

MARILZA MACHADO FERREIRA

Retorno aos Investimentos em Pesquisa e  
Assistência Técnica na Cultura do Café  
em Minas Gerais

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
JULHO - 1993

MARILZA MACHADO FERREIRA

RETORNO AOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA  
NA CULTURA DO CAFÉ EM MINAS GERAIS

VICOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
JULHO - 1993

MARILZA MACHADO FERREIRA

RETORNO AOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA  
NA CULTURA DO CAFÉ EM MINAS GERAIS

Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Economia  
Rural, para Obtenção do Título de  
"Magister Scientiae"

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
JULHO - 1993

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV

T

F383r  
1993

Ferreira, Marilza Machado, 1966-

Retorno aos investimentos em pesquisa e assistência técnica na cultura do café em Minas Gerais/ Marilza Machado Ferreira. - Viçosa : UFV, 1993.

139p. : il.

Orientador: Carlos Augusto de Magalhães,  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.

1. Pesquisa agrícola - Avaliação de projetos.  
2. Extensão rural - Avaliação de projetos. I.  
Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 18. ed. 630.72

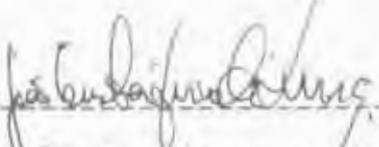
CDD 19. ed. 630.72

MARILZA NACHADO FERREIRA

RETORNO AOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA  
NA CULTURA DO CAFÉ EM MINAS GERAIS

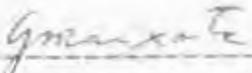
Tese Apresentada à Universidade  
Federal de Viçosa, como Parte das  
Exigências do Curso de Economia  
Rural, para Obtenção do Título de  
"Magister Scientiarum"

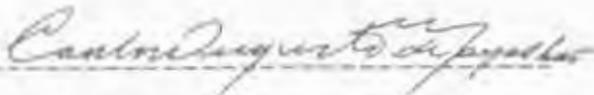
APROVADA 15 de outubro de 1992

  
João Eustáquio de Lima

  
Antônio de Pádua Nacif

  
Eryl Cardoso Teixeira  
(Conselheiro)

  
Dlória Zélia Teixeira Caieta  
(Conselheira)

  
Carlos Augusto de Magalhães  
(Orientador)

A meus pais, Jayr e Diara.

À Mária.

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Vicosa e ao Departamento de Economia Rural.

Ao professor orientador, Carlos Augusto de Magalhães, pela amizade, pelo estímulo, pela seriedade e atenção com que conduziu a orientação deste trabalho.

Ao professor Eryl Cardoso Teixeira (conselheiro) pela sugestão de tão relevante tema, pelo incentivo, pela valiosa colaboração prestada e amizade.

A pesquisadora da EPAMIG, Glória Zélia Teixeira Caixeta (conselheira), pelas sugestões, críticas apresentadas e pelo companheirismo.

Ao professor João Eustáquio de Lima, membro da banca examinadora, pelo importante auxílio prestado.

Ao pesquisador da EPAMIG, Antônio de Pádua Nacif, também membro da banca examinadora, pela amizade, pelo apoio e pelas valiosas sugestões que muito contribuíram para a elaboração deste trabalho.

À Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), pela liberação dos dados necessários a este estudo e pelo financiamento da parte final da tese. Especialmente, ao Dr. Gabriel Ferreira Bartholo, Dr. Paulo Tácito Gontijo Guimarães, Dr. Geraldo Dirceu de Resende, Dr. Geraldo Antônio de Andrade Araújo e à pesquisadora Letícia Estanislau.

À Assessoria de Comunicação e Publicações da EPAMIG, pela parte lingüística.

Ao Instituto Brasileiro do Café (IBC), nas pessoas do Dr. José Bráz de Mattiello e Dr. João Carlos Cattar, pelo auxílio para obtenção dos dados referentes a esta Instituição.

À Universidade Federal de Viçosa (UFV) e à Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), pela permissão em consultar seus arquivos.

Aos funcionários do DER-UFV, especialmente ao Brilhante, Graça, Eurico, Lecir e Rita, pela amizade e pelo auxílio prestado.

Aos amigos e colegas do Curso de Economia Rural, pelo convívio, pela amizade e pelos bons momentos.

As amigas Maria José Silveira Pessoa e Anne Marie Gebers, pela convivência, amizade, pelo incentivo e apoio.

A meus pais, pela formação básica, pelo importante estímulo e por estarem ao meu lado em todas as horas.

À minha irmã Celeine, pelo incentivo e apoio.

Ao Mário, pelo carinho, pela compreensão, pelo companheirismo e fundamental incentivo.

## BIOGRAFIA

MARILZA MACHADO FERREIRA, filha de Jayr Ferreira Gomes e Dyara Machado Ferreira, nasceu na cidade de Juiz de Fora, Estado de Minas Gerais, aos dezesseis de junho de 1966.

Graduou-se em Ciências Econômicas pela Faculdade de Economia da Universidade Federal de Juiz de Fora (MG), em janeiro de 1989.

Em janeiro de 1989, iniciou o Curso de Mestrado em Economia Rural na Universidade Federal de Vicosa (MG).

