

AVALIAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS RETORNOS SOCIAIS DA ADOÇÃO  
TECNOLÓGICA NA CULTURA DO FEIJÃO CAUPI NO NORDESTE.

Antônio Cordeiro de Santana

UFC/BU/BEA 04/05/1998



R794406 Avaliação e distribuição dos  
C406295 retornos sociais  
T609 S223a

Ac 21411  
BT000004168

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 - 1987



...a Universidade de São Paulo, em São Carlos, São Paulo, em 1964, com o curso de Licenciatura em Física, sob a orientação do Prof. Dr. Roberto de Sá, e com a apresentação do Prof. Dr. Roberto de Sá, Diretor do Departamento de Física, Universidade de São Paulo, em São Carlos, São Paulo, em 1964.

*[Faint signature]*  
Roberto de Sá

*[Faint signature]*  
Roberto de Sá

*[Faint signature]*  
Roberto de Sá

À Zilma e ao Ádamo

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pela concessão de recursos financeiros para a realização do curso e deste estudo.

À Universidade Federal do Ceará, através do departamento de Economia Agrícola pela acolhida e ensinamentos.

Ao Professor Ahmad Saeed Khan, pela capacidade, segurança e lucidez que caracterizaram sua missão de orientador. Aos Professores Conselheiros, Teobaldo Campos Mesquita e Peter Herman May, pelas críticas e sugestões pertinentes e edificantes. Aos Professores José de Jesus Sousa Lemos e Sônia Milagres Teixeira pelas críticas e sugestões feitas ao Projeto de Tese, e ao Professor José Aluísio Pereira pela leitura e correções feitas às conclusões deste estudo.

Aos meus colegas de mestrado pelo convívio e amizade que desfrutamos ao longo desta jornada que ora se finda.

A meus pais José Luís Cordeiro e Maria de Lourdes Santana pelo incentivo e esforços dispendidos para a realização de meus estudos.

A Deus pela saúde e coragem que nunca me deixou faltar.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho, o nosso mais sincero agradecimento.

## SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE TABELAS</u> .....	vi
<u>LISTA DE FIGURAS</u> .....	vii
<u>TABELAS DOS APÊNDICES</u> .....	viii
<u>RESUMO</u> .....	ix
<u>ABSTRACT</u> .....	x
1 - <u>INTRODUÇÃO</u> .....	1
1.1 - <u>O Problema e sua Importância</u> .....	1
1.2 - <u>Objetivos</u> .....	6
1.2.1 - <u>Objetivo geral</u> .....	6
1.2.2 - <u>Objetivos específicos</u> .....	6
2 - <u>METODOLOGIA</u> .....	8
2.1 - <u>Área de Estudo</u> .....	8
2.2 - <u>Dados Utilizados</u> .....	8
2.3 - <u>Modelo Conceptual de Análise</u> .....	9
3 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u> .....	27
3.1 - <u>Análise Estrutural da Oferta e Demanda de</u> <u>Feijão Caupi</u> .....	27
3.1.1 - <u>Análise da equação de oferta</u> .....	27
3.1.2 - <u>Análise da relação estrutural da deman</u> <u>da de feijão caupi</u> .....	29
3.1.3 - <u>Análise de ajustamento e da estabilida-</u> <u>de do sistema de equações</u> .....	31
3.2 - <u>Análise Econômica</u> .....	32
3.3 - <u>Análise dos Benefícios Sociais</u> .....	34
3.3.1 - <u>Benefícios totais</u> .....	34
3.3.2 - <u>Distribuição dos benefícios entre produ</u> <u>tores e consumidores</u> .....	35
4 - <u>CONCLUSÕES E SUGESTÕES</u> .....	39
5 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u> .....	40
<u>APÊNDICES</u> .....	45

LISTA DE TABELAS

TABELA		Página
1	Modelo selecionado para estimativa da equação de oferta independente do feijão, Nordeste, 1950/84 .....	28
2	Equação selecionada para estimativa da relação estrutural da demanda de feijão, Nordeste, 1950/84 .....	30
3	Análise econômica da cultura do feijão caupi, segundo o nível tecnológico .....	32
4	Estimativas dos impactos da adoção tecnológica na cultura do feijão caupi para a sociedade nordestina .....	35

LISTA DE FIGURAS

FIGURA		Página
1	Retorno social bruto para oferta de longo prazo perfeitamente elástica .....	11
2	Retorno social bruto para oferta de longo prazo perfeitamente inelástica .....	11
3	Retorno social bruto para oferta de longo prazo positivamente inclinada .....	13
4	BSBP para uma variação divergente na curva de oferta de longo prazo .....	15
5	BSBP para uma variação divergente proporcional na curva de oferta quando a demanda é negativamente inclinada .....	17
6	Estimativas do custo associado aos trabalhadores deslocados .....	20

TABELAS DOS APÊNDICES

TABELA		Página
1A	Dados básicos usados no ajustamento das equações de oferta e demanda de feijão, Nordeste, 1950/84 .....	46
1B	Matriz de correlação simples das variáveis incluídas na equação de oferta de feijão, Nordeste, 1950/84 .....	49
2B	Matriz de correlação simples das variáveis incluídas na equação de demanda de feijão, Nordeste, 1950/84 .....	50
3B	Equação da forma reduzida utilizada na estimativa do preço do feijão, Nordeste, 1950/84 .....	51
1C	Valores residuais da equação de oferta estrutural de feijão utilizados na estimativa da estatística qui-quadrado .....	53
2C	Resíduos da equação de demanda estrutural de feijão utilizados na estimativa da estatística qui-quadrado .....	54
3C	Distribuição de frequências sob hipótese de distribuição normal dos resíduos associados a equação de oferta de feijão .....	55
4C	Distribuição de frequências sob hipótese de distribuição normal dos resíduos associados a equação de demanda de feijão .....	55
1D	Custo de produção do consórcio (milho + feijão caupi) por hectare, segundo o nível tecnológico (em Cz\$ de março de 1986)..	58

## RESUMO

A avaliação de mudanças tecnológicas na agropecuária tem-se limitado à obtenção das taxas de retorno aos investimentos realizados, vez que pouco tem sido feito em termos de análise da distribuição dos benefícios de novas tecnologias entre os dois segmentos da sociedade - produtores e consumidores.

Nesta pesquisa, estudou-se a viabilidade econômica e a distribuição dos benefícios sociais resultantes da mudança tecnológica na cultura do feijão caupi no Nordeste.

Os dados básicos empregados provieram de quatro fontes: Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Ceará - CEPA-CE, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - FIBGE, Fundação Getúlio Vargas - FGV e Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE.

Para verificar a viabilidade econômica da mudança tecnológica, foram utilizadas a técnica de orçamentos parciais e os critérios da relação benefício-custo, e para quantificar os benefícios sociais utilizaram-se os conceitos de excedentes do produtor e consumidor. A variação na renda líquida foi positiva e o valor da relação benefício-custo da nova tecnologia foi superior ao da tradicional. Por seu turno, os benefícios sociais assumiram os valores de 38,6 e 30,4 milhões de cruzados, respectivamente, para produtores e consumidores.

Os resultados permitem concluir que a nova tecnologia é viável economicamente e proporciona benefícios positivos para a sociedade.



## ABSTRACT

The evaluation of technological change in agriculture has been limited primarily to obtaining the rates of return from investments made. Little has been accomplished in terms of analysis of the distribution of benefits of new technologies between the two segments of society - producers and consumers.

The research studied the economic viability and distribution of social benefits resulting from technical change in production of cowpea in the Northeast.

The basic data employed were derived from four sources: the State Commission for Agricultural Planning of Ceará - CEPA-CE, the Brazilian Institute of Geography and Statistics - FIBGE, the Getulio Vargas Foundation - FGV and the Superintendency for the Development of the Northeast - SUDENE.

In order to verify the economic viability of technological change, the research used the technique of partial budgeting and the benefit/cost ratio criterion. To quantify the social benefits, the concept of producer and consumer surpluses was used. The change in net income was positive and the value of the benefit/cost ratio superior to that of the traditional technology. The social benefits attained the values of 38.6 and 30.4 million cruzados, respectively, for producers and consumers.

The results permitted the conclusion that the new technology is economically viable and would generate positive benefits for society.

## 1 - INTRODUÇÃO

### 1.1 - O Problema e sua Importância

No Nordeste, é consenso geral de que o feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), ou feijão-de-corda, está sempre presente na dieta de sua população pelas suas propriedades organolépticas, como fonte nutritiva das mais ricas em proteína vegetal e pelo seu elevado valor energético. É por isso, a região maior produtora e consumidora dessa leguminosa.

Estima-se que 80% da produção são consumidas no meio rural, dos quais 70% são produzidos e consumidos na própria fazenda, o que equivale a 56% da produção total (IBGE, 1980). Em 1985, o feijão caupi ocupou 75% da área cultivada com feijão e contribuiu com cerca de 70% da produção total de feijão no Nordeste (TEIXEIRA & MAY, 1986), onde seu consumo gira em torno de 21,8kg "per capita" por ano na zona rural e 9,2 kg na zona urbana (ENDEF, 1977). Estes dados conferem ao feijão caupi a posição de principal cultura de subsistência da região e por isso é cultivado em quase todos os municípios onde se realiza agricultura.

Estudo realizado pelo Banco do Nordeste do Brasil - BNB, com projeção até 1980, prevê uma redução da produtividade do feijão no Nordeste (feijão vigna + feijão phaseolus) para os próximos anos, com previsões que variam de 240kg/ha a 400kg/ha. Nos últimos dez anos (1970/80) a produtividade média do feijão vigna + feijão phaseolus no Nordeste ficou em torno de 450kg/ha, enquanto a do feijão vigna, no mesmo período, foi de 300kg/ha. Segundo o mesmo estudo, o rendimento mínimo necessário para o feijão vigna + feijão phaseolus, no Nordeste, a fim de atender à demanda nos próximos dez anos (1980/90) deverá situar-se em torno

de 500kg/ha. Nos últimos cinco anos (1980/85), o rendimento para o feijão vigna foi de 240kg/ha. Este fato demonstra a necessidade da elevação, a curto prazo, da produtividade do feijão vigna na Região Nordeste.

O feijão caupi no Nordeste é cultivado predominantemente por pequenos produtores, visando principalmente ao abastecimento familiar. Cerca de 80% dos plantios são realizados em consorciação com outras culturas, como o milho, algodão e mandioca, cuja utilização de uma ou de outra varia com a região dos Estados. Em média, no Rio Grande do Norte, a área plantada por agricultor varia de um a três hectares (RENO NETO, 1981).

A produtividade do feijão-de-corda no Nordeste, onde se impõe como cultura de subsistência, tem uma classificação que pode ser considerada como demasiadamente baixa se for comparada aos rendimentos obtidos nos Estados Unidos, Espanha, Japão e Turquia, apenas atingindo menos da metade da produtividade alcançada nos referidos países. O mais grave, portanto, são as grandes instabilidades e tendência de diminuição desses níveis de rendimentos (PASTORE, 1982). Nos últimos 50 anos, declinou de 897 kg/ha em 1933, para 283kg/ha em 1982. Decompondo-se as taxas de crescimento para o período 1967/76 como fizeram GRAHAM & BARROS (1978), examinando os aspectos relativos à produção de alimentos, verifica-se uma piora acentuada para alguns alimentos importantes, como o arroz, feijão e mandioca, os dois últimos com taxas negativas. Com efeito, a tecnologia de produção utilizada não é satisfatória. Isto ocorre em razão de várias causas, tais como: insuficiência de conhecimentos gerados pela pesquisa, limitações sócio-econômicas dos agricultores para utilização de insumos como sementes melhoradas, adubos, defensivos etc., e ao próprio sistema de exploração do feijão vigna, onde raramente ele representa a cultura principal, sendo, via de regra, plantado em cultivo extensivo como cultura secundária, associada a outras consideradas principais (PAIVA, 1977).

