de escala, as evidências encontradas na pesquisa não permitiram rejeitar a hipótese de retornos constantes à escala. Este é um resultado importante, pois mostra que no agregado, a agricultura brasileira dos anos setenta não se mostrou com rendimentos crescentes como alguns autores supunham. Obviamente, os resultados não permitem concluir a nível de atividades agrícolas isoladas. O que pode ter acontecido é que em algumas atividades agrícolas pode ter ocorrido ganhos de escala que foram compensados por retornos decrescentes à escala na grande maioria das atividades agrícolas, principalmente aquelas voltadas para o abastecimento interno.

Os resultados da pesquisa permitem concluir que as demandas derivadas dos fatores de produção, capital, terra e fertilizantes apresentaram uma relação inversa com os seus respectivos preços, de acordo com o que era esperado. Essa é uma evidência de que o mercado destes fatores se comportaram de acordo com o que estabelece a teoria da demanda derivada, embora nada se possa garantir quanto ao grau de competitividade dos mercados destes fatores. Sabe-se, por exemplo, que durante a década de setenta, grandes quantidades de terra foram adquiridas com objetivos puramente especulativos, em grande medida como decorrência do processo inflacionário que ocorreu no país naquele período. Por outro lado sabe-se que o mercado de fertilizantes é altamente oligopolizado além de ter os seus preços administrados pelo Poder Público, ao longo do período analisado. Esta característica peculiar deste mercado deixou os fornecedores com algum controle da demanda por esse importante insumo moderno. Além disso ao longo da década, foram grandes incentivadores do uso de fertilizantes, até porque existiam grandes subsídios aos preços deste insumo. Assim, o preço do fertilizante, não foi, ou não deveria ter sido, a variável determinante da quantidade de adubos a serem utilizados pelos produtores, mas sim e principalmente, a política de modernização

agrícola implementada na década. Neste aspecto, a política de crédito rural teve papel preponderante ao longo da década de setenta, pois estimulou grandemente a utilização dos insumos ditos modernos.

Em relação ao fator capital, na forma como foi medido por esta pesquisa, nada pode-se adiantar em relação ao comportamento do mercado. Pode-se afirmar contudo que o mercado de máquinas e implementos agrícolas (que são parte do estoque de capital avaliado nesta pesquisa), caracteriza-se por ser de competição monopolística, portanto, com uma estrutura não competitiva.

Outra conclusão do estudo, é que o mercado de trabalho rural mostra-se não competitivo, em termos agregados. Isto se refletiu numa demanda de trabalho que apresenta-se crescente a níveis de salários extremamente baixos, e atingindo determinado patamar de salários, principalmente nos Estados de agricultura com maiores relações capitalistas no campo (Sul e Sudeste e, alguns Estados do Nordeste), tende a apresentar o comportamento normal de uma curva de demanda, ou seja, passa a ser negativamente inclinada. Esse comportamento assimétrico da demanda de trabalho, pode refletir inclusive o fato de não existência de um salário mínimo institucional no campo, e a ocorrência de fatores episódicos (como secas e enchentes no Nordeste; geadas e enchentes no Sul e Sudeste) que contribuíram grandemente para maior fluxo migratório na direção dos grandes Estados produtores. Este maior contingente migratório, obviamente deve ter exercido alguma pressão descendente nos salários praticados no campo e uma elevada rotatividade que ocorre neste tipo de trabalhador.

O fato do progresso tecnológico observado durante a década ter sido do tipo poupador de trabalho, vem corroborar com a assertiva acima, uma vez que tecnologia liberadora de mão-de-obra, contribuiu juntamente com o fluxo migratório, para que houvesse uma maior rotatividade dessa mão-de-obra, sobretudo nos Estados das regiões Sul, Sudeste e em alguns Estados do Nordeste (Pernambuco e Alagoas), produtores de culturas altamente capitalizadas, como a cana-de-açúcar.

As evidências encontradas no estudo ainda permitem concluir que o avanço tecnológico alcançado nos anos setenta foi poupador de terra em todas as regiões, com exceção da região Norte, que mostrou progresso técnico poupador de fertilizantes. Esta conclusão evidencia uma preocupação em poupar o fator terra ou utilizá-lo de outras formas que não a produtiva (especulativa, por exemplo), em praticamente todas as regiões. A substituição de terra por fertilizantes pode ter sido decorrência também da política de crédito rural implementada no período em análise, pois sabe-se que praticamente em todos os financiamentos rurais estava embutida a aquisição de uma determinada quantidade deste insumo.