## CONTEÚDO

	Página
LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE FIGURAS .....	xi
EXTRATO .....	xii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. A Pesquisa como Atividade Econômica .....	1
1.2. Aspectos Históricos do Café .....	9
1.3. A Cafeicultura em Minas Gerais .....	15
1.4. A Pesquisa com Café .....	19
1.5. Problema e Sua Importância .....	27
1.6. Objetivos .....	29
2. METODOLOGIA .....	31
2.1. Modelo Conceitual .....	31
2.2. Procedimentos .....	48
2.2.1. Modelo de Defasagens Distribuídas .....	49
2.2.1.1. Estimativa da Oferta .....	49

2.2.1.2. Estimativa da Demanda	54
2.2.1.3. Estimativa do Tempo de Ajustamento	58
2.2.1.4. Caracterização das Variáveis e Método de Estimacão	61
2.2.2. Procedimentos para Cálculo da Taxa Interna de Retorno	67
2.2.2.1. Custos da Pesquisa e da Assistência Técnica	67
2.2.2.2. Benefícios Econômicos da Pesquisa e Assistência Técnica e a Taxa Interna de Retorno	70
3. RESULTADOS E DISCUSSÕES	79
3.1. Estimativas das Elasticidades de Oferta e Demanda de Café em Minas Gerais	79
3.2. Análise Econômica dos Investimentos e Retornos da Pesquisa e Assistência Técnica ao Café em Minas Gerais	83
3.2.1. Custos da Pesquisa e Assistência Técnica	83
3.2.2. Benefícios da Pesquisa e Assistência Técnica	86
3.2.3. Taxa Interna de Retorno dos Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica e Análise de Sensibilidade	89
3.2.4. Distribuição dos Benefícios entre Consumidores e Produtores	93
4. RESUMO E CONCLUSÕES	99
BIBLIOGRAFIA	106
APÊNDICES	113
APÊNDICE A	114
RETORNO AOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA AGRÍCOLA. UMA BREVE REVISÃO	114
APÊNDICE B	121
CÁLCULO DO PREÇO DO FERTILIZANTE FORMULAÇÃO 20:5:20	121

APÊNDICE C .....	124
ESTATÍSTICA "h" DE DURBIN .....	124
APÊNDICE D .....	126
METODOLOGIA COCHRANE-ORCUTT .....	126
APÊNDICE E .....	131
DADOS PARA ESTIMATIVA DAS ELASTICIDADES DE OFERTA E DEMANDA .....	131
APÊNDICE F .....	135
DEMONSTRAÇÃO DO CÁLCULO DAS ÁREAS DOS EXCEDENTES ..	135
APÊNDICE G .....	138
DADOS UTILIZADOS PARA CÁLCULO DO ACRÉSCIMO NO IM- POSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS ...	138

## LISTA DE QUADROS

		Página
1	Receita Cambial Referente ao Café, Receita Cambial das Exportações Totais Brasileiras e Porcentagem de Participação Relativa do Café na Receita Total (*1) 1961-1989 .....	11
2	Brasil - Área Colhida, Quantidade Produzida de Café em Coco e Produtividade. 1970/89 .....	14
3	Brasil - Produção de Café Beneficiado por Estado (mil sacas de 60 kg) 1975/76 a 1989/90 ..	17
4	Estimativa do Modelo Analítico de Oferta e Demanda de Café - Minas Gerais, 1970/1989 .....	80
5	Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica no Estado de Minas Gerais para a Cultura do Café. Discriminação por Instituições, 1970/1990* .....	84
6	Investimentos e Benefícios Anuais da Pesquisa e Assistência Técnica para a Cultura do Café no Estado de Minas Gerais, em Milhões de Cruzeiros (*1) e Porcentagem Relativa ao Valor da Produção Mineira de Café 1970-1990 .....	88
7	Taxas Internas de Retorno Obtidas Através da Análise da Sensibilidade dos Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica para o Café no Estado de Minas Gerais (em %) .....	90

B	Variação nos Excedentes do Consumidor, do Produtor e Econômico (*1), em Milhões de Cruzeiros (*2), 1970-1990	96
1E	Produção de Café e Preço Recebido pelos Cafeicultores no Estado de Minas Gerais, 1970/1990	132
2E	Preço dos Insumos, Crédito e Produto Interno Bruto do Estado de Minas Gerais, 1970/1989	133
3E	Taxa de Câmbio, Preço de Exportação, Fator de Deflacionamento e Produtividade, 1966/1991	134
1G	Estimativas dos Acréscimos de ICMS Auferido pelo Estado de Minas Gerais - Cultura do Café (*1), 1970/1990 (*2)	139

## LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Excedente Econômico .....	33
2	Excedente do Consumidor .....	34
3	Visualização do Excedente do Produtor .....	42
4	Excedente do Produtor .....	42
5	Dobra na Curva de Oferta .....	45
6	Efeitos de Variações de Preços na Oferta de Curto e Longo Prazos .....	50
7	Efeitos de Variações de Preços na Demanda de Curto e Longo Prazos .....	55
8	Excedente Econômico, Excedente do Produtor e Excedente do Consumidor .....	73

## EXTRATO

FERREIRA, Marilza Machado, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, julho de 1993. *Retorno aos Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica na Cultura do Café em Minas Gerais*. Professor Orientador: Carlos Augusto de Magalhães. Professores Conselheiros: Erla Cardoso Teixeira e Glória Zélia Teixeira Gaieta.