Em face desses fatos, os indicadores a seguir po

dem ser considerados como os mais importantes na limitação da produção e na redução dos níveis de produtividade do feijão vigna no Nordeste:

(a) Irregularidade e má distribuição das precipitações pluviométricas - a produtividade está estritamente associada à ocorrência e distribuição das chuvas, para uma planta muito sensível a variações climáticas. Excesso ou escassez de chuvas acentuadas são apontadas como altamente limitantes da produção de feijão caupi. Deste modo, a produção fica na dependência da ocorrência ou não deste fenômeno, ocasionando uma permanente instabilidade na produção (MOURA, 1976);

(b) Fertilidade do solo - de modo geral, os solos do Nordeste são deficientes em fósforo, sendo poucos os agricultores que utilizam adubação na cultura do feijão vigna (RENO NETO, 1981).

(c) Pragas e doenças - são consideráveis os prejuízos causados ao feijão vigna pelas pragas e doenças, em todas as fases do ciclo da cultura. Não se tem estatísticas, porém observa-se que uma parcela considerável da produção do caupi é perdida em consequência do ataque de pragas na fase de colheita e principalmente no armazenamento;

(d) Semente melhorada - os agricultores utilizam normalmente sementes de produção própria, bastante misturadas, com baixo potencial genético, susceptíveis a doenças e de reduzido poder germinativo; e

(e) Sistemas de produção inadequados - principalmente nos consorciados, em que são usados espaçamentos e arranjos espaciais impróprios para as culturas envolvidas, ocasionando populações reduzidas ou superpopulações de plantas por hectare, com reflexos negativos na produção.

Os aspectos delineados são responsáveis pelos altos riscos e incertezas da cultura do feijoeiro que, aliados à sua grande dispersão geográfica e à desorganização dos produtores, podem inibir o processo da geração e difusão de inovações técnicas. O cultivo consorciado diminui consideravelmente a produtividade do caupi, mas também reduz o risco cultural e assegura melhor a subsistência do

agricultor, pois dois ou mais produtos são cultivados si multaneamente.

A oferta de feijão caupi pode ser incrementada pe la expansão da área plantada e/ou pelo aumento do rendimento agrícola. O aumento da área cultivada, per se, não ate nua o problema porque, a exemplo do que ocorreu no Brasil com o feijão e outros alimentos básicos, a produção nem chegou a estabilizar-se, mas diminuiu em virtude da atua ção dos fatores delineados anteriormente. Torna-se, portan to, imprescindível a reversão dos fatores que impedem o uso de tecnologias melhoradas que aperfeiçoem o processo de decisão sobre "quanto" e "como produzir" e, por exten são, ofertem benefícios, através da maior produção e produ tividade agrícola.

Neste contexto, a contribuição básica de JOHNSTON & MELLOR (1962), apresentada como uma generalização empíri ca, apoia-se na experiência dos países da América do Norte e da Europa Ocidental, que incrementaram com êxito a produ tividade agrícola. A proposição é que se pode alcançar uma taxa substancial de incremento na produção agrícola princi palmente através do uso mais efetivo dos recursos já apli cados no setor e com apenas modestos requisitos para os re cursos escassos com um alto custo de oportunidade.

Assim, examinando o caso do Japão e Formosa, os au tores indicam que o progresso tecnológico foi o fator deci sivo no aumento da produtividade do arroz e de outros pro dutos alimentícios básicos que compreendiam a maior parte da produção agrícola daqueles dois países. No caso de For mosa, o incremento de área de cultivo, principalmente atra vés da área de colheita dupla, e a expansão da irrigação foram mais importantes do que no Japão. O ponto importante é que os gastos realizados no Japão e Formosa para fins de pesquisa agrícola, atividades de tipo extensivo e outros serviços de desenvolvimento foram modestos em relação aos substanciais incrementos obtidos na produção.

Na medida dos conhecimentos necessários à sua ex ploração, constata-se a realidade de que muito poucos têm sido ainda os incentivos, no Brasil, à pesquisa agrícola e

à difusão de seus resultados, para melhorar os níveis de produtividade e qualidade do feijão. Na verdade, as pesquisas realizadas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), pelo Centro Nacional de Pesquisa - Arroz e Feijão (CNPAF) e pelo Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará (CCA/UFC) revelaram resultados auspiciosos, pois o uso de cultivares melhoradas assegura ganhos reais em relação às tradicionais estimados em 69% em monocultivo e 75% no consórcio. No Ceará, o CCA obteve um aumento no rendimento por hectare do feijão caupi, em cultura pura, superior em 53% ao obtido em cultivos tradicionais. Entretanto, esses resultados têm praticamente ficado circunscritos aos campos experimentais.

Partindo-se do pressuposto de que os pequenos produtores agem bastante racionalmente e são receptivos a incentivos e oportunidades econômicos espera-se que as mudanças advindas de inovações técnicas adotadas por esses produtores possam liberar maior parte da produção, como excedente para o mercado, a fim de elevar os padrões de bem-estar de suas famílias e proporcionar aumento na participação da renda bruta obtida do feijão frente às outras linhas de exploração. O produtor, que é também consumidor, beneficia-se pela regularidade no abastecimento do mercado e com a redução nos custos de produção. Se forem construídas instalações para armazenagem e oferecidas garantias de preços para o produto, como sugere o governo no seu "Plano de Metas: Política Agrícola", as irregularidades de preços (baixos na colheita e altos na entressafra) podem ser reduzidas, o produtor beneficiado pela expansão de suas vendas com preços acima de seus custos e o consumidor pela redução no preço do produto via aumento da oferta. Assim, presume-se que o mercado deva ser estabilizado, a desnutrição diminuída e a sociedade no seu conjunto beneficiada.

Espera-se que, a longo prazo, a curva de oferta se desloque gradualmente para a direita. Uma razão simples é que cada produtor que adota marginalmente com bons resultados a tecnologia moderna serve como efeito-demonstração para os demais. Segundo PAIVA (1971), uma vez adotada a nova

tecnologia os produtores modernos estariam menos dispostos a retroceder voluntariamente à tradicional, mesmo ante uma queda na vantagem econômica da tecnologia moderna sobre a tradicional. Portanto, se o retorno relativo à tecnologia moderna cai, eles tendem a considerar a mudança como transitória e, portanto, não se sentem fortemente estimulados a retroceder à tradicional.

Conjetura-se ainda, que quando a mudança tecnológica ocorrer em culturas que levem a um excedente de produção comerciável substancial, e a demanda for inelástica, os consumidores serão os principais beneficiados da inovação agrícola. Por outro lado, quando o incremento na produção apenas suprir o auto-abastecimento e pouco restar para ser comercializado, parte do benefício será internalizado e, conseqüentemente, os principais beneficiados serão os produtores.

Finalmente, para aferir o quadro delineado, será premente mensurar não apenas os benefícios, mas também a respectiva distribuição entre os dois setores da sociedade (produtores e consumidores), resultantes da adoção de tecnologias modernas.

## 1.2 - Objetivos

### 1.2.1 - Objetivo geral

Avaliar os benefícios sócio-econômicos e os custos referentes à adoção de nova tecnologia no sistema de produção do feijão vigna no Nordeste.

### 1.2.2 - Objetivos específicos

(a) Verificar a viabilidade econômica de nova tecnologia para a cultura do feijão caupi;

(b) Estimar os retornos econômico-sociais bruto e líquido para a sociedade, gerados pela tecnologia melhora da; e

(c) Determinar a distribuição dos retornos obtidos em (b) entre os produtores e os consumidores.



## 2 - METODOLOGIA

### 2.1 - Área de Estudo

A área de estudo é a Região Nordeste, exclusive o Estado da Bahia. A razão dessa exclusão deve-se ao fato de ser a Bahia grande produtora de feijão phaseolus e também pela maior preferência dos consumidores urbanos e rurais por esse feijão. Com isso, tentou-se reduzir o viés de preços e quantidades ao se considerar as estatísticas agregadas em séries temporais, para o feijão como um todo.

Definida assim a Região Nordeste, homogeneiza-se mais a área de estudo em termos de produção de feijão caupi e nível tecnológico utilizado no sistema de produção. Estudos anteriores atestam que cerca de 75% das áreas plantadas com feijão são ocupadas com feijão caupi.

### 2.2 - Dados Utilizados

As informações básicas utilizadas nesta pesquisa são originárias de várias fontes secundárias e de consultas a pesquisadores da cultura do feijão.

As fontes secundárias foram:

(a) A Comissão Estadual de Planejamento Agrícola - CEPA-CE, forneceu as publicações com os dados sobre as tecnologias tradicional e melhorada elaborados pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará - EPACE.

Os dados referentes à tecnologia tradicional foram obtidos através da aplicação de questionários pela EPACE em várias áreas agroecológicas do Ceará, e os referentes à melhorada foram obtidos de experimentos também procedidos pela EPACE em diferentes áreas agroecológicas do Estado do

Ceará. Esses dados são para efeito da avaliação econômica e para obtenção do fator que mede a redução proporcional nos custos médios de produção, deslocador da curva de oferta de longo prazo;

(b) Da Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - FIBGE, colheram-se informações sobre preços e quantidades de feijão, sobre preços de outros produtos, sobre a produtividade do feijão e sobre a população absoluta do Nordeste;

(c) Da Fundação Getúlio Vargas - FGV, obtiveram-se dados sobre preço da mão-de-obra, valor do arrendamento das terras e o índice de preços usado como deflator dos preços, renda, valor do arrendamento (de cruzeiros para cruzados de março de 1986). Considerou-se como custo de produção a soma salário + valor do arrendamento, por representar mais de 85% dos custos de produção;

(d) Da Superintendência do Desenvolvimento do Nordeste - SUDENE, obtiveram-se dados sobre precipitação pluviométrica e sobre renda para o Nordeste. Os dados sobre precipitação são uma média das áreas agroecológicas (litoral, serra e sertão) do Ceará e usados como uma "proxy" para o Nordeste.

Os dados complementares foram extraídos de diversos trabalhos e estudos relacionados ao produto pesquisado. Utilizaram-se dados básicos de séries temporais referentes a trinta e cinco anos, cobrindo o período de 1950 a 1984 (TABELA 1A - APÊNDICE).

### 2.3 - Modelo Conceptual de Análise

Têm sido usados, basicamente, dois modelos diferentes para mensurar os benefícios de pesquisa agrícola. O primeiro pode ser descrito como a função de produção que envolve estimativa da produtividade marginal da pesquisa. Para casos de resultados de pesquisa novos, este modelo é impraticável, pois exige um número razoável de observações

passadas para permitir a estimação da função de produção. Por este motivo, o modelo tem sido requerido até o momento, unicamente em análise "ex-post". O segundo modelo emprega as técnicas de análise custo-benefício e mede a produtividade média da pesquisa. Uma parte vital deste modelo é a estimação do excedente econômico anual para a sociedade, criado pela variação descendente na curva de oferta a longo prazo, o qual resulta de processos inovativos na agricultura. E além de ter sido usado tradicionalmente em análise "ex-post", pode também ser utilizado "ex-ante" (CASTRO & SCHUH, 1977). Esta pesquisa científica baseia-se exclusivamente no segundo modelo para mensurar os benefícios de pesquisa.

Para medir os retornos econômico-sociais bruto e líquido, pode ser utilizado o modelo teórico desenvolvido por GRILICHES (1958), PETERSON (1967) e SCHMITZ & SECKLER (1970), que estimaram, respectivamente, os benefícios para a sociedade advindos da descoberta do milho híbrido, da pesquisa com avicultura e do desenvolvimento da colheitadeira mecânica do tomate.

Para mensurar o retorno social bruto da pesquisa com milho híbrido GRILICHES (1958), foi o primeiro a usar o conceito de excedente econômico de Marshall, fundamentado nas premissas de que: (a) a área total sob a curva de demanda à esquerda de uma dada quantidade representa a utilidade total desta quantidade; e (b) a curva de oferta reflete os custos de oportunidade dos recursos variáveis utilizados para produzir cada quantidade. Assim, dois casos foram analisados: num deles, assumiu como perfeitamente elástica a oferta de longo prazo; noutro, considerou-a como perfeitamente inelástica (FIGURAS 1 e 2, respectivamente).