Evidências empíricas obtidas com a presente pesquisa mostraram que, ao contrário do que é preconizado pela teoria do desenvolvimento induzido, de que o desenvolvimento agrícola deveria se dar explorando os fatores abundantes e poupando os fatores escassos, no caso brasileiro, nos anos setenta, observou-se que o progresso técnico alcançado foi justamente poupador dos fatores abundantes (terra e mão-de-obra) e intensivo na utilização dos fatores escassos (capital e fertilizantes). Esta constatação reflete as distorções de política agrícola sempre voltada para o curto prazo. Esta é uma evidência que confirma os trabalhos anteriores, desenvolvidos por BARROS (1979), PAIVA (1979) e REZENDE (1985).

Essas distorções das políticas agrícolas geralmente de curto-prazo e incentivadoras do uso de fatores escassos contribuíram decisivamente para o agravamento do surto migratório que se deu no decorrer da década passada, com os impactos sociais degradantes e amplamente conhecidos.

A propósito, os resultados obtidos com o presente estudo permitem sugerir que as políticas agrícolas sejam efetuadas para um horizonte de tempo maior, utilizando mais os fatores abundantes que no caso são terra e trabalho, para que ocorra uma distribuição socialmente mais justa da riqueza gerada no campo. Neste aspecto, acredita-se que uma política de redistribuição de terra, acompanhada de medidas

complementares, como crédito rural, preço de sustentação, criação de infraestrutura de comercialização, acesso a programas de irrigações por parte dos pequenos e médios agricultores, terá impacto importante sobre a produção rural, sobre o abastecimento e, principalmente, sobre uma maior equidade na distribuição social do produto rural, contribuindo assim para uma maior justiça social no campo.

Sugere-se, ainda, uma produção agrícola mais voltada para o abastecimento interno, proporcionando aos produtores desses bens acesso às tecnologias modernas de produção, poupadoras de fatores escassos e assegurando-lhes crédito rural em quantidades suficientes, bem como, e principalmente, uma política de preços de sustentação remuneradora e definida para um longo período de tempo. Tal política, que deve ser baseada na estrutura de custo de produção, deverá ser amplamente divulgada de modo que os produtores tenham conhecimento bem antes do período de colheita.

5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

01. ARAÚJO, P.F.C.; et alii. Crescimento e desenvolvimento da agricultura paulista. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de caso. São Paulo, Pioneira; 1983, p. 299-303.
02. BARROS, J.R.M. de; et alii. A evolução recente da agricultura brasileira até 1970. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de caso. São Paulo, Pioneira, p. 257-78.
03. BARROS, J.R.M. de. Política e desenvolvimento agrícola no Brasil. In: VEIGA, A. Ensaio sobre política agrícola brasileira. São Paulo, Secretaria de Agricultura, 1979, p. 9-35.
04. BATISTA, I.S. A demanda de tratores agrícolas na região Centro-Sul do Brasil. Viçosa, UFV, 1976. Tese Mestrado.
05. CAMPOS, J.R.S.; et alii. Demanda de mão-de-obra agrícola no Estado do Maranhão. Boletim Técnico-Científico 7503, SAGRIMA/Universidade Federal de Viçosa, São Luis, 1975, 38p.
06. CASTRO, A.B. & LESSA, C.F. Introdução à economia - uma abordagem estruturalista. Rio de Janeiro, Forense - Universitária, 1978, 163p.
07. DEANE, P. A revolução industrial. Rio de Janeiro, Zahar, 1969, 319p.
08. ENGLER, J.J.C. Análise da produtividade agrícola entre regiões do Estado de São Paulo. Piracicaba, ESALQ, 1978. Tese Livre Docente.
09. FERGUSON, C.E. Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, Forense - Universitária, 1986, 624p.