Os investimentos públicos em pesquisa e assistência técnica possuem alta correlação com o desenvolvimento agrícola e são altas suas taxas de retorno (PASTORE e ALVES, 1985). A quantificação em termos de eficiência e equidade dos benefícios oriundos desse processo é de suma importância, na medida em que fornece a base para tornar mais eficiente a alocação dos recursos e possibilita uma melhor compreensão do processo tecnológico como fator econômico e endógeno ao funcionamento da economia e da sociedade.

O presente trabalho objetivou avaliar os investimentos em pesquisa e assistência técnica para o café no Estado de Minas Gerais, aplicados nas décadas de setenta

e obtenta. Para tanto, focalizou-se o esforço realizado pela EPAMIG - Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, UFV - Universidade Federal de Viçosa, ESAL - Escola Superior de Agricultura de Lavras e regionais do IBC - Instituto Brasileiro do Café e EMATER - Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural.

Utilizou-se o procedimento tradicional de cálculo dos excedentes e da taxa interna de retorno. Para calcular o excedente econômico consideraram-se duas pressuposições sobre o início do fluxo de benefícios (os anos de 1973 e 1975) e adotou-se o coeficiente de ajustamento da oferta para estimar o deslocamento da produção.

Os investimentos realizados no Estado apresentaram tendência crescente, mas com nitida descontinuidade ao longo dos anos. Os gastos com pesquisa tiveram comportamento declinante, enquanto os gastos com assistência técnica foram crescentes.

Para a pressuposição 1975, o benefício líquido total gerado para a sociedade foi da ordem de Cr\$ 1,74 trilhão em valores de dezembro de 1991 que, ao ano, significou uma média de Cr\$ 82,91 bilhões. Ante um investimento de Cr\$ 156,9 bilhões, observou-se que o custo desta política é baixo dado o elevado benefício que proporciona.

O ganho auferido pelo Estado, via acréscimo no ICMS, foi em média de Cr\$ 6,4 bilhões ao ano, sendo que este aumento representou 80,54% dos investimentos realizados no período.

As taxas internas de retorno encontradas foram da ordem de 82,06 e 137,97% (respectivamente para início dos

benefícios nos anos de 1975 e 1973). A distribuição dos benefícios auferidos pela sociedade foi mais favorável aos consumidores. Contribuíram para isso as características do mercado de café (baixas elasticidades de demanda e oferta) e a hipótese do trabalho de deslocamento pivotal.

Conclui-se que a orientação dos recursos públicos para o desenvolvimento de pesquisas e extensão rural beneficia de forma significativa a sociedade e o Estado, constituindo-se em uma boa opção de investimento.

## 1. INTRODUÇÃO

### 1.1. Pesquisa como Atividade Econômica

Os investimentos públicos em pesquisa e educação são geralmente vistos como um pré-requisito para sustentar o desenvolvimento técnico e econômico (AMBROSI e CRUZ, 1984). No que se refere ao desenvolvimento rural, estudos demonstram haver alta correlação entre ele e os investimentos em pesquisa agrícola e que são altas as taxas de retorno a tais investimentos (PASTORE et alii, 1976a).

Ressalta-se que estas elevadas taxas de retorno não se encontram apenas nas economias altamente desenvolvidas (SCHUH, 1971). As taxas são da mesma ordem de magnitude para um País que está alguns degraus abaixo na escala de desenvolvimento, ficando, segundo CRUZ et alii (1982), sempre acima de 30%.

Neste contexto, a perda econômica de não se investir em pesquisa é substancial. Uma pesquisa realizada

recentemente mostrou que o aumento na renda per capita é, em grande parte, explicado pela elevação no estoque de conhecimentos e educação, dado o importante papel que a melhoria de produtividade desempenha no crescimento econômico (ALVES, 1989).

Durante as duas últimas décadas, os investimentos em pesquisa aumentaram rapidamente, em especial a partir da Segunda Guerra Mundial, quando se tem início uma nova etapa no avanço das forças produtivas: a revolução científico-técnica. A partir daí, a atividade científica passou de uma condição marginal e complementar para uma atividade essencial da produção e reprodução na sociedade contemporânea. Este vínculo entre o sistema científico-técnico e o sistema produtivo envolve a inovação e difusão tecnológica e contribui para eliminar, progressivamente, os fatores aleatórios e subjetivos da produção (SANTOS, 1983).

Inserir-se neste quadro a pesquisa agrícola, a qual busca mecanismos capazes de vencer as restrições ambientais, que tanto afetam a atividade agropecuária, e também as restrições econômicas. De forma geral, seu objetivo é gerar conhecimentos e tecnologias que se concretizem em novos produtos, novos processos e em melhor organização da produção agropecuária (CONTINI et alii, 1989).

Existem dois tipos diferentes de responsáveis pela geração de tecnologias agrícolas, os quais se distinguem em relação ao objetivo final visado. O processo de geração de novas tecnologias conduzido pelo governo tem por meta o crescimento e desenvolvimento da sociedade. Por outro lado,

as empresas privadas demonstram interesse em gerar novos conhecimentos quando estes proporcionam lucros. Assim, para o setor privado, faz-se necessário que, em primeiro lugar, a tecnologia criada se materialize numa mercadoria que possa ser comercializada e, em segundo lugar, disponha de mecanismos que evitem sua utilização por outros, caindo no domínio público. Em outras palavras, é imprescindível que a mercadoria possa ser patenteada.