A curva de oferta " $S_0$ " em ambas as figuras reflete a situação existente na ausência da introdução de milho híbrido. Todavia, a curva de oferta " $S_1$ " nas duas figuras representa a sua nova condição depois da descoberta do milho híbrido. Por conseguinte, analisando a Figura 1, torna-se evidente que a produção e o preço de equilíbrio do milho

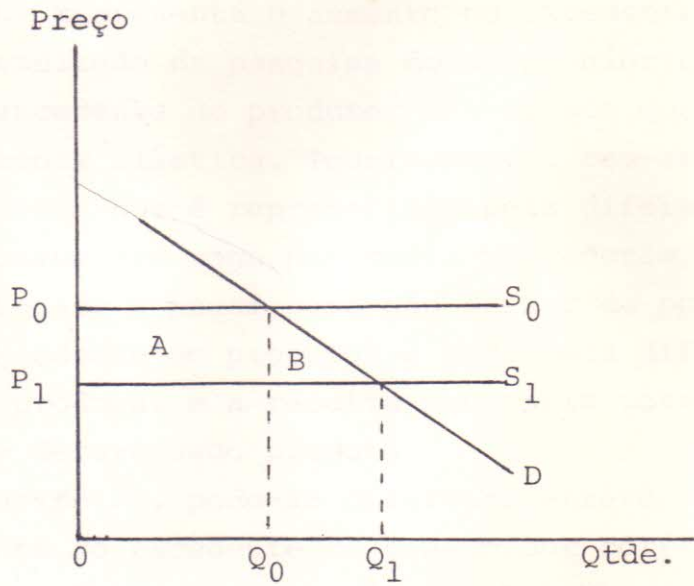


FIGURA 1 - Retorno social bruto para oferta de longo prazo perfeitamente elástica.

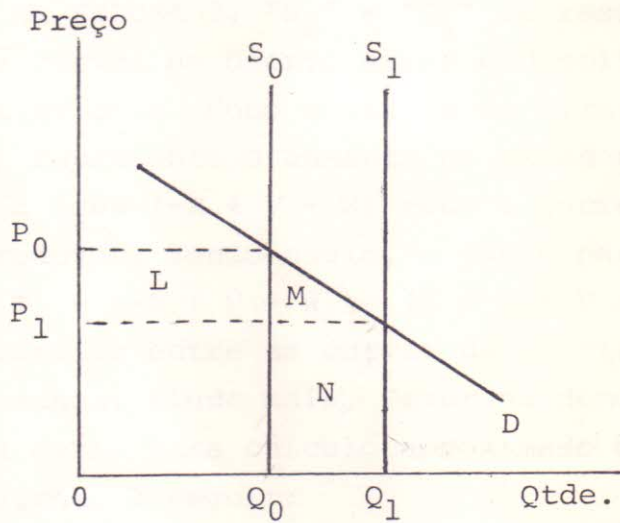


FIGURA 2 - Retorno social bruto para oferta de longo prazo perfeitamente inelástica.

seriam  $Q_0$ , ao invés de  $Q_1$ , e  $P_0$  ao invés de  $P_1$ , se não houvesse sido pesquisado e desenvolvido o milho híbrido. A área (A + B) representa o aumento no excedente do consumidor como resultado da pesquisa do milho híbrido. Observa-se que o excedente do produtor não existe quando a oferta é perfeitamente elástica. Teoricamente, tem-se que o excedente do consumidor é representado pela diferença entre quanto o consumidor paga por certa mercadoria e quanto ele estaria disposto a pagar para não deixar de possuí-la, enquanto o excedente do produtor é dado pela diferença entre o custo de produção e a receita monetária total, obtida pela venda de determinado produto.

Com efeito, pode-se observar, através da Figura 2, que o aumento do excedente do consumidor corresponde à área (L + M). Por sua vez, a área (-L + N) representa o aumento no excedente do produtor. Deste modo, o ganho para a sociedade (produtores e consumidores) é a área (L + M) + (-L + N) = (M + N), que mede o retorno social bruto.

Por outro lado PETERSON (1967), no processo de estimação do retorno social bruto da pesquisa com aves, usou o caso intermediário de uma curva de oferta positivamente inclinada. Na FIGURA 3, " $S_0$ " e " $S_1$ " representam, respectivamente, as curvas de oferta antes e depois dos resultados da pesquisa avícola. Como antes, pode dizer-se que a área (R + S + T) representa o aumento do excedente do consumidor, e que a área (-R + V + W) mede o incremento no excedente do produtor. Sendo assim, o ganho para a sociedade é (R + S + T) + (-R + V + W) = (S + T + V + W), isto é, a área compreendida entre as curvas de oferta, e abaixo da curva de demanda. Ainda mais, Peterson demonstrou também uma fórmula geral para cálculo aproximado da área (S + T + V + W), mostrada a seguir:

$$RSB = KQ_1P_1 + 1/2K^2P_1Q_1/\eta - 1/2Q_0K^2P_1(P_1/P_0) \left(\frac{\epsilon\eta}{\eta+\epsilon}\right) \left(\frac{\eta-1}{\eta}\right)^2 \quad (1)$$

onde  $\epsilon$  e  $\eta$  são as elasticidades-preço de oferta e demanda, respectivamente; RSB é o retorno social bruto;  $Q_0$  e  $Q_1$  são as quantidades produzidas antes e depois da nova tecnologia.

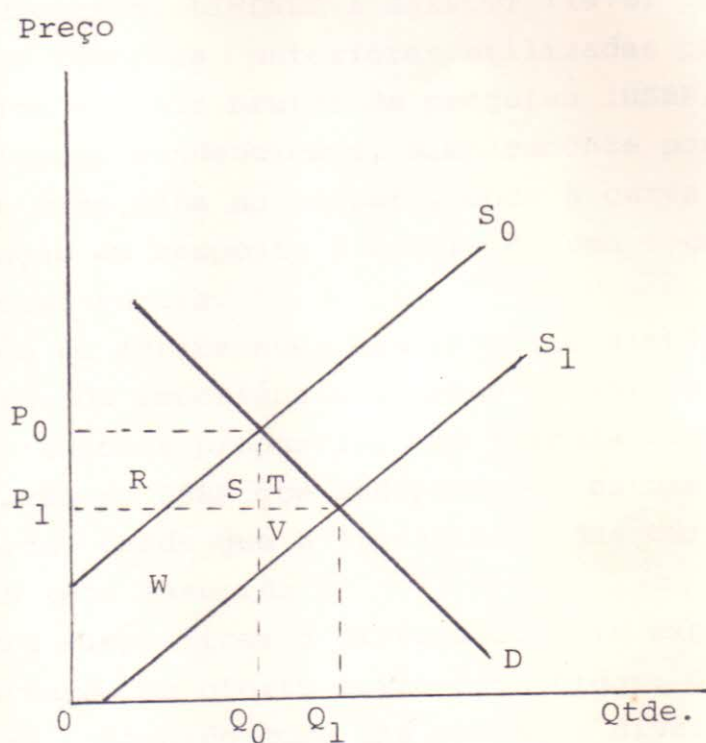


FIGURA 3 - Retorno social bruto para oferta de longo prazo positivamente inclinada.

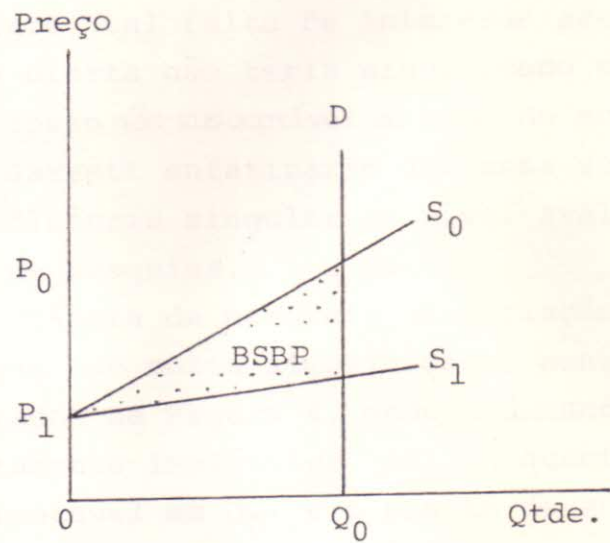
gia;  $P_0$  e  $P_1$  são os preços do produto antes e depois da pesquisa; e  $K$  é o decréscimo percentual na função de oferta do produto considerado (aves), no caso de não adoção da nova tecnologia.

Apesar da contribuição incontestável que esses estudos proporcionaram, LINDNER & JARRETT (1978) argumentaram que todas as técnicas anteriores utilizadas para avaliar os benefícios sociais brutos de pesquisa (BSBP) podem produzir resultados tendenciosos, simplesmente porque pouca atenção tem sido dada ao assunto, onde a curva de oferta sofre variação em resposta à adoção de uma tecnologia pelos produtores rurais.

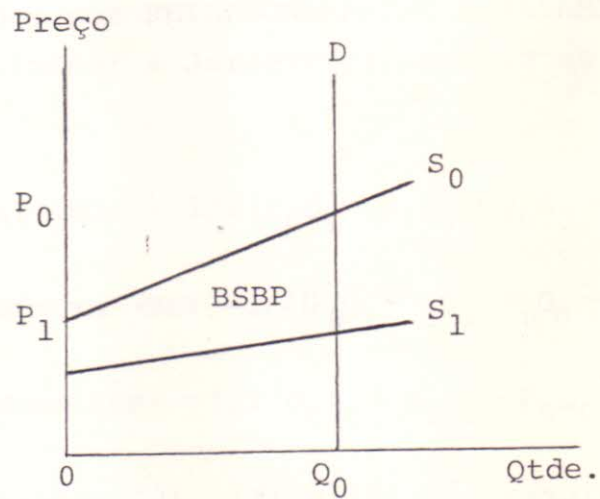
Além de estabelecer uma proposta simples mas fundamental acerca da importância do modo de variação na oferta, aqueles autores propuseram uma fórmula geral para avaliação da área do BSBP que independe da natureza da variação na oferta, desde que a linearidade das curvas de demanda e oferta seja assumida.

Para simplificar a discussão, dois exemplos principais de variação na oferta serão discutidos. O primeiro exemplo será conhecido como uma variação divergente, e inclui todos os casos onde a distância vertical absoluta entre as curvas de oferta cresce com o aumento das quantidades ofertadas. As variações pivotal e proporcional da oferta ilustradas nas FIGURAS 4a e 4b, respectivamente, são dois casos especiais de uma variação divergente. Este tipo de variação implica que reduções absolutas no custo médio são maiores para firmas marginais - com alto custo médio de produção, do que para firmas infra-marginais - com baixo custo médio de produção. Uma variação convergente é aquela onde a variação absoluta no custo a nível de produtores infra-marginais é maior que a nível de produtores com altos custos médios. Obviamente, o caso de uma variação paralela na curva de oferta separa estes dois tipos principais de variação na curva de oferta.

Para avaliar o BSBP, deve fazer-se uma suposição sobre a natureza de variação na curva de oferta. Todavia, estudos anteriores nada fizeram para justificar as hipóteses



(a) Variação pivotal.



(b) Variação proporcional.

FIGURA 4 - BSBP para uma variação divergente na curva de oferta de longo prazo.



ses particulares feitas a respeito da forma de como varia a oferta. De fato, tal falta de interesse acerca do modo de variação na oferta não teria significado se o nível de BSBP avaliado fosse não susceptível ao tipo de mudança na oferta. Lindner & Jarrett enfatizaram que essa suposição tem, também, uma influência singular no nível avaliado dos benefícios totais de pesquisa.

A importância da natureza de variação na oferta pode ser ilustrada com muita simplicidade, considerando os casos apresentados na Figura 4, onde a demanda para o produto é perfeitamente inelástica. Ali, a quantidade produzida permanece imutável em  $Q_0$ , e o efeito de adoção de inovação em cada caso será para produzir uma queda de preço de  $P_0$  para  $P_1$ . O efeito dos diferentes tipos de variação da oferta na área avaliada para o BSBP pode ser visto facilmente destes diagramas.