10. FONSECA, C.H.; & CONTINI, E. Informações econômicas e índices básicos da economia brasileira - subsídios para o economista agrícola, Brasília, EMBRAPA/DEP, 1984, 66p.
11. FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. Conjuntura Econômica. Rio de Janeiro, 33(11):1-128, 1980. Suplemento.
12. ————. Centro de estudos agrícolas. Preços pagos pelos agricultores. Rio de Janeiro, 1970-80.
13. FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário de 1970. Rio de Janeiro, 1973.
14. ————. Censo Agropecuário de 1975. Rio de Janeiro, 1978.
15. ————. Censo Agropecuário de 1980. Rio de Janeiro, 1984.
16. ————. Anuario Estatístico do Brasil de 1973. Rio de Janeiro, 1973.
17. ————. Anuario Estatístico do Brasil de 1980. Rio de Janeiro, 1980.
18. ————. Anuario Estatístico do Brasil de 1983. Rio de Janeiro, 1983.
19. FURTADO, C. Teoria e política do desenvolvimento econômico. São Paulo, Nacional, 1977.
20. GUIMARÃES, A.P. A crise agrária. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1979, 362p.
21. HAYAMI, Y.; & RUTTAN, V.W. Agricultural development international perspective. Baltimore, J. Hopkins Press, 19
22. HAYAMI, Y.; & YAMADA, S. Progresso tecnológico na agricultura. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de casos. São Paulo, Pioneira, 1983, p. 31-56.
23. HICKS, J.R. Value and capital. Oxford, Clarendon Press, 1946.

24. HUBERMAN, L. História da riqueza do homem. Rio de Janeiro, Zahar, 1971. 318p.
25. JOHNSTON, B.F. & MELLOR, J.W. El papel de la agricultura em desarrollo econômico. Viçosa, Centro de Ensino de Extensão 1978, 47p. (mimeog.).
26. KMENTA, J. Elementos de econometria. São Paulo, Atlas, 1978. 670p.
27. KARMELO, P.H.; & POLASEK, M. Estatística geral e aplicada à economia. São Paulo, Atlas, 1976, 60lp.
28. LEITE, P.S. Desenvolvimento harmonico do espaço rural. Fortaleza, BNB, 1983, 240p.
29. ————. Novo enfoque do desenvolvimento econômico: as teorias convencionais. Fortaleza, Imprensa Universitária, 198
30. LEMOS, J.J.S. Demanda derivada de fatores de produção. Uma abordagem não convencional. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará/CCA/DEA, 1985, 15p. (mimeog.).
31. LEMOS, J.J.S.; et alii. Produtividade dos fatores, retornos à escala e desenvolvimento agrícola. Revista de Economia Rural. Brasília, 22(3): 255-265, jul./set.. 1984.
32. LEMOS, J.J.S.; et alii. Elasticidade de fatores, retornos à escala, demanda de trabalho e desenvolvimento do setor rural brasileiro. Anais do XXIII Congresso Brasileiro de Economia e Sociologia Rural. São Paulo, 1985.
33. LOBO, R.H. História econômica geral e do Brasil. São Paulo, Atlas, 1977, 385p.
34. PAIVA, R.M. Apreciação geral sobre o comportamento da agricultura brasileira. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de caso. São Paulo, Pioneira, 1983, p. 155-212.

35. PAIVA, R.M. Modernização agrícola e processo de desenvolvimento econômico: Problemas dos países em desenvolvimento. In: VEIGA, A. Ensaaios sobre política agrícola brasileira. São Paulo, Secretaria de Agricultura, 1979. p. 37-86.
36. PEDROSO, I.A. Resource accumulation and economics of scale in agriculture: the case of São Paulo, Brazil. Columbia, Ohio State Univ., 1977. Tese Ph.D.
37. PESCARIN, R.M.C. Relações estruturais de demanda de fertilizantes no Estado de São Paulo, Piracicaba, ESALQ, 1974. Tese de Mestrado.
38. PINDYCK, R.S.; & RUBINFELD, D.L. Econometric models and economic forecasts. New York, McGraw-Hill, 1976. 576p.
39. RASMUSSEN, W.D. O impacto da mudança tecnológica na agricultura americana, 1862-1962. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de caso. São Paulo, Pioneira, 1983, p. 59-71.
40. REZENDE, G.C. Crescimento econômico e oferta de alimentos no Brasil. Revista de Economia Política, São Paulo, 6(1): 64-81, 1986.
41. ROCHA, M. A indústria brasileira de fertilizantes: panorama atual e perspectivas. Brasil Açucareiro, Brasília, 97(6): 42-56, junho/1981.
42. RUTTAN, V.W. Contribuição do progresso tecnológico para a produção agrícola: 1950-75. In: ARAÚJO, P.F.C. de & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de casos. São Paulo: Pioneira, 1983, p. 73-88.
43. SANTOS, R.F. Presença de vieses de mudança técnica na agricultura brasileira: São Paulo, USP, 1986. Tese Ph.D.
44. SCHUH, G.E. Modernização da agricultura brasileira. In: ARAÚJO, P.F.C. de & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: análise de política econômica. São Paulo, Pioneira, 1977, p. 281.