Neste sentido, observa-se que a participação de diferentes agentes neste processo de criação e produção de conhecimentos e tecnologias depende, em última análise, da fronteira que separa as atividades lucrativas das não-lucrativas. E a pesquisa agrícola tem tradicionalmente ficado sob a responsabilidade de entidades sem fins lucrativos. Tal fato ocorre pelas próprias características inerentes ao processo de geração e difusão da pesquisa para o setor. Os níveis de investimentos exigidos são, em geral, muito elevados, seus prazos de conclusão quase sempre longos e seus resultados, além de mais arriscados, pois incertos, podem ser facilmente copiados ou multiplicados. O conjunto destes aspectos contribui para afastar o interesse da iniciativa privada, e leva, conseqüentemente, a exigir e mesmo demonstrar a necessidade da presença governamental.

Uma vez associada à iniciativa governamental, a geração da tecnologia agrícola passa a vincular-se estritamente às decisões políticas. No Brasil, este fato tem contribuído para promover uma descontinuidade nos incentivos à pesquisa agrícola, visto que os investimentos em ciência e tecnologia agropecuária não têm sido

considerados como prioritários, mas sim como meio alternativo para solucionar problemas que ocorrem na economia.

A título de exemplo, citam-se os primeiros esforços brasileiros em relação à investimentos em pesquisa rural, os quais ocorreram por ocasião da proibição do tráfico externo de escravos africanos. A partir daí passou-se a reconhecer, de forma mais intensa, a necessidade de reduzir custos e, ou, elevar a produtividade agrícola, o que por sua vez implicava geração de tecnologias para o setor (SZHRECSANYI, 1990). Todavia, estes esforços pioneiros do Império e os do início da República não propiciaram um desenvolvimento contínuo da pesquisa, dado que o objetivo primeiro da política agrícola não passava, necessariamente, pela modernização do setor (ALVES, 1985a).

Atualmente, isto também pode ser observado ao analisar-se a conjuntura do País na década de setenta, quando foi dado grande incentivo à pesquisa agrícola. Naquela época havia uma pressão da demanda de alimentos sobre a oferta, inflação e desequilíbrio no Balanço de Pagamentos. Para controlar esta situação, a pesquisa agrícola torna-se fundamental para aumentar a oferta de alimentos (via produtividade dos recursos e não via expansão da fronteira agrícola), mantendo baixos seus preços, para não pressionar a inflação e os salários urbanos, e para manter o equilíbrio no Balanço de Pagamentos via exportação de produtos.

As grandes transformações das ciências agrárias ocorridas na Europa, nos séculos XVIII e XIX, e de lá

transportadas para os EUA, também tiveram reflexos na organização da pesquisa brasileira a partir de 1950. Tais transformações incentivaram a criação de escolas de agronomia e a criação do Instituto Agronômico de Campinas (IAC), em São Paulo, em 1987, os quais propiciaram a base para o desenvolvimento da pesquisa agrícola em nível federal (ALVES, 1985b). Entretanto, como já foi colocado, isto não promoveu um desenvolvimento contínuo e muitas das instituições criadas não vingaram. Acredita-se, segundo SILVA (1984), que só mais recentemente a atividade científica passa a contribuir de forma mais efetiva, através de estudos realizados por instituições de pesquisa. Até os anos 30, grande parte das atividades de experimentação ainda limitava-se em testar as técnicas desenvolvidas pelos próprios agricultores. Não obstante, foram desenvolvidos métodos de produção mais eficientes.

Durante os anos 50, prevaleceu a crença de que a modernização da agricultura poderia ocorrer através do processo de transferência tecnológica ("modelo de difusão"). Como consequência, os investimentos em pesquisa ficaram em segundo plano (HAYAMI e RUTTAN, 1988). Isto provocou, não só no Brasil como nos países em desenvolvimento que se empenhavam na época no processo de industrialização, uma distorção na estratégia de modernização agrícola. Por outro lado, o modelo de difusão deu início ao debate sobre os problemas do meio rural e as suas possíveis soluções. Na realidade, este modelo fracassou na medida em que os programas nele baseados foram dando errado, e com o reconhecimento, daquilo enfatizado

por SCHULTZ (1945), da especificidade inerente à tecnologia agropecuária que dificulta sua transferência entre países e regiões.

Neste contexto, passa-se a dar importância aos investimentos em pesquisa para gerar tecnologias alternativas e adaptadas, capazes de elevar a produtividade. A análise do desenvolvimento agrícola de HAYAMI e RUTTAN (1988) chamou atenção para o fato de que a capacidade de os países e regiões investirem em pesquisa a fim de gerar tecnologias adaptadas e economicamente viáveis está estritamente ligada à evolução do crescimento de suas produtividades agropecuárias. Observa-se que esta consciência se dá nas décadas de sessenta e setenta, quando há uma organização maior em relação à pesquisa agrícola, tendo sido criadas várias instituições de pesquisa e extensão nos países em desenvolvimento.

No caso brasileiro, a abundância de terra e a abundância relativa de mão-de-obra teriam sido fatores que contribuíram para o atraso no reconhecimento da importância dos investimentos em pesquisa e extensão rural, uma vez que a expansão via fronteira agrícola e via expansão no uso da força de trabalho existente seria capaz de atender à demanda (ALVES, 1985b).