Para calcular o BSBP gerado pelo movimento da função oferta como uma variação vertical mais propriamente do que uma variação horizontal - a última sendo usada nos estudos realizados por PETERSON e AKINO & HAYAMI (1975), como na FIGURA 5, Lindner & Jarrett propuseram as seguintes fórmulas:

$$\text{Benefício Total (BT)} = 1/2 (P_0 Q_1 - P_1 Q_0 + Q_0 A_0 - Q_1 A_1) \quad (2)$$

$$\text{Benefício do Consumidor (BC)} = 1/2 (P_0 Q_1 - P_1 Q_0 + P_0 Q_0 - P_1 Q_1) \quad (3)$$

$$\text{Benefício do Produtor (BP)} = 1/2 (Q_0 A_0 - Q_1 A_1 - P_0 Q_0 + P_1 Q_1) \quad (4)$$

As equações (2), (3) e (4) são resultados gerais. A aplicação delas requer um conhecimento do preço e da quantidade de equilíbrio original  $P_0$ ,  $Q_0$ ; do novo preço e quantidade de equilíbrio  $P_1$ ,  $Q_1$ ; dos valores  $A_0$  e  $A_1$ . Portanto, as variáveis  $P_0$ ,  $Q_0$ ,  $A_0$  e  $A_1$  têm que ser estimadas indiretamente. Isto porque  $P_0$  e  $Q_0$  são sensíveis a outras influências desconhecidas além da adoção ou não da inovação. Entretanto, com a condição de que as curvas de oferta e demanda são relativamente estáveis, estimativas razoáveis

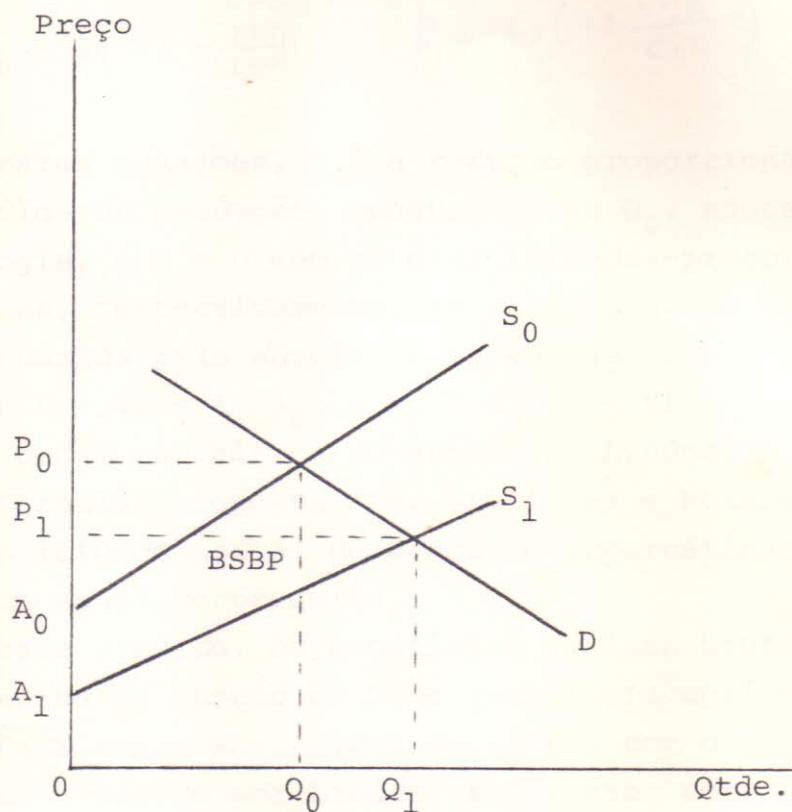


FIGURA 5 - BSBP para uma variação divergente proporcional na curva de oferta quando a demanda é negativamente inclinada.

veis de  $P_0$  e  $Q_0$  podem ser obtidas de níveis correntes de preços de produção agrícola.  $P_1$  e  $Q_1$  podem ser estimados usando as equações (5) e (6), a seguir:

$$P_0 = P_1 \left(1 + \frac{K\varepsilon}{\varepsilon + \eta}\right), \quad P_1 = P_0 \left(1 - \frac{K\varepsilon}{\varepsilon + \eta}\right) \quad (5)$$

$$Q_0 = Q_1 \left(1 - \frac{K\varepsilon\eta}{\varepsilon + \eta}\right), \quad Q_1 = Q_0 \left(1 + \frac{K\varepsilon\eta}{\varepsilon + \eta}\right) \quad (6)$$

Nestas equações,  $K$  é a redução proporcional nos custos médios de produção, mensurados em  $Q_0$ , adotando a nova tecnologia, e  $\varepsilon$  e  $\eta$  são as elasticidades-preço da oferta e demanda, respectivamente. Se a variação na curva de oferta, induzida pela adoção de inovações, for proporcional, então  $K = (1 - A_1/A_0)$  e  $A_1 = A_0(1 - K)$ .

A conclusão básica do estudo de Lindner & Jarrett é que as fórmulas propostas por Griliches e Peterson para calcular o retorno social de pesquisa superestimam o benefício bruto anual de pesquisa.

Neste sentido, os benefícios sociais bruto e líquido resultantes da adoção de nova tecnologia agrícola gerada pela EPACE serão analisados de acordo com o modelo conceptual desenvolvido por Lindner & Jarrett. Por extensão, postula-se que o processo inovativo provoca variação proporcional na função oferta. Isto porque mais geralmente parece que as inovações biológicas são mais prováveis de resultar em variações divergentes na função oferta do que uma variação convergente, desde que, naturalmente, a inovação seja uniformemente propagada.

➤ No mundo real, o desenvolvimento tecnológico não beneficia, via de regra, a todos os membros de uma dada sociedade. De fato, nalguns casos parcela da sociedade torna-se vítima do novo desenvolvimento tecnológico. Então, reconhecendo ter efeito negativo a mudança tecnológica SCHMITZ & SECKLER (1970), em seu estudo relativo ao desenvolvimento da colheitadeira mecânica do tomate e seu impacto sobre o bem-estar social, estimaram o retorno social líquido, isto é, os benefícios para a sociedade depois de fa

zer a compensação das perdas dos grupos negativamente atingidos.

No caso do tomate o efeito negativo incidiu sobre os trabalhadores rurais. Para computar o retorno social líquido, os autores primeiro obtiveram, pelos modelos de Griliches e Peterson, o retorno social bruto. Depois, o custo social da nova tecnologia foi estimado de acordo com o raciocínio ilustrado na FIGURA 6. Assim, antes da mecanização, a demanda por mão-de-obra para colher tomate era  $D_0$ , e a oferta  $S_0$ . Mas, com a introdução da colheitadeira mecânica, a curva de demanda passa a ser  $D_1$ . O valor do desemprego causado pela colheitadeira foi medido pela expressão:  $W_0(N_0 - N_1)$ . Este valor pressupõe a inexistência de possibilidades alternativas de emprego. Para isso, sugeriram que o salário de equilíbrio deveria permanecer constante, e igual a  $W_0$ .

Deve ser lembrado que a maioria das tecnologias biológicas são intensivas no uso de mão-de-obra e, se adotadas pelos agricultores, a demanda por este fator crescerá, deslocando portanto a curva de demanda por trabalho para a direita. Essa mudança, de certo, aumentará o retorno social líquido. Por outro lado, tecnologias intensivas no uso de capital geram, na maior parte das vezes, efeitos negativos sobre a utilização de mão-de-obra e, sem dúvida, reduzirão os ganhos sociais. A tecnologia gerada pela EPACE propõe pequenas alterações no uso dos insumos, altera apenas a densidade do plantio e o uso de defensivos, exatamente para possibilitar o acesso por parte do produtor e, conseqüentemente, facilitar o processo de adoção (APÊNDICE D).

X Para mensurar os benefícios e os custos de pesquisa, necessita-se das elasticidades-preço de oferta e demanda. Para isso, torna-se premente o estudo dessas funções bem como os métodos utilizados nas suas estimativas<sup>1/</sup>.

<sup>1/</sup>Abordagens teóricas detalhadas a respeito da teoria da firma e do consumidor, podem ser encontradas em BILAS (1981); FERGUSON (1984); HENDERSON & QUANDT (1987); e PASTORE (1973).

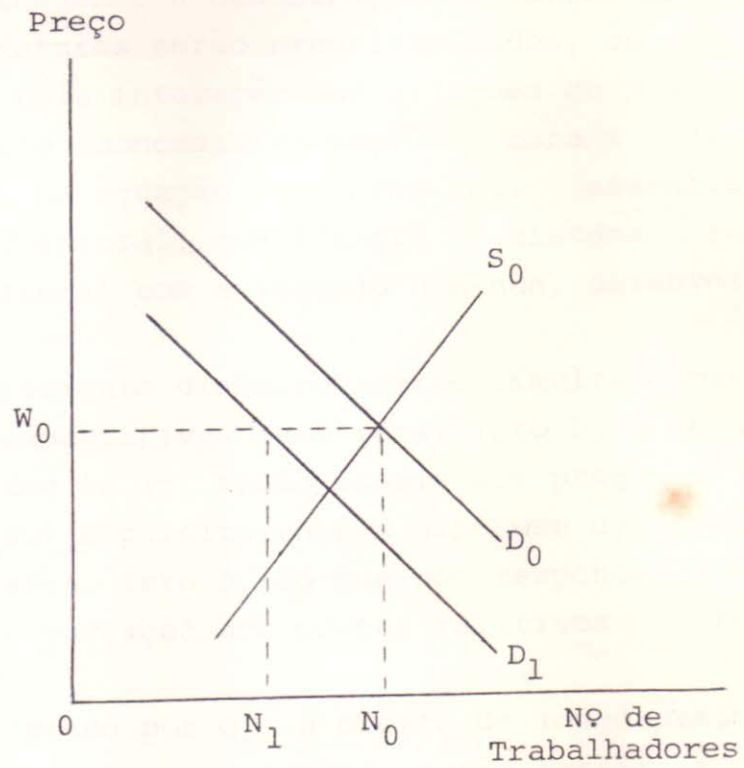
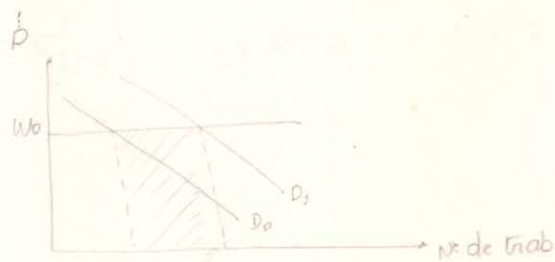


FIGURA 6 - Estimativas do custo associado aos trabalhadores deslocados.



No modelo de oferta e demanda que se propõe para o Nordeste, presume-se inicialmente que o preço pago aos produtores e a quantidade oferecida serão determinados simultaneamente, recebendo a denominação de variáveis endógenas. Já os outros fatores serão predeterminados, ou seja, não serão obtidos pela interação das relações do sistema.

O modelo econométrico sugerido para a estimativa dos parâmetros da equação de oferta foi, essencialmente, de ajustamento parcial, que formará um sistema recursivo em bloco unilateral com a equação demanda, desenvolvido a seguir.

O ajustamento dinâmico admite simultaneamente as hipóteses de expectativas estáticas, isto é, a de que os preços esperados em (t) serão iguais aos preços em (t-1), mas que introduz explicitamente a hipótese de ajustamento parcial da oferta, isto é, de que não respondem instantaneamente a uma variação dos preços relativos (PASTORE, 1973).

Denominando por  $Q_t^{f*}$  a oferta de longo prazo no tempo t, e supondo que as expectativas são estáticas, o sistema pode ser expresso pelas equações

$$Q_t^{f*} = \alpha_0 + \alpha_1 P_{t-1}^f + \alpha_2 P_{t-1}^{X1} + \alpha_3 C_t + \alpha_4 R_t + \alpha_5 W_t + \varepsilon_{t1} \quad (7)$$

$$Q_t^f - Q_{t-1}^f = \delta (Q_t^{f*} - Q_{t-1}^f) + \varepsilon_{t2} \quad \text{para } 0 < \delta < 1 \quad (8)$$

$$\mu_{t1} = \delta \varepsilon_{t1} + \varepsilon_{t2}$$

em que:

$Q_t^f$  = quantidade de feijão ofertada e demandada (em toneladas), no ano t;

$P_{t-1}^f$  = preço real do feijão defasado de um período (em Cz\$/ton), no ano t-1;

$P_{t-1}^{X1}$  = preço real da cultura relacionada no sistema de produção de feijão (em Cz\$/ton), no ano t-1;

$C_f$  = custo real de produção (preço da mão-de-obra rural + valor do arrendamento), em Cz\$, no ano t;

- $R_t$  = rendimento médio por hectare, como uma "proxy" do nível tecnológico do feijão (kg/ha), no ano t;  
 $W_t$  = precipitação pluviométrica média anual, em mm por ano;  
 $Q_{t-1}^f$  = quantidade ofertada de feijão (em toneladas), no ano t-1; e  
 $\mu_{t1}$  = termo distúrbio associado à equação de oferta, que por hipótese, tem distribuição normal.