45. SCHUH, G.E. Efeitos de políticas gerais de desenvolvimento econômico no desenvolvimento agrícola. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: análise de política econômica. São Paulo, Pioneira, 1977, p. 2-13.
46. SIMONSEN, N.M.H. Teoria Microeconômica. Rio de Janeiro, F.G.V., 1979, vol. 1. 426p.
47. SMITH, G.W. A política agrícola brasileira: 1950-67. In: ARAÚJO, P.F.C. & SCHUH, G.E. Desenvolvimento da agricultura: estudos de caso. São Paulo, Pioneira, 1983, p. 213-56.
48. SOARES, A.C.M.; et alii. Avaliação e perspectivas do comportamento da demanda de fertilizantes no Brasil. Revista de Economia Rural. Brasília, 21(1): 29-60, jan./mar. 1983.
49. THOMPSON, R.L. The metaproduction function for brazilian agriculture: an analysis of productivity and other aspects of agricultural growth. Indiana, Purdue University, 1974. Tese Ph. D.
50. TODARO, M. Introdução à economia: uma visão para o terceiro mundo. Rio de Janeiro, Campus, 1981, 628p.
51. ULVELING, E.F. & FLETCHER, L.B. A Cobb-Douglas production function with variable returns to scale. American Journal of Agricultural Economics, Lexington, 52(2): 322-26, 1970.
52. VERA FILHO, F. & TOLLINI, H. Progresso tecnológico e desenvolvimento agrícola. In: VEIGA, A. Ensaio sobre política agrícola brasileira. São Paulo, Secretaria de Agricultura, 1979, p. 87-136.
53. VIANA, C.R. Análise do emprego da mão-de-obra rural no Estado do Maranhão. Fortaleza, UFC, 1983, Tese de Mestrado.

APÊNDICES

APÉNDICE A

O TESTE T DA SIGNIFICÂNCIA DA DIFERENÇA ENTRE MÉ
DIAS COM O DESVIO PADRÃO CONHECIDO, SEGUNDO KARMEL & POLASEK.

O teste é utilizado objetivando a verificação da hi
pótese de que os retornos à escala são crescentes ou seja,
que a soma das elasticidades de produção é estatisticamente
maior do que 1.

A hipótese nula a ser testada, portanto é que os
coeficientes de elasticidades parciais de produção são
iguais a um.

Estima-se a estatística T, assim definida:

$$T_i = \frac{\hat{\epsilon}_i - 1}{\sigma_{\hat{\epsilon}}}$$

na qual:

T_i - é uma variável que apresenta distribuição normal;

$\hat{\epsilon}_i$ - é o coeficiente de retorno à escala estimado para o
i-ésimo Estado da Federação;

$\sigma_{\hat{\epsilon}}$ - é o desvio padrão amostral, que é estimado da seguinte
maneira:

$$\sigma_{\hat{\epsilon}} = \frac{\sigma_i}{\sqrt{n}}$$

em que

σ_i - é o desvio padrão associado à distribuição do coefici
ente de rendimento de escala associado ao i-ésimo Est
do;

n - é o número de observações.

Para estimar a variância amostral, a fim de se obter
estimativas para σ_i , utiliza-se a propriedade associada a
soma de variâncias. Assim, verifica-se que:

$$\begin{aligned} \text{Var}(\eta_K + \eta_L + \eta_T + \eta_F) &= \text{Var}(\eta_K) + \text{Var}(\eta_L) + \text{Var}(\eta_T) + \text{Var}(\eta_F) - \\ &- [2\text{cov}(\eta_K, \eta_L) + 2\text{cov}(\eta_K, \eta_T) + 2\text{cov}(\eta_K, \eta_F) + 2\text{cov}(\eta_L, \eta_T) + 2\text{cov}(\eta_L, \eta_F) + \\ &2\text{cov}(\eta_T, \eta_F)] \end{aligned}$$

Admitindo que as elasticidades parciais de produção ($\eta_K, \eta_L, \eta_F, \eta_T$) são independentes entre si, as covariâncias duas a duas são nulas e assim, pode-se escrever que:

$$\hat{\sigma} = \sqrt{\text{Var}(\eta_K) + \text{Var}(\eta_L) + \text{Var}(\eta_T) + \text{Var}(\eta_F)}$$

a equação acima é que foi utilizada para estimar o desvio padrão associado ao coeficiente de retorno de escala de ca da Estado da Federação.