Foi a partir de meados dos anos 60, que o aumento da produtividade tornou-se objetivo explícito da política agrícola brasileira. Especialmente a partir dos anos 70, o governo amplia seus investimentos nas atividades de geração e difusão tecnológica. Isto pode ser avaliado pela reorganização das instituições públicas responsáveis pela

execução e divulgação de tecnologias, bem como pelo aumento do volume de recursos destinados a essas atividades (SILVA et alii, 1979).

Como fruto desta política, cria-se em 1973 a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). A partir daí, o País investiu volumes substanciais em pesquisa agrícola através deste órgão, que no período de 1973/80, evoluiu de cerca de US\$ 10 milhões para mais de US\$ 150 milhões (CRUZ et alii, 1982).

Um demonstrativo da importância destes investimentos para o País pode ser notado pelo estudo realizado por Dias, citado por ALVES (1988). Seus resultados demonstraram que a partir de 1976 não ocorreu crescimento por área nas principais culturas do Brasil, com exceção da cana-de-açúcar. Apesar disto, a produção cresceu mais de 4% ao ano. Tal crescimento foi explicado unicamente pelo aumento da produtividade.

No que diz respeito ao aumento da produtividade agrícola no Estado de Minas Gerais, grande contribuição foi dada pela criação da Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) em 1974. Esta empresa foi originária do Programa Integrado de Pesquisa Agropecuária do Estado de Minas Gerais (PIPAEMG) criado em 1971, sendo de grande importância para promover a pesquisa no Estado e, conseqüentemente, elevar a produtividade de sua agricultura. A EPAMIG integra o Sistema Nacional de Pesquisa Agropecuária, coordenado pela EMBRAPA, e constitui-se em principal instituição de execução de pesquisa agrícola em Minas. A empresa surgiu pela

necessidade de se dar uma base institucional ao PIPAEMG, objetivando a organização da pesquisa no Estado (EPAMIG, 1980).

Em 1976, com a consolidação do Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária, envolvendo a EPAMIG, a Universidade Federal de Viçosa (UFV), a Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG) e a Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), afirma-se a integração das ações de pesquisa a nível estadual visando ao interesse de Minas e do país (EPAMIG, 1980).

Apesar destes incentivos à pesquisa, o volume de investimentos realizados pelo governo brasileiro é ainda pequeno quando comparado com os níveis dos países avançados. Este nível, no que se refere ao conjunto dos governos dos Estados Unidos, Comunidade Econômica Européia e Japão atingiu, em 1980, a cifra de 10 bilhões de dólares. Apenas os Estados Unidos investiram quatro bilhões de dólares. A análise relativa dos gastos em pesquisa por países e sua proporção com relação à renda nacional (PIB) demonstram que, na década de setenta, enquanto os países capitalistas investiam cerca de 1,5 a 2,5% de seus PIBs em pesquisa (SANTOS, 1983), o Brasil investiu em torno de 1,2% de seu PIB agrícola (ALVES, 1989).

Cabe observar ainda que, além do baixo nível relativo dos investimentos brasileiros, a partir da década de oitenta este nível começa a apresentar uma tendência declinante. Tal fato ocorreu devido ao aprofundamento da crise econômica no país, e ao conseqüente desinteresse por parte dos Estados (ALVES, 1989). Este desinteresse afetou

significativamente o volume de recursos direcionados para a pesquisa agrícola, na medida em que os programas de contenção de despesas escolheram, de forma geral, as instituições da agricultura

Em Minas Gerais, isto pode ser observado quando se analisa, por exemplo, o comportamento dos investimentos realizados pelas instituições de pesquisa em relação ao café. Enquanto na década de setenta tais investimentos apresentaram uma taxa geométrica de crescimento da ordem de 5,83% ao ano, na década de oitenta sua tendência foi decrescente, com a referida taxa situando-se em torno de -7,21%.

Neste quadro, dada a reconhecida importância do esforço de pesquisa e assistência técnica para incrementar a produtividade agropecuária, seria relevante quantificar esse efeito em termos de eficiência e equidade no uso dos recursos envolvidos neste processo. Isto propiciaria um indicativo da rentabilidade destas inversões e, conseqüentemente, constituir-se-ia em um bom indicativo para a tomada de decisões políticas nesta área.

### *1.2. Aspectos Históricos do Café*

Responsável pela formação da economia brasileira, o café assegurou o desenvolvimento das regiões que hoje são as mais dinâmicas do país. Introduzido no início do século XVIII, torna-se, no final do século seguinte, o centro motor do desenvolvimento do capitalismo no Brasil, sendo o responsável pela reintegração da economia brasileira nos

mercados internacionais da época, pelo deslocamento definitivo do eixo da economia brasileira do Nordeste para o Sudeste, e pela criação das bases para a industrialização, um processo que acabaria levando o país a profundas mudanças (SZMRECSANYI, 1990).

O café tornou-se um grande gerador de excedente econômico o qual, na medida em que foi captado e desviado direta ou indiretamente para desenvolver outros setores (via governo, via desenvolvimento daqueles setores ligados à cafeicultura como ferrovias, bancos, casas de importação/exportação, e os próprios centros urbanos), permitiu uma diversificação de nossa base econômica (ALBUQUERQUE e NICOL, 1987). O setor cafeeiro estava implícito em todo fenômeno econômico que ocorria na segunda metade do século XIX (IBC/DEC/PFP, s.n.t.).