A equação (7) é a relação de comportamento que exprime as quantidades que os produtores desejam produzir quando tiver decorrido um período suficientemente longo para que o equilíbrio seja atingido, em função dos preços relativos. Exprime ainda, a hipótese de que a produção efetivamente obtida no ano (t) será igual à produção no ano (t-1), mais um acréscimo que é uma proporção da variação desejada a longo prazo. Essa proporção é definida pelo parâmetro  $\delta$ , que é denominado coeficiente de ajustamento.

Como a equação (7) não pode ser estimada, devido a quantidade ( $Q_t^{f*}$ ) não ser observável, a relação entre quantidade ofertada no período corrente ( $Q_t^f$ ) e em equilíbrio, no mesmo período ( $Q_t^{f*}$ ) será dada pela substituição respectiva de (7) em (8), resultando (9).

$$Q_t^f = a_0 + a_1 P_{t-1}^f + a_2 P_{t-1}^{X1} + a_3 C_t + a_4 R_t + a_5 W_t + a_6 Q_{t-1}^f + \mu_{t1} \quad (9)$$

onde  $a_i = \alpha_i \delta$  ( $i = 0, 1, \dots, 5$ ) e  $a_6 = 1 - \delta$

O sistema recursivo proposto é o seguinte:

$$\text{Oferta: } Q_t^f = a_0 + a_1 P_{t-1}^f + a_2 P_{t-1}^{X1} + a_3 C_t + a_4 R_t + a_5 W_t + a_6 Q_{t-1}^f + \mu_{t1}$$

$$\text{Demanda: } Q_t^f = b_0 + b_1 P_t^f + b_2 P_t^{X2} + b_3 Y_t + b_4 H_t + \mu_{t2} \quad (10)$$

$$\text{Identidade: } Q_t^{\text{ofertada}} = Q_t^{\text{demandada}} = Q_t^f$$

em que:

$$P_t^f = \text{preço real do feijão (em Cz\$/ton), no ano t;}$$

$P_t^{X2}$  = preço real do bem relacionado no consumo do feijão (em Cz\$/ton), no ano t;

$Y_t$  = renda média real do Nordeste (em Cz\$), no ano t;

$H_t$  = população do Nordeste, em 1000 habitantes, no ano t; e

$\mu_{t2}$  = termo de perturbação associado à equação de demanda, que por hipótese, tem distribuição normal.

As variáveis da equação de oferta foram definidas anteriormente.

Os sinais esperados, de acordo com a teoria econômica são:

$$a_1 > 0; b_1 < 0; a_4, a_5 \text{ e } a_6 > 0; a_3 < 0; a_2 \text{ e } b_2 \lesseqgtr 0; b_3 \text{ e } b_4 > 0.$$

Agora, antes da escolha do procedimento de estimação, precisa-se estender a análise em dois sentidos. Primeiro, deve-se verificar se o modelo é ou não completo. Diz-se que um sistema é completo quando o número de equações é igual ao número de variáveis endógenas. Portanto, o sistema especificado acima é completo visto que contém duas equações e duas variáveis endógenas. A solução é chamada forma reduzida do sistema. Segundo, deve-se verificar o problema de identificação das equações (no caso a equação de demanda) do sistema, ou seja, a probabilidade de estimação para todos os coeficientes estruturais do modelo. Identificação refere-se a possibilidade ou não de voltar das equações em forma reduzida para as equações estruturais.

As condições de ordem e de característica para a identificação do modelo são:

- (1) se  $K > G-1$  e  $\text{rank}(\Pi) = G-1$  teremos superidentificação;
- (2) se  $K = G-1$  e  $\text{rank}(\Pi) = G-1$  teremos identificação exata;
- (3) se  $K < G-1$  e  $\text{rank}(\Pi) = G-1$  teremos subidentificação;

onde  $K$  é o número de variáveis predeterminadas fora da equação estrutural considerada,  $G$  é o número de variáveis endógenas incluídas na equação estrutural considerada e  $\Pi$  é a matriz dos coeficientes estruturais para as variáveis omitidas da  $g$ -ésima equação, mas incluídas em outras equa



ções estruturais.

Com base nas condições delineadas, a equação de demanda no modelo recursivo é superidentificada.

Na estimação de uma equação superidentificada pertencente a um sistema geral de equações simultâneas, há vários métodos que levam à estimação consistente dos parâmetros de regressão. Provavelmente o método de estimação mais conhecido é o dos Mínimos Quadrados em dois Estágios - MQ2E (KMENTA, 1978). Para que o método de MQ2E possa gerar estimadores consistentes dos parâmetros de uma equação de regressão, o número de variáveis endógenas que aparecem como regressores na equação a ser estimada não pode ser maior que o número de variáveis predeterminadas do modelo que não fazem parte daquela equação (KELEJIAN & OATES, 1978). Este método é composto de duas aplicações sucessivas do método de mínimos quadrados ordinários. No primeiro estágio, estima-se a equação de forma reduzida (o regressor endógeno contra todas as variáveis predeterminadas do modelo) para  $(P_t^f)$ . No segundo estágio, estima-se  $(Q_t^f)$ , onde os valores ajustados da variável endógena  $(\hat{P}_t^f)$  serão usados em substituição aos valores de  $(P_t^f)$  na equação.

O coeficiente de determinação bem como as demais estatísticas serão interpretadas usualmente, no caso da equação independente e na forma reduzida. Nesse caso, o intervalo de variação do  $R^2$  é (0 a 1). Porém, segundo comentários de TOMEK (1973) e BASMANN (1962), quando se utilizam os valores observados da variável endógena explicativa com os coeficientes estimados pela função que emprega os valores calculados da variável endógena, o intervalo de variação do  $R^2$  se amplia de  $(-\infty$  a 1).

A autocorrelação dos resíduos será verificada através do teste de Durbin-Watson. Mas, como não é aplicável a equações de regressão que utilizam os valores defasados da variável dependente como variável independente (equação de oferta), usar-se-á a estatística de Durbin.

Entretanto, para equações no segundo estágio, as estatísticas básicas não mais poderão ser interpretadas de

modo usual, pois alguns dos pressupostos básicos do método de mínimos quadrados ordinários são violados. Assim, os coeficientes das variáveis nas equações na forma estrutural são viesados, mas continuam consistentes (JOHNSTON, 1977).

Quando os resíduos têm distribuição normal, os estimadores de MQ2E também se constituem em estimadores de máxima verossimilhança.

Para verificar a hipótese de distribuição normal dos resíduos, empregou-se o teste de aderência qui-quadrado ( $\chi^2$ ), que consiste na estimativa da seguinte estatística:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^h \frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$$

onde  $O_i$  é a  $i$ -ésima frequência observada na distribuição dos resíduos;  $E_i$  é  $i$ -ésima frequência esperada na distribuição dos resíduos, sob normalidade;  $h$  é o número de classes em que se distribui os resíduos; e  $\chi^2$  tem distribuição normal de qui-quadrado com  $(h-m-1)$  graus de liberdade e  $m$  representa as restrições feitas devido as frequências esperadas terem sido calculadas a partir da média e desvio-padrão da amostra (KARMELL & POLASEK, 1981).

A estabilidade estrutural do sistema dinâmico será testada, estimando-se para tanto as raízes características da equação dinâmica fundamental associada à matriz constituída pelos coeficientes das variáveis endógenas do sistema simultâneo (INTRILIGATOR, 1978 e JUDGE et alii, 1982). O sistema será estável se e somente se o valor absoluto (ou o módulo) da maior raiz for menor que um, em caso diverso, o sistema será instável (PINDYCK & RUBINFELD, 1975). No entanto, se as raízes características constituírem complexos conjugados o sistema será oscilatório, num padrão regular ou irregular conforme a raiz complexa seja menor ou maior que um.

X Para verificar a viabilidade econômica da nova tecnologia será utilizado o método descrito a seguir.

O método dos orçamentos parciais pode ser empregado sem restrições em muitas situações. No entanto, esse método é mais comumente usado em problemas associados à adoção de novas tecnologias, equipamentos e outros problemas operacionais específicos que afetam somente um segmento do negócio total. Consiste ainda em se fazer estimativas de receitas, despesas e renda líquida para um dado setor da empresa. A suposição básica é a de que qualquer alteração tecnológica implica em variações nos custos e receitas. ✓

O orçamento de custos e receitas pode, todavia, consistir numa estimativa do valor do produto potencial obtido de uma dada tecnologia e, quando esse resultado for comparado ao de outras tecnologias diferentes, pode selecionar-se aquela que maiores vantagens econômicas apresente.

### 3 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apresentam-se nesta seção os resultados da aplicação do modelo delineado anteriormente, para a cultura do feijão caupi no Nordeste.

#### 3.1 - Análise Estrutural da Oferta e Demanda de Feijão Caupi

Na seleção das equações de oferta e demanda de feijão ajustadas, levou-se em conta o poder explicativo da regressão, a consistência com a teoria econômica e o nível de significância dos parâmetros.

##### 3.1.1 - Análise da equação de oferta

Na equação ajustada de oferta, TABELA 1, todos os coeficientes apresentaram-se com sinais teoricamente consistentes, mostrando que o preço do feijão juntamente com as demais variáveis possuem relação positiva com a variável explicativa, exceto a relativa ao custo de produção, que tem relação negativa.

Os coeficientes das variáveis explicativas foram coerentes e significativos, exceto o relativo ao preço do milho defasado ( $P_{t-1}^{X1}$ ), que foi significativa apenas a 10% de probabilidade. O coeficiente de determinação múltipla foi da ordem de 0,837.

A autocorrelação nos resíduos foi testada pela estatística de Durbin, com valor de 0,791, sugerindo ausência de autocorrelação nos resíduos. A matriz de correlação

TABELA 1 - Modelo selecionado para estimativa da equação de oferta independente do feijão, Nordeste, 1950/84.

Variáveis Explicativas	Coefficientes de Regressão ( $a_i$ )	Teste "t" de Student	Média das Variáveis
$P_{t-1}^f$	2,969**	2,408	44.176,8
$P_{t-1}^{X1}$	8,949***	1,672	15.871,4
$C_t$	-15,218*	-3,069	7.404,6
$W_t$	170,996*	3,324	791,9
$R_t$	1270,24*	9,461	426,2
$Q_{t-1}^f$	0,222**	2,154	376.498
	- Constante =		-530.180
	- Coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) =		0,837
	- Valor de F(6,28) =		23,912
	- Estatística de Durbin(h) =		0,791
	- Desvio padrão da regressão ( $\sigma$ ) =		82037,420

FONTE: Dados básicos apresentados na TABELA 1A.

- Os níveis de significância foram: (\*) 1%; (\*\*) 5%; e (\*\*\*) 10% de probabilidade.

simples, TABELA 1B - APÊNDICE, não fornece indicação de alta associação entre as variáveis independentes explicativas.

O coeficiente da quantidade de feijão retardada, ( $Q_{t-1}^f$ ), foi significativo ao nível de 5% de probabilidade. Este fato atesta a importância da introdução da hipótese de ajustamentos defasados na oferta, indicando que de fato existem razões para acreditar que a elasticidade de curto prazo é menor que a de longo prazo.

O coeficiente de ajustamento de 0,778 sugere que aproximadamente 78% das diferenças entre a produção atual de feijão e a de equilíbrio de longo prazo seriam elimina

das no decorrer de um ano, enquanto são necessários três anos para que se verifique 98% do ajustamento pleno, "*Ceteris paribus*".

A elasticidade-preço da oferta de feijão caupi, no curto prazo, é da ordem de 0,336, sugerindo que um aumento de 10% no preço do feijão encontrará uma resposta de aumento de produção em torno de 3,4%. No longo prazo a elasticidade passa a ser da ordem de 0,432, indicando que os produtores não respondem completamente, no período de um ano, a mudanças em incentivos de preços do produto. Estes resultados são, portanto, comparáveis aos encontrados por PASTORE (1973), usando deste mesmo método de análise, para o feijão no Nordeste.