Informe de la Comisi3n de Estudios Econ3micos y Sociales
del Estado de S. Paulo, 1951-2

Categoría	1951		1952	
	1951	1952	1951	1952
1 - 100	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
10 - 20	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
20 - 30	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
30 - 40	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
40 - 50	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
50 - 60	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
60 - 70	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
70 - 80	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
80 - 90	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00
90 - 100	1.000,00	1.000,00	1.000,00	1.000,00

APÊNDICE B

QUADRO 1 - Distribuição dos estabelecimentos rurais segundo o estrato de área. Brasil, 1970-80.

Estratos		Estabelecimentos (Nº)		Área Ocupada (ha)	
		1970	1980	1970	1980
0	→ 10	2.519.630	2.598.019	9.083.496	9.004.257
10	→ 50	1.592.538	1.625.381	36.167.681	37.136.292
50	→ 100	341.854	391.393	23.902.023	27.358.050
100	→ 200	215.329	260.714	29.700.402	34.671.996
200	→ 500	151.514	169.455	45.958.057	51.957.472
500	→ 1.000	47.903	58.352	33.084.216	40.169.719
Mais de 1.000		36.874	47.841	116.249.460	164.556.628
TOTAL		4.294.019	5.159.851	294.145.460	364.854.421

FONTE: Censos Agropecuários de 1970 e 1980 (FIBGE).

QUADRO 2 - Área total de terras, arados e tratores. Brasil, 1970-80.

Anos	Área (Nº)	Arado (Nº)	Trator (Nº)	Arado/mil ha*	Trator/mil ha
1970	294.145.466	1.878.925	165.870	6,39	0,56
1980	364.854.421	2.236.577	545.289	6,13	1,49

FONTE: Censo Agropecuário de 1980 e 1980 (FIBGE).

* A relação arado a tração mecânica/1.000 hectares foi 0,54 em 1970 e 1,53 em 1980.

QUADRO 3 - Mão-de-obra ocupada no setor agrícola por categoria, Brasil, 1970-80.

Especificações	(Nº de pessoas)	
	1970	1980
. Responsáveis e membros não remunerados da família.	14.106.190	15.642.855
. Empregados temporários	1.488.416	2.767.880
. Empregados permanentes	1.155.292	2.170.654
. Outros	832.191	582.346
TOTAL	17.582.089	21.163.785

FONTE: Censos Agropecuários de 1970 e 1980.

QUADRO 4 - Uso de máquinas e implementos agrícolas e número de estabelecimentos que utilizam. Brasil, 1970-80.

Especificações	Quantidades (Nº)		Estabelecimentos que Utilizam (Nº)	
	1970	1980	1970	1980
Tratores	165.870	545.289	117.410	360.289
Arados/tração animal	1.718.041	1.677.408	1.137.198	1.132.114
Arados/tração mecânica	160.884	559.169	98.599	312.903
Máquinas para plantio e colheita	98.184*	405.692	72.104	314.265**

FONTE: Censos Agropecuários de 1970 e 1980.

* Automotrizes e colheitadeiras combinadas.

** 214.031 máquinas para plantio e 100.234 máquinas para colheita.

QUADRO 5 - Consumo aparente de fertilizantes, segundo o tipo. Brasil, 1970-80.

(em toneladas de nutrientes)		
Especificações	1970	1980
Nitrogenados	275.936	905.560
Fosfatados	415.692	1.988.486
Potássicos	306.692	1.206.573
TOTAL	998.566	4.200.619

FONTE: Anuários Estatísticos de 1973 e 1983.

QUADRO 6 - Área total da terra (T), área total de terceiros incorporadas aos estabelecimentos (TI), despesas com arrendamentos de terras (DA) e preço da terra (PT).