Grandes contribuições foram dadas pela cafeicultura para obtenção de divisas. Entre 1831 e 1890, a participação da receita cambial da cafeicultura na receita cambial total do Brasil foi, em média, 49,6% tendência que se manteve até a metade do século XX (VISSOTTO et alii, 1990). Segundo dados do IBC, entre 1961 e 1980, a mesma média de participação foi de 32,5%.

Ainda hoje, o café constitui-se em importante fonte de divisas para o país. No ano de 1989, a receita cambial foi de 1,8 bilhão de dólares referentes à exportação de 18,3 milhões de sacas de 60 kg (Quadro 1) (AGROANALYSIS, 1990). Por outro lado, sua participação em relação ao valor total de exportações diminuiu, em função do desenvolvimento

QUADRO 1 - Receita Cambial Referente ao Café, Receita Cambial das Exportações Totais Brasileiras e Porcentagem de Participação Relativa do Café na Receita Total (\*1). 1961-1989

Anos	Receita Cambial do Café (a)	Receita Total das Exportações (b)	Participação Relativa do Café na Receita Total (a/b) (%)
1961	710	1403	50.64
1962	643	1214	52.94
1963	747	1406	53.13
1964	760	1430	53.14
1965	707	1595	44.35
1966	774	1741	44.43
1967	733	1654	44.32
1968	797	1881	42.38
1969	846	2311	36.59
1970	982	2739	35.85
1971	822	2904	28.31
1972	1057	3931	26.89
1973	1344	6199	21.68
1974	980	7951	12.33
1975	934	8670	10.77
1976	2398	10128	23.68
1977	2613	12120	21.56
1978	2294	12659	18.13
1979	2326	15244	15.26
1980	2771	20132	13.77
1981	1754	23293	7.53
1982	2109	20175	10.45
1983	2340	21899	10.69
1984	2853	27005	10.56
1985	2619	25639	10.22
1986	2327	22348	10.41
1987	2619	26225	9.99
1988	2200	37736	5.83
1989	1800	45000	4.00

FONTE: Anuário Estatístico do Brasil (IBGE) e IBC.

(\*1) Valores em US\$ 1000

do parque industrial e da diversificação na pauta de produtos agrícolas.

É importante destacar que, atualmente, esta queda na

participação relativa do café vem ocorrendo também como fruto da redução real na sua receita cambial (Quadro 1). Isto pode ser observado ao comparar o ocorrido em 1989 com a situação de 1991. 21 milhões de sacas de café com uma receita de US\$ 1,57 bilhão. Estes dados refletem, em parte, os efeitos do rompimento das cláusulas econômicas do Acordo Internacional do Café (AIC), e da diminuição nos preços internacionais para o produto. Comparando os anos de 1989 e 1991, o preço da saca de café na Bolsa de Nova York caiu de uma média de US\$ 144,40 para uma média de US\$ 114,67 ao ano, o que significa uma redução de 20,59% (CNA, 1992).

A cultura cafeeira também desempenha papel relevante dentro de nossa economia devido à sua grande capacidade de absorção direta e indireta de mão-de-obra. Conseqüentemente, é grande geradora de emprego e fixadora de mão-de-obra no campo. De forma geral, a necessidade de mão-de-obra na cultura durante um ano agrícola fica em torno de 114 dias-homem (1 ha com 1.666 covas). Um levantamento realizado pelo IBC demonstra que, na situação de 1988, a cultura beneficiou diretamente cerca de 3,48 milhões de pessoas em seu sistema produtivo e o número de empregos atingiu a casa dos 10,45 milhões se forem considerados os setores de comércio, indústria e serviços (CNA, 1992).

A importância da cafeicultura pode também ser atribuída à renda que proporciona, via Imposto de Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) e pela contribuição ao FUNRURAL, sendo expressiva sua participação no total da arrecadação do Estado. Também poderia ser

creditada à cafeicultura a melhoria das rendas regionais, proporcionada pela expansão da cultura em áreas novas, até então inexploradas (CAIXETA, 1987).

Nas duas últimas décadas, o Brasil contou com uma média de 2,347 milhões de hectares de área colhida que produziram cerca de 2,547 milhões de toneladas de café em média por ano. Mesmo com problemas de âmbito externo e interno, a produção cafeeira, em média, é crescente bem como a tendência da sua produtividade (Quadro 2). Este incremento de produtividade foi possível em função do importante desenvolvimento tecnológico ocorrido no país para esta cultura, principalmente a partir dos anos de 1970.

Este empenho na geração e difusão de tecnologias para o café apenas em anos recentes acabou por caracterizar a cultura como itinerante, ou seja, sempre em busca de novas terras. Segundo VISSOTTO et alii (1990), esta carência de tecnologias e conhecimentos contribuiu para a devastação de áreas e o surgimento de crises da cultura no país.

A partir dos anos 70, quando há uma maior sensibilidade por parte das autoridades para tais problemas, constata-se o desenvolvimento de programas de pesquisa e estímulos em geral para uma maior racionalização no manejo da cultura. Com isso, novas áreas têm sido exploradas com alta tecnologia, como o Cerrado (Goiás, Mato Grosso, Deste e Triângulo Mineiro, Sul de Minas Gerais etc.).