Verifica-se, afinal, que a oferta é sensível aos preços dos fatores de produção. Estes preços são importantes na fixação dos níveis de produção da agricultura, vez que com uma política adequada de investimento na produção de fatores mais modernos, seria possível a redução de seus preços relativamente aos preços dos produtos agrícolas, provocando deslocamentos das curvas de oferta; tais deslocamentos seriam naturalmente o reflexo dos aumentos de produtividade gerados no setor, permitindo, contudo, um crescimento mais intenso da produção agrícola.

### 3.1.2 - Análise da relação estrutural da demanda de feijão caupi

A equação estrutural de demanda de feijão foi devidamente estimada através do método de MQ2E (TABELA 2)<sup>2/</sup>.

O coeficiente de determinação múltipla foi da ordem de 0,814. Os coeficientes de regressão foram significantes e coerentes com a teoria econômica, exceto o asso

<sup>2/</sup>Os resultados da equação reduzida de preço estão dispostos na TABELA 3B - APÊNDICE.

TABELA 2 - Equação selecionada para estimativa da relação estrutural da demanda de feijão, Nordeste, 1950/84.

Variáveis Explicativas	Coefficientes de Regressão ( $b_i$ )	Teste "t" de Student	Média das Variáveis
$P_t^f$	-13,00*	-9,70	44.707,1
$P_t^{X2}$	44,80*	2,88	4.058,6
$Y_t$	0,098	0,65	379.818,0
$H_t$	45,92*	5,45	19.583,2
	- Constante =		-138.482
	- Coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) =		0,814
	- Valor da estatística $F(5,29)$ =		21,70
	- Estatística de Durbin-Watson (d) =		1,79
	- Desvio padrão da regressão ( $\sigma$ ) =		85291,20

FONTE: Dados básicos apresentados na TABELA 1A.

- Os níveis de significância foram: (\*) 1% de probabilidade.

ciado à variável renda ( $Y_t$ ) que não foi significativa. Este resultado sugere que o consumo do feijão caupi não será afetado pela variação na renda dos consumidores, em razão do próprio hábito alimentar do consumidor nordestino que dá preferência ao caupi. Outrossim, a demanda parece ser mais sensível ao crescimento populacional e aos estímulos de preços relativos. O coeficiente da variável preço de mandioca ( $P_t^{X2}$ ) indica ser este bem substituto do feijão, pois o sinal do coeficiente é positivo e significativo a 1% de probabilidade.

Aparentemente não se observou problema de multicolinearidade entre as variáveis incluídas na equação de demanda de feijão (TABELA 2B - APÊNDICE).

A elasticidade-preço da procura, da ordem -1,487,



indica que uma variação de 10% no preço do produto conduz a uma variação em torno de 14,87% no consumo, em sentido contrário. Este resultado é contrário ao pregado pela teoria de que os produtos agrícolas têm demanda inelástica. No Nordeste, a demanda elástica para feijão deve-se ao fato da grande flexibilidade que têm os produtores quanto ao grau de autoconsumo. Diante das flutuações de preços, o consumo pode aumentar ou diminuir, e nesse processo a composição do consumo total se altera em função de variações nos preços relativos dos alimentos.

Para corrigir a correlação serial de primeira ordem apresentada na estimativa da equação de demanda (2º estágio), utilizou-se o método iterativo de dois estágios por terem as mesmas propriedades assintóticas que os estimadores de máxima verossimilhança (KMENTA, 1978).

### 3.1.3 - Análise do ajustamento e da estabilidade do sistema de equações

Para testar a adequação do ajustamento na hipótese de distribuição normal dos resíduos, determinaram-se as frequências esperadas e calculou-se a estatística qui-quadrado  $-\chi^2$  (TABELAS 3C e 4C - APÊNDICE).

A estatística  $\chi^2$  para a equação estrutural de oferta é igual a 2,9355 e o valor tabelado para dois graus de liberdade, ao nível de 0,05 de significância, é de 5,991. Portanto, sugere-se que os resíduos têm distribuição normal.

Para a equação estrutural de demanda, o resultado obtido de  $\chi^2$  foi da ordem de 3,05 e o valor tabelado de  $\chi^2(0,05,2) = 3,841$ , indicando que a distribuição das frequências esperadas dos resíduos se ajustam bem às observadas.

Estes resultados sugerem que as estimativas feitas possuem assintoticamente a mesma distribuição que os estimadores de máxima verossimilhança baseados no pressuposto de normalidade.



Para verificar a estabilidade do sistema, determi  
naram-se as raízes características da equação dinâmica fun  
damental cuja maior raiz foi da ordem de 0,943, indicando  
que o sistema é estável.

### 3.2 - Análise Econômica

Conforme as informações contidas na TABELA 3, os  
custos de produção do consórcio (milho + feijão), usando  
tecnologia atual e melhorada (TABELA 1D - APÊNDICE) são de  
Cz\$ 1.513,79 e Cz\$ 1.643,01 por hectare, respectivamente,  
considerando-se de 12% a.o custo de oportunidade do capi  
tal, durante o ciclo da cultura - seis meses. A tecnologia  
melhorada requer um aumento nos custos totais de Cz\$ 129,22/  
ha. Por outro lado, sua adoção proporciona um incremento  
na receita total de Cz\$ 440,00/ha e na renda líquida de  
Cz\$ 310,78/ha. Nota-se, portanto, que o aumento na receita  
total será substancialmente significativo quando comparado  
com a elevação nos custos totais de produção, pois até o  
incremento na renda líquida os superou.

Da mesma forma, quando considerados apenas os da  
dos relativos ao feijão, o aumento nos custos com a nova  
técnica de produção seria menor que a elevação na receita  
total. O incremento na renda líquida seria de 42,4% se ado  
tada a nova tecnologia.

A relação benefício-custo (B/C), para as duas si  
tuações analisadas, mostra-se mais elevada para a tecnolo  
gia moderna do que para a tradicional.

Estes resultados, considerando-se a análise da ren  
da juntamente com os resultados da relação benefício-custo  
associados à tecnologia moderna, mostram que a adoção da  
nova tecnologia é viável economicamente.

TABELA 3 - Análise econômica da cultura do feijão caupi, segundo o nível tecnológico.

Discriminação	Tecnologia	Receita Total (Cz\$ 1,00)	Custo Total (Cz\$ 1,00)	Renda Líquida (Cz\$ 1,00)	Relação B/C
<b>1. ANÁLISE DO CONSÓRCIO</b>					
- Financiamento total com juros de 12% a.a por 6 meses.	Atual	2.300,00 ✓	1.513,79 ✓	786,21 ✓	1,519
	Proposta	2.740,00 ✓	1.643,01 ✓	1.096,99 ✓	1,668
<b>2. ANÁLISE RELATIVA AO FEIJÃO</b>					
- Financiamento total com juros de 12% a.a por 6 meses.	Atual	1.400,00 ✓	911,71	488,29	1,536
	Proposta	1.700,00 ✓	1.004,76	695,24	1,692

FONTE: Dados básicos da Tabela 1D (APÊNDICE).

2.300

### 3.3 - Análise dos Benefícios Sociais

Os benefícios sociais anuais bem como a sua distribuição entre os produtores e consumidores, resultantes da mudança tecnológica no sistema de produção do feijão caupi no Nordeste, são analisados nesta seção.

As informações necessárias para estimação dos benefícios sociais são:

(a) Redução proporcional nos custos de produção,  $K = 1 - A_1/A_0$ , onde  $A_0$  representa os custos médios associados à tecnologia tradicional - Cz\$ 3,26/kg, e  $A_1$  representa os custos médios da tecnologia melhorada - Cz\$ 2,96/kg; logo,  $K = 0,092$ .

(b) Níveis correntes de preços (Cz\$ 5.000,00 / ton) e quantidades produzidas ( $Q_0 = 296.216$  ton), de feijão caupi referente ao ano de 1986;

(c) Elasticidade-preço de oferta de longo prazo,  $\epsilon = 0,432$  e de demanda,  $\eta = -1,487$ ;

(d) Níveis futuros de preços ( $P_1 = \text{Cz\$ } 4.899,00/\text{ton}$ ) e produção total ( $Q_1 = 305.628$  ton), se todos os produtores adotarem a nova tecnologia, indicando um incremento na produção de 9.412 toneladas e uma redução no preço de Cz\$ 101,00/ton;

(e) Mudança na demanda por trabalho (mão-de-obra) não ocorrerá com a adoção tecnológica, mas indiretamente poderá abrir possibilidade de empregos indiretos nos setores fornecedores de insumo.

#### 3.3.1 - Benefícios totais

O benefício total para a sociedade quando todos os produtores de feijão caupi do Nordeste adotarem a nova tecnologia, será de 69,00 milhões de cruzados anuais, e de 20,7 milhões quando 30% dos produtores aderirem a nova técnica de produção. Se apenas os produtores que cultivam em

consórcio adotarem a nova tecnologia (cerca de 80% do total dos produtores de feijão caupi), o benefício social por ano será da ordem de 55,19 milhões de cruzados. Os benefícios são medidos na forma de excedente; por isso, mesmo quando apenas 10% dos produtores adotarem a tecnologia moderna, os ganhos para a sociedade serão positivos (TABELA 4).

O aumento do excedente econômico dos nordestinos decorrente de uma queda no preço do feijão, permanecendo inalteradas as outras condições, constitui uma medida ao aumento do bem-estar da sociedade. Contudo, se a variação a ocorrer for um aumento no preço da mandioca, na renda real "per capita" e na população, essa variação contribui para elevar o bem-estar da sociedade, vez que a demanda de feijão se deslocará para a direita, conforme seja o grau de substitutibilidade entre feijão e mandioca. Também, via de regra, a elevação do bem-estar social depende da taxa de crescimento populacional e da renda real "per capita" que, em conjunto, contribuem, com o passar do tempo, para aumentar os benefícios sociais gerados pela adoção tecnológica. Uma variação em sentido contrário resultará numa redução do bem-estar dos nordestinos.

A adoção tecnológica na cultura do feijão caupi implica na obtenção de ganhos sociais positivos, contribuindo assim para melhorar o bem-estar da população nordestina.

### 3.3.2 - Distribuição dos benefícios entre produtores e consumidores

A distribuição dos benefícios sociais anuais resultantes do processo de adoção tecnológica na cultura do feijão caupi no Nordeste entre produtores e consumidores é tida como a porção resultante da diferença no excedente do produtor (consumidor) que resulta do uso de técnica melhorada e tradicional.

TABELA 4 - Estimativas dos impactos da adoção tecnológica na cultura do feijão caupi para a sociedade nordestina.

Nível de Adoção (%)	Benefício Total (Cz\$ 1.000,00)	Benefício do Consumidor (Cz\$ 1.000,00)	Benefício do Produtor (Cz\$ 1.000,00)
10	6.899,15	3.039,31	3.859,84
30	20.697,46	9.117,93	11.579,53
50	34.495,77	15.196,56	19.299,21
80	55.193,23	24.314,49	30.878,74
100	68.991,54	30.393,11	38.598,43

O processo de adoção beneficiará tanto os produtores como os consumidores: estes poderão comprar maiores quantidades do produto a preços mais baixos, tendo seu poder aquisitivo elevado em relação ao feijão; aqueles, por outro lado, poderão vender maior volume do produto e elevar suas rendas devido a redução nos custos médios de produção e o conseqüente aumento nas quantidades produzidas "Ceteris paribus". A redução nos custos médios de produção será maior que a redução no preço do produto.

Os resultados mostram que os produtores, maiores beneficiados pela adoção tecnológica, receberão ganhos da ordem de 38,6 milhões de cruzados, na forma de excedente do produtor; e os consumidores ficarão com 30,4 milhões, na forma de excedente do consumidor. Observa-se portanto, que cerca de 56 por cento dos ganhos beneficiarão os produtores, mostrando que quando a demanda é elástica e os produtores internalizam seus ganhos, destinando menores quantidades para o mercado, os maiores beneficiados serão os produtores - quando a redução no preço resulta do deslocamento da curva de oferta, no longo prazo, para a direita.