Anos	Estados	T (10 ⁶ ha.)	TI (10 ⁶ ha.)	DA (Cr\$ 1.000)	PT (Cr\$/ha)
1970	AM	4,47594	2.916380	3519	27,74819
	PA	10,75483	2.442746	2766	27,03956
	MA	10,79491	1.584654	8417	122,14703
	PI	9,60673	0,792879	5826	168,97536
	CE	12,10481	1,886491	10744	130,96976
	RN	4,57168	0,633926	3057	110,89621
	PB	4,58283	0,548885	6583	275,80511
	PE	6,39360	0,850559	16628	449,56803
	AL	2,23852	0,204137	5665	638,17243
	SE	1,74320	0,069744	1047	345,22297
	BA	22,26083	1,243673	7312	135,20407
	MG	42,00855	4.705672	48861	238,78142
	ES	3,75936	0,199584	2661	306,60484
	RJ	3,31606	0,424871	13111	717,48078
	SP	20,41602	2,260095	192961	1963,37250
	PR	14,62553	2,602337	149019	1316,80200
	SC	7,02533	2,602337	16249	517,56861
	RS	23,80718	2,721969	153252	646,99118
	MT	45,75257	5,447123	20951	112,21568
	GO	35,78304	4,289673	15851	73,22909
1975	AM	6,49720	1,460498	8459	49,88934
	PA	16,16673	4,152287	12556	26,04675
	MA	12,40907	1,486874	55428	321,10331
	PI	10,52352	0,576444	28538	426,43825
	CE	10,99158	1,438734	50258	300,89463
	RN	4,37636	0,539204	17116	273,42543
	PR	4,73623	0,467421	29502	543,66701
	PE	6,29468	0,758073	61843	702,69888
	AL	2,28437	0,230579	31736	1185,55630
	SE	1,80954	0,055388	4676	727,65765
	BA	25,26355	0,971768	22748	201,63706
	MG	44,62333	2,983184	273679	790,22574
	ES	3,83884	0,115702	9226	686,85066
	RJ	3,44613	0,469944	77784	1425,71890
	SP	20,55559	2,038677	913225	3858,50540
	PR	15,63096	2,079742	1114451	4615,73910
	SC	6,87728	0,651700	110916	1466,00760
	RS	23,66379	4,721750	927232	1691,51230
	MT	50,64173	2,895321	116077	345,33388
	GO	43,12687	6,268673	121141	166,45873

Continuação (Quadro 6)

Anos	Estados	T (10 ⁶ ha.)	TI (10 ⁶ ha.)	DA (Cr\$ 1.000)	PT (Cr\$/ha)
1980	AM	7,00959	2,943665	105573	35,86446
	PA	20,44844	3,612684	2101411	58,16756
	MA	15,13424	1,442719	781411	541,62383
	PI	11,16210	0,919587	263560	286,60692
	CE	11,74327	1,140678	380931	333,95139
	RN	4,51349	0,575579	219800	381,87634
	PB	4,90647	0,537479	240116	446,74490
	PE	6,65580	0,803409	867402	1079,65180
	AL	2,37637	0,275136	400043	1453,98280
	SE	1,89777	0,053316	71714	1345,07460
	BA	30,03260	0,920775	339590	346,24659
	MG	46,36229	3,654277	2566751	702,39640
	RS	3,79823	0,249863	226652	907,10509
	RJ	3,18139	0,438112	707243	1641,29500
	SP	20,16100	2,552358	11171060	4376,76060
	PR	16,38033	2,195981	6427922	2927,13010
	SC	7,47378	0,916443	1672759	1825,27340
	RS	24,05761	5,318443	7889270	1483,37960
	MT	65,29829	4,796274	1208916	252,05316
	GO	47,85303	4,800386	1102137	229,59341

FONTE: Anuários Estatísticos do Brasil de 1973, 1980 e 1983
Censos Agropecuários do Brasil de 1970, 1975 e 1980.

QUADRO 7 - Mão-de-obra ocupada na agricultura (L), despesas com salários (W) e salário per capita (Pw).

(Valores correntes de 1980)				
Ano	Estados	L	W	Pw
		(10 ⁶ E.H.)	(Cr\$ 10 ⁶)	(Cr\$/E.H.)
1970	AM	0,28333	170,541	601,924
	PA	0,54931	1021,224	1859,093
	MA	1,18271	675,772	571,375
	PI	0,51874	558,168	1076,015
	CE	1,02171	1643,966	1609,030
	RN	0,30788	587,144	1907,048
	PB	0,58466	1120,062	1915,762
	PE	1,12824	4171,546	3697,379
	AL	0,43028	1882,163	4374,285
	SE	0,26878	580,613	2160,163
	BA	2,12581	4410,088	2074,545
	MG	1,97982	9300,893	4697,878
	ES	0,29983	944,048	3146,652
	RJ	0,25984	2586,497	9954,152
	SP	1,42004	17974,147	12657,493
	PR	1,98147	6436,554	3248,371
	SC	0,76350	1013,267	1327,132
	RS	1,44681	4030,969	2786,102
	MT	0,37304	1910,908	5122,542
	GO	0,54765	2351,542	4293,900
1975	AM	0,41546	241,588	581,499
	PA	0,77766	2465,904	3170,928
	MA	1,49471	1956,007	1308,624
	PI	0,61352	1328,447	2165,283
	CE	0,99972	1989,523	2873,511
	RN	0,38249	1244,731	3254,300
	PB	0,79963	1894,712	2369,479
	PE	1,13779	6130,129	5387,765
	AL	0,49366	3977,289	8056,721
	SE	0,29831	960,634	3220,286
	BA	2,51893	10256,022	4071,586
	MG	2,18995	17776,635	8117,388
	ES	0,31206	1989,523	6375,409
	RJ	0,27856	3713,796	13331,930
	SP	1,36494	28574,235	20934,395
	PR	2,07917	12973,610	6239,790
	SC	0,85873	1706,976	1987,782
	RS	1,89393	7073,001	3734,553
	MT	0,52031	5353,070	10288,212
	GO	0,68803	5138,089	7467,796