QUADRO 2 - Brasil - Área Colhida, Quantidade Produzida de Café em Coco e Produtividade 1970/89

Ano	Área Colhida (ha)	Quantidade Produzida (t)	Produtividade t/ha	Índice de Cresc (1970=100)
1970	2.402.993	1.509.520	0,6	-
1971	2.390.345	3.102.924	1,3	116,7
1972	2.265.695	2.991.410	1,3	116,7
1973	2.079.741	1.745.795	0,8	33,3
1974	2.155.017	3.230.618	1,5	150,0
1975	2.216.921	2.544.596	1,1	83,3
1976	1.121.015	751.969	0,7	16,7
1977	1.941.473	1.950.771	1,0	66,7
1978	2.183.673	2.535.323	1,2	100,0
1979	2.406.239	2.665.545	1,1	83,3
1980	2.433.604	2.122.391	0,9	50,0
1981	2.617.836	4.064.421	1,6	166,7
1982	1.095.486	1.715.861	1,0	66,7
1983	2.346.007	3.343.176	1,4	133,3
1984	2.505.435	2.840.563	1,1	83,3
1985	2.533.762	3.821.292	1,5	150,0
1986	2.591.461	2.082.811	0,8	33,3
1987	2.875.641	4.405.416	1,5	150,0
1988	2.757.060	2.704.216	0,9	50,0
1989*	3.038.668	3.019.455	1,0	66,7
Média	2.347.903,6	2.547.453,6	1,1	-

FONTE: IBGE - extraído de AGROANALYSIS, ago./set. de 1989

\* Estimativa.

Neste intuito, foi de grande importância a descentralização das instituições e sedes de pesquisas na busca de desenvolver tecnologias dentro da região produtora. Tal fato tornou mais próxima a solução dos problemas típicos em cada Estado, dada a especificidade inerente à tecnologia agrícola, e contribuiu para uma resposta mais imediata e eficiente da produção cafeeira. De

forma geral, as tecnologias geradas pela pesquisa constituíram-se nas ferramentas básicas para o aumento da produção e da produtividade na cultura, especialmente no que diz respeito a Minas Gerais.

### 1.3. *A Cafeicultura em Minas Gerais*

Depois de cultivado no extremo Norte e nas regiões do Nordeste do país, onde deixou vestígios mínimos, o café chegou ao sul, mais especificamente ao Rio de Janeiro, por volta de 1770. Mais tarde, seguindo sua migração natural, alcançou o sul do Espírito Santo e Minas Gerais, norte de São Paulo e depois Paraná. Até meados do século XIX, o Rio de Janeiro apresentou-se como maior produtor brasileiro. Não obstante, a forma como procedeu a cultura no Estado fora tão violenta e primitiva, que levou a uma exaustão do solo, com rápido declínio da produção e abandono das lavouras. Minas Gerais assume o primeiro lugar mas, a partir da segunda metade dos anos de 1880, a hegemonia da produção cafeeira paulista já estava instaurada (LIMA, 1981).

Em São Paulo a cultura cafeeira encontra seu grande impulso, uma vez que o Estado dispunha de condições favoráveis para o desenvolvimento e comercialização do produto: a ecogeografia, boa rede de ferrovias que facilitava o escoamento pela porta de Santos, além da utilização de técnicas modernas de produção na lavoura de café a fim de evitar a sua tendência de mobilidade espacial (SCANTIMBURGO, 1980). Outro fator importante foi o espírito

empresarial da burguesia cafeeira paulista, que não deixava ao acaso, ou a terceiros, o controle de mecanismos que pudessem afetar os rumos e a intensidade da acumulação de capital (SZMRECSANYI, 1990).

A hegemonia da produção cafeeira paulista durou quase um século, ou seja, até 1970, perdendo em apenas alguns períodos para o Estado do Paraná.

A partir da década de 80, Minas Gerais assumiu a liderança. Tradicional produtor de café do País, este Estado sempre se mostrou detentor de condições comprovadamente favoráveis à cafeicultura. Hoje, caracteriza-se como grande produtor dos cafés finos (responsável por mais de 60% do volume de exportação), possui a cafeicultura mais tecnificada, mais nova, além de clima favorável e grande potencial de expansão, especialmente nos cerrados (INFORME AGROPECUARIO, 1989).

O crescimento da cafeicultura mineira em relação à de outros Estados, começou a se processar na segunda metade dos anos 60. Em 1967, Minas participava com 14,9% da produção brasileira (ANUARIO ESTATISTICO DO CAFE, 1971). No período de 1975/90, enquanto este Estado aumentou sua participação de 8,90 para 39,74%, a de São Paulo decresceu de 31,56 para 15,28% e a do Paraná, de 52,83 para 13,10% (Quadro 3).

Dos fatos que contribuíram para este deslocamento para Minas Gerais, destacam-se a significativa ampliação das atividades de pesquisa e assistência técnica ocorrida no Estado a partir de 1970, a receptibilidade ao Plano de Renovação e Revigoração de Cafezais (PRRC), bem como a

QUADRO 3 - Brasil - Produção de Café Beneficiado por Estado  
(mil sacas de 60 kg) - 1975/76 a 1989/90