O aumento no excedente do produtor depende dos fatores relacionados no sistema de produção do feijão. Considerando-se que a oferta de feijão caupi no longo prazo, dada dos retornos constantes de escala, só se eleva (reduz) devido as proporções entre os fatores divergirem de produtor para produtor, a curva de oferta de feijão eleva-se simplesmente porque a terra de melhor qualidade tem disponibilidade limitada e porque, à medida que o preço do feijão sobe ao aumentar a procura, passa a ser conveniente estender a fronteira agrícola a terras inferiores. Esta perspectiva restringe-se a poucos que dispõem de terras, que podem lucrar arrendando-as. Por outro lado, os custos elevados das terras reduzem o excedente dos produtores que adotem tecnologia moderna, devido a redução no preço do produto via deslocamento na curva de oferta. Esta pode ser uma das razões que explicam a influência da variação na oferta nos benefícios sociais. Contudo, cumpre salientar que nenhum segmento da sociedade será prejudicado e que todos

serão beneficiados com a modernização do sistema de produção do feijão-de-corda no Nordeste.

#### 4 - CONCLUSÕES E SUGESTÕES

A avaliação econômica das alternativas tecnológicas tradicional e melhorada, revelou conveniência na opção pelo novo sistema de produção de feijão, vez que a alteração na renda líquida foi positiva e a relação benefício custo foi superior à do sistema tradicional.

A distribuição dos ganhos sociais revelou que os produtores serão os principais beneficiados com a nova tecnologia, vez que poderão aumentar suas rendas através da liberação para o mercado de maior volume de produção. Os consumidores, embora recebendo menor parcela dos ganhos, poderão desfrutar de maior quantidade de feijão a preços mais baixos e elevarem o poder aquisitivo.

Em função dos resultados, sugere-se uma política que busque a estabilização das variações nos preços de curto prazo, entre regiões e no tempo, para que o agricultor não sofra muito os efeitos do clima e o produto tenha um preço mais estável no mercado; assim, o processo de adoção da nova tecnologia pode ser facilitado e a sociedade no seu todo beneficiada.

Com a adoção do novo sistema de produção é provável que o cultivo de feijão gere renda suficiente para que os agricultores possam utilizar mais insumos pelo menos para repor a fertilidade do solo e combater um dos principais fatores responsáveis pelo deslocamento das culturas para áreas marginais (áreas de fronteiras) que são as pragas e doenças.

Finalmente, os resultados permitem concluir que a adoção de novas tecnologias na cultura do feijão no Nordeste que vise o aumento da produtividade e redução nos custos, gere benefícios positivos para a sociedade. Assim, o padrão de bem-estar da população será aumentado e as condições de vida serão melhoradas.



5 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AKINO, M. & HAYAMI, Y. "Efficiency and equity in public re-  
search: rice breeding in Japan's Economic Development". American Journal of Agricultural Economics. 57(1):1-10,  
1975.
- ALVES, E. & PASTOTRE, A.C. "A política agrícola do Brasil  
e hipótese da inovação induzida". Coletânea de traba-  
lhos sobre a EMBRAPA. Brasília, DID, 1980, p. 9-20.
- ARAJI, A.A. et alii. "Returns to agricultural research and  
extension programs: an ex-ante approach". American  
Journal of Agricultural Economics. 60(5):964-68, 1978.
- AVILA, A.F.D. Evaluation de la recherche agronomique au  
Brésil: le cas de la recherche rizicole de l'IRGA au Rio  
Grande do Sul. France, Université de Montpellier, 1981.  
217p. (Tese Doutorado).
- AYER, H.W. & SCHUH, G.E. "Taxas de retorno social e outros  
aspectos da pesquisa agrícola: o caso da pesquisa de al-  
godão em São Paulo, Brasil". Desenvolvimento da agri-  
cultura. São Paulo, Pioneira, 1975. p. 117-38.
- BARROS, J.R.M. de. "Agricultura e energia: notas introdutó-  
rias ao dilema dos anos 80". Economia agrícola: ensaios.  
São Paulo, IPE/USP, 1982, p. 9-35.
- BASMANN, R.L. "Letter to the editor". Econométrica. 30(10):  
824-26, 1962.
- BIERI, J. et alii. "Agricultural technology and the distri-  
bution of welfare gains". American Journal of Agricul-  
tural Economics. 54(12):801-8, 1972.
- BILAS, R.A. Teoria microeconômica: uma análise gráfica.  
Rio de Janeiro, Forense, 1981. 404p.
- BRANDT, S.A. Comercialização agrícola. Piracicaba, Livroce-  
res, 1980. 195p.

- BRANDT, S.A. "Estimativas de oferta de produtos agrícolas no Estado de São Paulo". Anais da IV Reunião da SOBER. São Paulo, 1966. p. 323-53.
- BRASIL, SUDENE. Produto e formação bruta de capital do Nordeste do Brasil. Recife, SUDENE-CPR, 1983. 205p.
- CAMPINO, A.C.C. Economia da alimentação e nutrição: noções básicas. São Paulo, IPE/USP, 1985. 238p.
- CAMPINO, A.C.C. & CYRILLO, D.C. Produção e comercialização de alimentos básicos. São Paulo, IPE/USP, 1981. 162p.
- CEARÁ. Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural - PAPP. Fortaleza, CEPA, 1985. 5v. p. 45-46.
- CONTADOR, C.R. Avaliação social de projetos. São Paulo, Atlas, 1981. 301p.
- \_\_\_\_\_. "Dualismo tecnológico na agricultura: novos comentários". Pesquisa e planejamento econômico. Rio de Janeiro, 4(1):119-38, 1974.
- CARMO, M.S. Análise da demanda e da oferta de oleaginosas no Estado de São Paulo. São Paulo, Piracicaba, 1974. (Tese de Mestrado).
- CASTRO, J.P. & SCHUH, G.E. "An empirical test of an economic model for establishing research priorities: A Brazil Case Study". Resource allocation and productivity in national and international agricultural research. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1977.
- CRUZ, E.R. da. "Cálculo dos benefícios da pesquisa em condições de risco: uma abordagem ex-ante". Revista de economia rural. Brasília, 20(1):165-73.
- DILLON, J.L. Avaliação de tecnologias agrícolas alternativas sob risco. Fortaleza, DEA/CCA, 1975. 27p. (mimeo).
- FERGUSON, C.E. Microeconomia. Rio de Janeiro, Forense, 1984. 609p.
- FGV. Conjuntura econômica. Rio de Janeiro, vários números.

- FONSECA, M.A.S. Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café. Piracicaba, ESALQ, 1976. (Tese de Mestrado).
- GRAHAM, D.H. & BARROS, J.R.M. de. A agricultura brasileira e o problema da produção de alimentos. São Paulo, FIPE/USP, 1978.
- GRILICHES, Z. "Research cost and social returns: hybrid corn and related innovations". Journal of political economy. 66(10):419-31, 1958.
- HAYAMI, Y. & HERDT, R.W. "Market price effects of technological change on income distribution in semisubsistence agriculture". American Journal of Agricultural Economics. 59(5):245-56, 1977.
- HENDERSON, J.M. & QUANDT, R.E. Teoria microeconômica: uma abordagem matemática. São Paulo, Pioneira, 1976. 417p.
- HOFFMANN, R. & VIEIRA, S. Análise de regressão: uma introdução à econometria. São Paulo, HUCITEC, 1977. 379p.
- IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. Rio de Janeiro, 1950-85.
- \_\_\_\_\_. Censo Agropecuário do Brasil, 1980. Rio de Janeiro, 1980.
- \_\_\_\_\_. Estudo Nacional da Despesa Familiar - ENDEF; consumo alimentar - antropometria, Região V. Rio de Janeiro, 1977.
- \* INTRILIGATOR, M.D. Econometric models, techniques, and application. New Jersey, Prentice-Hall, 1978. 638p.
- JOHNSTON, J. Métodos econométricos. São Paulo, Atlas, 1977. 318p.
- JOHNSTON, B.F. & MELLOR, J.W. "El papel de la agricultura em el desarrollo económico. El trimestre económico. México, Fondo de Cultura Económica, 1962.
- JUDGE, G.G. et alii. Introduction to the theory and practice of econometrics. New York, John Wiley & Sons, 1982. 793p.

- \* KARMEL, P.H. & POLASEK, M. Estatística geral e aplicada à economia. São Paulo, Atlas, 1981. p. 163-74.
- KELEJIAN, H.H. & OATES, W.E. Introdução à econometria: princípios e aplicações. Rio de Janeiro, Campus, 1978.
- KMENTA, J. Elementos de econometria. São Paulo, Atlas, 1978. 670p.
- LINDNER, R.K. & JARRETT, F.G. "Supply shifts and the size of research benefits". American Journal of Agricultural Economics. 60(1):48-58, 1978.
- MAMED, F.A. et alii. "Custos e benefícios sociais da política de auto-suficiência em borracha natural no Brasil". Estudos econômicos. 16(1):123-148, 1986.
- MEDINA, J.C. "Aspectos gerais do feijão no Brasil". I Simpósio brasileiro de feijão. Viçosa, Imp. Universitária da UFV, 1972.
- MISHAN, E.J. Elementos de análise de custos - benefícios. Rio de Janeiro, Zahar, 1975, p. 35-112.
- MONTEIRO, J.A. A geração de tecnologia agrícola e a ação de grupos de interesse. São Paulo, IPE/USP, 1985. 170p. (Tese de Doutorado - Prêmio SOBER).
- MOURA, P.A.M. "Aspectos econômicos da cultura do feijão". In: Memória da I reunião geral do projeto feijão. Lavras, EPAMING, 1976.
- PAIVA, J.B. "Programa agropecuário com experimentação e tecnologia - feijão-de-corda". Relatório de pesquisa. Fortaleza, Departamento de Fitotecnia, 1977. p. 58-63.
- PAIVA, J.B. & ALBUQUERQUE, J.J.L. "Adubação mineral em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl) no Ceará". Ciência agrônômica. Fortaleza, Departamento de Fitotecnia, 1(2): 75-8. 1971.
- PAIVA, R.M. et alii. "Modernização e dualismo tecnológico na agricultura". Pesquisa e planejamento. 1(2):171-234, 1971.

- \* PASTORE, A.C. A resposta da produção agrícola aos preços no Brasil. São Paulo, APEC, 1973. 170p.
- PASTORE, J. "Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil". Economia agrícola: ensaios. São Paulo, IPE/USP, 1982, p. 37-85.
- PETERSON, W.L. "Return to poultry research in the United States". Journal of farms economics. 49(8): 656-61, 1967.
- PINDYCK, R.L. & RUBENFELD, D.L. Econometric models and economic forecast. New York, McGraw-Hill, 1975. 568p.
- RENO NETO, J. et alii. Cultura do feijão vigna no Rio Grande do Norte. Natal, EMPARN, 1981. 39p.
- SCHMITZ, A. & SECKLER, D. "Mechanized agriculture and social welfare: the case of the tomato harvester". American Journal of Agricultural Economics. 52(11):569-577, 1970.
- SCHUH, G.E. O desenvolvimento da agricultura no Brasil. Rio de Janeiro, APEC, 1971. 369p.
- SCOBIE, G.M. & RAFAEL, P.T. "The impact of technical change on income distribution: the case of rice in Colombia". American Journal of Agricultural Economics. 60(2):85-92, 1978.
- TÁVORA, F.J.A.F. et alii. "Adubação fosfatada em feijão-de-corda (*Vigna sinensis* Endl)". Ciência Agrônômica. Fortaleza, 1(1):23-6, 1971.
- TEIXEIRA, S.M. & MAY, P.H. "Economia do caupi no Brasil". In: WATT, E.E. & ARAÚJO, J.P. Caupi no Brasil. EMBRAPA/IITA, 1987. (no prelo).
- TODARO, M. Introdução à economia: uma visão para o terceiro mundo. Rio de Janeiro, Campus, 1981, p. 353-70.
- TOMEK, W.G. " $R^2$  in TSLS and GLS estimation". American Journal of Agricultural Economics. 55(4):670, 1973.

APÊNDICES

APÊNDICE A

Dados originais da pesquisa.