Continuação (Quadro 7)

Ano	Estados	L (10 ⁶ E.H.)	W (Cr\$ 10 ⁶)	Pw (Cr\$/E.H.)
1980	AM	0,46070	670,827	1473,462
	PA	1,01679	3983,590	3917,790
	MA	1,67250	3628,899	2169,742
	PI	0,79033	2180,003	2758,359
	CE	1,06926	5812,086	5435,625
	RN	0,43219	3019,062	6985,529
	PB	0,64861	3753,887	5787,614
	PE	1,21887	9322,836	7648,747
	AL	0,54352	5201,096	9569,211
	SE	0,29506	1311,847	4446,110
	BA	2,66284	74626,638	5492,882
	MG	2,28455	26498,204	11598,872
	ES	0,34951	3640,738	10416,691
	RJ	0,30169	3987,595	13217,612
	SP	1,37646	34532,304	25087,709
	PR	1,80783	13864,035	7668,898
	SC	0,83676	3250,024	3884,080
	RS	1,74723	9310,071	5328,474
	MT	0,54955	8566,981	15588,998
	GO	0,78075	7586,992	9517,581

QUADRO 8 - Juros e despesas bancárias (J), financiamentos obtidos para investimento (F) e índice de custo dos investimentos (I_k).

(Valores correntes de 1980)

Ano	Estados	J (mil cruzeiros)	F (mil cruzeiros)	I_k
1970	AM	1080	2567	0,4207
	PA	3725	52311	0,0712
	MA	1647	14455	0,1139
	PI	1906	10392	0,1834
	CE	6455	24616	0,2619
	RN	3350	8030	0,4171
	PB	5486	23324	0,2352
	PE	13049	27236	0,4791
	AL	6300	14721	0,4270
	SE	4124	14521	0,2840
	BA	18233	170050	0,2602
	MG	76355	184546	0,3991
	ES	7812	28576	0,2733
	RJ	119722	149942	0,7984
	PR	52011	78750	0,6604
	SC	14715	60764	0,2401
	RS	99736	164313	0,6069
	MT	14919	72805	0,2057
	GO	30687	42852	0,7161
1975	AM	2809	10489	0,2679
	PA	30203	177047	0,1705
	MA	32645	83013	0,2727
	PI	14937	170835	0,0874
	CE	46861	154796	0,3027
	RN	24414	70291	0,3476
	PB	32816	152875	0,2146
	PE	68067	223461	0,3046
	AL	53237	152727	0,3485
	SE	28088	87500	0,3210
	BA	116320	881944	0,1318
	MG	471235	1117468	0,4216
	ES	57479	262607	0,2188
	RJ	63862	200336	0,3187
	SP	750501	725262	0,9727
	PR	526250	675307	0,7792
	SC	154926	397120	0,3901
	RS	775014	833044	0,9303
	MT	198464	450401	0,4406
GO	254840	353994	0,7198	

Continuação (Quadro 8)

Ano	Estados	J (mil cruzeiros)	F (mil cruzeiros)	I _k
1980	AM	203248	337765	0,6017
	PA	538019	1378183	0,3903
	MA	720920	848963	0,8490
	PI	351137	1650244	0,2127
	CE	743735	2256232	0,3296
	RN	413675	1505545	0,2747
	PB	543770	1659981	0,3275
	PE	1171696	2246749	0,5215
	AL	874121	1098280	0,7958
	SE	274375	1012004	0,2711
	BA	2053002	5085541	0,4036
	MG	6669623	6708405	0,9942
	ES	814553	1251821	0,6506
	RJ	612213	1144704	0,5348
	SP	9079036	4270392	0,4703
	PR	6964299	2787101	0,4001
	SC	2270282	1615367	0,7115
	RS	9227563	4096158	0,4439
	MT	3788770	2631468	0,6945
	GO	2637921	2713211	0,9722

FONTE: Anuários Estatísticos do Brasil de 1973, 1980 e 1983
 Censos Agropecuários do Brasil de 1970, 1975 e 1980.