TABELA 1A - Dados básicos usados no ajustamento das equações de oferta e demanda de feijão, Nordeste, 1950/84. *35 anos - 35 observações*

Ano	$Q_t^f$	$Q_{t-1}^f$	$P_t^f$	$P_t^{X2}$	$P_{t-1}^f$	$P_{t-1}^{X1}$	$C_t$	$Y_t$	$H_t$	$W_t$	$R_t$
1950	249.718	242.904	2.015	0.210	1.807	0.813	0.845	26	13.139	990	549
51	186.835	249.718	3.030	0.315	2.015	0.916	1.020	29	13.422	786	502
52	185.506	186.835	4.290	0.375	3.030	1.443	1.225	34	13.711	649	394
53	235.296	185.506	4.260	0.402	4.290	1.666	1.480	37	14.007	378	481
54	313.079	235.296	2.897	0.389	4.260	1.743	2.787	48	14.309	586	527
55	289.117	313.079	5.021	0.397	2.897	1.579	2.155	60	14.617	869	446
56	272.029	289.117	5.930	0.394	5.021	1.951	2.602	83	14.932	659	455
57	354.472	272.029	8.468	0.683	5.930	1.942	3.138	102	15.254	609	550
58	166.320	354.472	13.318	1.002	8.468	2.860	4.086	109	15.825	386	436
59	367.062	166.320	14.768	1.184	13.318	4.696	4.941	167	15.918	671	549
1960	401.782	367.062	16.275	1.356	14.768	5.222	5.971	241	16.261	646	550
61	424.146	401.782	14.710	2.343	16.275	5.778	7.220	357	16.652	1.073	542
62	452.885	424.146	20.787	5.046	14.710	8.935	8.728	643	17.052	823	538
63	515.135	452.885	58.636	5.651	20.787	19.696	10.550	1.143	17.462	859	537
64	419.253	515.135	93.368	8.487	58.636	22.994	13.530	2.116	17.881	1.169	470
65	530.787	419.253	201.851	14.385	93.368	47.496	16.470	3.443	18.311	710	530
66	474.339	530.787	301.556	21.552	201.851	71.334	19.910	4.428	18.751	395	486
67	776.031	474.339	299.011	28.455	301.556	103.850	25.930	6.328	19.201	837	605
68	699.402	776.031	284.829	32.785	299.011	97.759	31.280	8.038	19.662	494	703
69	621.161	699.402	485.237	36.645	284.829	122.836	38.540	10.026	20.135	734	543
1970	275.992	621.161	839.626	49.464	485.237	163.364	47.660	9.267	20.618	437	350
71	60.180	275.992	1.242.900	86.101	839.626	271.848	70.575	10.251	21.050	697	150
72	110.876	60.180	978.600	114.667	1.242.900	471.400	94.295	11.236	21.490	546	230
73	591.487	110.876	1.114.300	126.740	978.600	352.900	179.400	12.220	21.939	954	487
74	428.208	591.487	2.380.000	182.857	1.114.300	481.400	204.415	13.204	22.398	1.605	345
75	513.876	428.208	2.548.943	289.751	2.380.000	715.700	267.405	14.392	22.866	900	388



Continuação (Tabela IA)

Ano	$Q_t^f$	$Q_{t-1}^f$	$P_t^f$	$P_t^{X2}$	$P_{t-1}^f$	$P_{t-1}^{X1}$	$C_t$	$Y_t$	$H_t$	$W_t$	$R_t$
1976	299.163	513.876	5.484,251	583,286	2.548,943	940,000	334,735	15.831	23.344	724	255
77	610.426	299.163	4.381,604	682,857	5.484,251	1.521,400	527,560	17.810	23.832	849	391
78	515.550	610.426	5.225,900	672,250	4.381,604	1.668,800	753,000	20.481	24.330	716	346
79	502.500	515.550	13.917,500	967,000	5.225,900	2.238,800	1.239,500	24.066	24.839	813	371
1980	236.199	502.500	41.997,078	2.699,625	13.917,500	3.910,000	2.459,000	30.082	25.358	887	188
81	223.796	236.199	76.559,056	5.491,250	41.997,078	9.481,300	5.860,000	39.107	25.888	887	192
82	504.656	223.796	67.218,650	7.506,625	76.559,056	23.093,800	11.228,500	54.749	26.429	966	283
83	127.259	504.656	335.115,840	13.842,750	67.218,650	33.616,300	26.076,500	76.650	26.982	658	149
84	740.453	127.259	565.000,000	65.867,500	335.115,840	82.250,000	49.987,959	122.638	27.546	1.755	363

TABLE 1. Matrix of correlations, simpler than the matrix of correlations of the variables of the equation of the price of beans, 1930/31

#### APÊNDICE B

Matrizes de correlação e os resultados da equação reduzida utilizada para estimação do preço do feijão.

TABELA 1B - Matriz de correlação simples das variáveis incluídas na equação de oferta de feijão, Nordeste, 1950/84.

	$Q_t^f$	$P_{t-1}^f$	$P_{t-1}^{X1}$	$C_t$	$W_t$	$R_t$	$Q_{t-1}^f$
$Q_t^f$	1,000						
$P_{t-1}^f$	0,971	1,000					
$P_{t-1}^{X1}$	0,597	0,853	1,000				
$C_t$	0,369	0,271	0,223	1,000			
$W_t$	-0,440	-0,227	-0,253	-0,230	1,000		
$R_t$	0,503	-0,609	-0,640	-0,119	0,191	1,000	
$Q_{t-1}^f$	0,329	-0,249	-0,182	-0,783	-0,492	0,132	1,000

FONTE: Dados básicos da Tabela 1A.

TABELA 2B - Matriz de correlação simples das variáveis in  
cluídas na equação de demanda de feijão, Nor  
 deste, 1950/84.

	$Q_t^f$	$P_t^f$	$P_t^{X2}$	$Y_t$	$H_t$
$Q_t^f$	1,000				
$P_t^f$	-0,272	1,000			
$P_t^{X2}$	0,043	0,797	1,000		
$Y_t$	0,295	-0,617	-0,473	1,000	
$H_t$	0,263	0,777	0,681	0,468	1,000

FONTE: Dados básicos da Tabela 1A.

TABELA 3B - Equação da forma reduzida utilizada na estimativa do preço do feijão, Nordeste, 1950/84.

Variáveis Explicativas	Coefficiente de Regressão ( $\Pi_i$ )	Estatística "t" de Studente	Média das Variáveis
$P_{t-1}^f$	0,0543	0,2621	44.176,8
$P_{t-1}^{X1}$	-0,6181	-0,7433	15.871,4
$P_t^{X2}$	4,1601*	2,2900	4.058,6
$W_t$	0,7459	0,6475	7.404,6
$C_t$	-5,4660	-0,6464	791,9
$R_t$	-92,4447*	-3,5495	426,2
$Y_t$	-0,0067	-0,3335	384.121,0
$H_t$	0,9311	0,6477	19.583,2
$Q_{t-1}^f$	0,3241**	1,8070	376.438,0
- Constante =			45.582,6
- Coeficiente de determinação múltipla ( $R^2$ ) =			0,799
- Estatística F (9,25) =			11,076
- Estatística de Durbin(h) =			0,209
- Desvio padrão( $\sigma$ ) =			11.821,6

FONTE: Dados básicos apresentados na Tabela 1A.

- Os níveis de significância foram: (\*) 1%; (\*\*) 5%.

APÊNDICE C

Valores residuais e distribuição das frequências observadas e esperadas sob a hipótese de distribuição normal das equações de oferta e demanda de feijão.

TABELA 1C - Valores residuais da equação de oferta estrutural de feijão utilizados na estimativa da estatística qui-quadrado.

Observações	Valor residual ( $10^3$ )
1	-138,00
2	-97,10
3	30,10
4	-2,58
5	-49,00
6	85,00
7	83,50
8	5,74
9	36,10
10	-35,70
11	-3,34
12	-49,90
13	21,00
14	78,70
15	-110,00
16	8,65
17	5,87
18	78,30
19	-68,30
20	53,90
21	-16,20
22	-23,70
23	-92,00
24	157,00
25	-78,00
26	5,87
27	-11,90
28	45,30
29	128,00
30	120,00
31	-37,50
32	-131,00
33	28,50
34	23,90
35	107,00

FONTE: Dados básicos da Tabela 1A.

TABELA 2C - Resíduos da equação de demanda estrutural de feijão utilizados na estimativa da estatística qui-quadrado.

Observações	Valor residual ( $10^3$ )
1	-26,60
2	52,70
3	-31,10
4	-4,13
5	83,60
6	-0,56
7	-43,20
8	14,30
9	-100,00
10	54,80
11	-3,84
12	10,30
13	-78,80
14	20,20
15	-18,00
16	57,30
17	97,30
18	-9,25
19	92,60
20	-50,00
21	-140,00
22	-255,00
23	64,70
24	93,50
25	41,80
26	31,00
27	60,70
28	135,00
29	-6,68
30	-4,83
31	-125,00
32	23,60
33	-103,00
34	66,80

FONTE: Dados básicos da Tabela 1A.



TABELA 3C - Distribuição de frequências sob hipótese de distribuição normal dos resíduos associados a equação de oferta de feijão.

Frequência Observada ( $O_i$ )	Frequência Esperada ( $E_i$ )	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
8	5,551	1,0804
6	6,097	0,0015
6	5,308	0,0902
3	6,069	1,5519
6	5,201	0,1227
6	6,776	0,0888
TOTAL 35	35,002	2,9355

FONTE: Dados básicos apresentados na Tabela 1C.

TABELA 4C - Distribuição de frequências sob hipótese de distribuição normal dos resíduos associados a equação de demanda de feijão.

Frequência Observada ( $O_i$ )	Frequência Esperada ( $E_i$ )	$\frac{(O_i - E_i)^2}{E_i}$
9	5,6576	1,974
6	7,1196	0,176
7	6,0180	0,160
4	5,6780	0,496
8	9,5268	0,244
TOTAL 34	34,00	3,05

FONTE: Dados básicos apresentados na Tabela 2C.

APÊNDICE D

Descrição da alternativa tecnológica atual e da melhorada.

## DESCRIBÇÃO DAS TECNOLOGIAS ATUAL E PROPOSTA

X2 - md  
X1 - mi

A Empresa de Pesquisa Agropecuária do Ceará (EPACE) é o órgão responsável pela descrição e elaboração das tecnologias tradicional e melhorada (proposta) publicadas pela Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Ceará (CEPA-CE), no 5º volume do projeto Programa de Apoio ao Pequeno Produtor Rural (PAPP).

A tecnologia tradicional, denominada de A, representa o nível tecnológico atualmente usado pelos produtores de feijão-de-corda do Ceará e foi verificado através da aplicação de questionários em várias regiões agroecológicas do Ceará. Todas as operações de custeio são manuais (TABELA 1D).

A tecnologia melhorada, denominada de B, representa os resultados obtidos de experimentos realizados, também, em várias regiões agroecológicas do Ceará e propõe um melhor arranjo no espaçamento e densidade de plantio bem como no controle fitossanitário da cultura. As operações de custeio são todas manuais (Tabela 1D).

O número de H/d permaneceu constante. Porém, a demanda por trabalho aumentou no segundo trimestre e reduziu-se no primeiro e quarto trimestres, respectivamente. A nova tecnologia, portanto, tornou mais racional o uso da mão-de-obra, durante o ciclo da cultura.

TABELA 1D - Custo de produção do consórcio (milho + feijão caupi) por hectare, segundo o nível tecnológico (em Cz\$ de março de 1986).

Discriminação	Unidade	Quantidade	Valor Unitário (Cz\$ 1,00)	Valor Total (Cz\$ 1,00)
<u>TECNOLOGIA ATUAL - A</u>				
1. Produção				
. feijão	kg	280	5,00	1.400,00
. milho	kg	450	2,00	900,00
2. Insumos				
. semente de feijão	kg	07	8,20	57,40
. semente de milho	kg	10	5,20	52,00
. inseticida	l	01	100,00	100,00
. formicida	kg	01	20,00	20,00
. sacaria	sc	06	3,50	21,00
3. Mão-de-obra total	h/d	59	20,00	1.180,00
CUSTO TOTAL DE A				<u>1.430,40</u>
<u>TECNOLOGIA PROPOSTA - B</u>				
1. Produção				
. feijão	kg	340	5,00	1.700,00
. milho	kg	520	2,00	1.040,00
2. Insumos				
. semente de feijão	kg	08	8,20	65,60
. semente de milho	kg	12	5,20	63,40
. inseticida	l	02	100,00	200,00
. formicida	kg	01	20,00	20,00
. sacaria	sc	07	3,50	24,50
3. Mão-de-obra total	h/d	59	20,00	1.180,00
CUSTO TOTAL DE B				<u>1.552,50</u>

FONTE: Comissão Estadual de Planejamento Agrícola do Ceará, PAPP, 5v.