QUADRO 9 - Valor da produção agropecuária (Y), valor do capital (K), consumo aparente de fertilizantes (F) e preço de fertilizantes (P_F).

Ano	Estados	Y (Cr\$ 10 ⁶)	K (Cr\$ 10 ⁶)	(1)	P_F (Cr\$/ha)
				F (t. de Nut.)	
1970	AM	5848,928	14425,066	214	17,17
	PA	7994,008	29487,202	8015	18,40
	MA	12132,325	24281,737	174	11,73
	PI	4321,276	17925,095	545	10,19
	CE	11143,687	60424,351	3028	8,74
	RN	4223,242	24632,984	1530	6,90
	PB	7877,025	40690,106	4273	7,59
	PE	18459,095	67274,427	28879	8,74
	AL	8326,283	27886,239	33746	7,36
	SE	3814,435	25933,845	7373	8,97
	BA	37944,501	228264,590	18737	8,05
	MG	68961,834	452922,050	77222	7,36
	ES	10489,140	59753,339	2908	8,74
	RJ	15151,569	84696,385	15964	6,90
	SP	119625,130	763868,180	404703	5,52
	PR	435947,790	205983,790	133404	6,44
	SC	28102,106	122838,100	16294	7,36
	RS	95152,802	559528,100	222774	7,13
	MT	18585,989	187905,810	2462	8,28
	GO	23879,944	188593,570	14479	7,59
1975	AM	8703,523	20129,812	296	28,17
	PA	16525,917	84985,167	10725	26,36
	MA	21318,244	69318,053	530	14,64
	PI	8179,026	43085,348	565	15,12
	CE	21020,132	118627,380	9779	15,59
	RN	8332,643	57367,638	2652	16,71
	PB	15589,875	121526,380	5681	19,73
	PE	33287,264	170736,330	50955	13,52
	AL	17299,307	122077,820	57594	11,63
	SE	6972,231	70424,586	8274	13,61
	BA	60295,960	663330,830	28725	14,04
	MG	147629,060	1746936,133	181312	13,44
	RS	17881,739	227968,730	13286	13,01
	RJ	27185,819	318725,140	21964	14,90
	SP	231937,430	2780677,450	587918	13,83
	PR	197287,800	1412758,812	293461	14,38
	SC	56385,349	431757,320	62447	17,57
	RS	192489,430	1723827,264	508517	14,74
	MT	43774,875	876702,020	61634	17,06
	GO	59429,594	777605,420	80323	18,35

Continuação (Quadro 9)

Ano	Estados	Y (Cr\$ 10 ⁶)	K (Cr\$ 10 ⁶)	(1) F (t. de Nut.)	P _F (Cr\$/ha)
1980	AM	12003,261	35854,970	3196	15,02
	PA	36108,070	188847,410	34146	12,26
	MA	29310,155	143361,780	14723	13,37
	PI	10350,516	74577,266	3528	10,78
	CE	29548,039	215169,460	43825	12,19
	RN	11791,994	94900,476	13899	9,50
	PB	17806,209	135779,210	23052	9,23
	PE	47029,999	244672,090	101562	10,76
	AL	24609,462	126361,910	118570	11,73
	SE	9109,773	107489,020	109877	11,68
	BA	87810,744	973637,190	104931	11,46
	MG	197120,400	2386744,700	528782	11,63
	RS	29416,933	273172,520	60988	11,83
	RJ	29800,716	280795,730	34726	11,47
	SP	293661,090	3398450,700	1146958	10,31
	PR	193634,230	1703355,730	543467	10,71
	SC	88310,334	533724,210	133840	11,24
	RS	220575,670	1916426,700	712618	10,85
	MT	79196,317	1403010,900	296114	11,09
	GO	82959,316	1304652,800	241388	11,56

FONTE: Anuários Estatísticos do Brasil de 1973, 1980 e 1983
Censos Agropecuários do Brasil de 1970, 1975 e 1980.
Preços Pagos pelos Produtores/Centro de Estudos Agrícolas/FGV.

(1) NPK.