Ano-Safra	PR	%	SP	%	MG	%	ES	%	BA**	%	Outros Estados	%	Brasil
1975/76	11.718	52,83	7.000	31,54	1.975	8,90	988	4,45	-	-	500	2,25	22.181
1976/77	8.800	8,00	1.900	31,67	2.300	38,33	1.500	25,00	-	-	300	5,00	6.000
1977/78	1.795	11,18	7.570	47,15	4.921	30,65	1.206	7,51	-	-	564	3,51	16.056
1978/79	4.581	22,95	8.271	41,44	4.356	21,83	2.282	11,43	-	-	467	2,34	19.957
1979/80	1.975	9,13	8.400	38,05	7.912	36,59	2.695	12,46	-	-	640	2,96	21.622
1980/81	2.900	18,10	6.040	36,79	3.370	20,55	3.109	18,91	-	-	915	5,57	16.430
1981/82	8.263	23,36	11.034	31,20	11.569	32,71	3.287	9,29	714	2,02	500	1,41	35.367
1982/83	1.550	9,58	5.549	34,31	4.050	25,04	3.444	21,29	617	3,81	965	5,97	16.175
1983/84	5.921	19,49	7.488	24,38	9.583	31,54	5.100	16,79	771	2,54	1.600	5,27	30.303
1984/85	4.032	18,49	6.450	29,58	5.523	25,33	3.996	18,33	479	2,29	1.325	6,08	21.805
1985/86	5.414	16,30	8.926	27,37	10.693	32,70	5.079	15,57	1.014	3,11	1.490	4,57	32.616
1986/87	2.016	14,93	1.559	11,55	4.310	31,93	3.641	26,97	783	5,00	1.191	8,82	13.500
1987/88	12.940	23,40	12.650	29,49	13.160	30,68	4.760	11,10	890	2,07	1.400	3,26	42.900
1988/89	2.310	10,26	4.350	19,32	8.640	38,37	5.220	23,19	800	3,88	1.000	4,85	20.630
1989/90*	3.000	13,10	3.500	15,28	9.100	39,74	4.900	21,40	900	3,93	1.500	6,55	22.900

FONTE: Anuário Estatístico do Café, IBC/MIC, 1988.

\* Estimativa extraída de AGROANALYSIS, jun./89.

\*\* Até 1980/81, a Bahia foi incluída em outros.

grande geada que em 1975 dizimou a lavoura de café do Paraná e afetou a de São Paulo (CAIXETA et alii, 1989).

A integração dos dois primeiros fatores não só viabilizou a racionalização do cultivo de café, contribuindo, conseqüentemente, para aumentos de produtividade da lavoura; como também permitiu a sua expansão em áreas muito pouco utilizáveis, ainda que estivessem inseridas em regiões cafeeiras.

A nova cafeicultura expandiu-se pela região Sul de Minas Gerais, Triângulo Mineiro e Alto Paranaíba, além das áreas declivosas da Zona da Mata (solos férteis) e outras

áreas do cerrado. Esta expansão caracterizou-se, assim, tanto pela transformação e desenvolvimento de uma atividade em um Estado já produtor tradicional do produto, criando uma cafeicultura distinta da desenvolvida até então, quanto pela introdução da atividade em outras regiões do Estado.

Dentre as regiões que fazem parte deste último caso, ressaltam-se as do Vale do Jequitinhonha, Paracatu e, principalmente, Alto Paranaíba/Triângulo. Em relação ao Vale do Jequitinhonha, pode-se dizer que antes da introdução da cafeicultura a região era pobre e havia problemas de infra-estrutura básica. Atualmente, a cultura cafeeira promoveu o desenvolvimento sócio-econômico, existindo lá boa infra-estrutura de estradas, hotéis, escolas, comércio, hospitais, dentre outros.

Na Zona da Mata, no Sul e Oeste de Minas Gerais, a pesquisa e assistência técnica foram responsáveis pela racionalização, ou seja, pelo desenvolvimento técnico da atividade cafeeira que até então era conduzida com técnicas tradicionais.

É importante ressaltar que a cafeicultura mineira, diferentemente daquela outrora existente nos Estados de São Paulo e Paraná, não encontrou solos de elevada fertilidade para se instalar. Ao contrário, a maioria das terras destinadas à nova cafeicultura eram solos depauperados ou de baixa fertilidade natural, como os do cerrado. Por outro lado, as regiões cafeeiras de Minas Gerais, em geral, se beneficiam por não estarem tão suscetíveis à ocorrência de geadas quanto às regiões do Sul do Paraná e São Paulo. É praticamente nas regiões do cerrado mineiro que a

cafeicultura encontra séria adversidade climática causada por prolongados períodos de estiagem (veranicos), além de longos períodos de seca (abril a setembro) bem definidos. Isto promove elevado stress hídrico na planta e facilita a ocorrência de pragas como o bicho-mineiro.

Neste aspecto, salienta-se novamente a contribuição do processo de regionalização das instituições de pesquisa, bem como sua integração com a área de difusão. À medida que os estudos foram encontrando tecnologias mais adequadas a estas condições regionais (normas de correção do solo, espaçamentos e densidade de plantio mais produtivos, controle de pragas, doenças, ervas daninhas e outras), a orientação técnica para implantação das novas lavouras de café foi, divulgando estas novas tecnologias para incorporá-las ao sistema produtivo.

Assim é que a cafeicultura mineira, em grande ou maior parte, incorpora elevado nível tecnológico, gerado, em algumas regiões do Estado, concomitantemente à implantação da cultura e responsável direto pela elevada produtividade dela, bem como pela sua sobrevivência econômica, especialmente nos momentos atuais de baixos preços do produto.

#### *1.4 A Pesquisa com Café*

A cultura cafeeira no Brasil desenvolveu-se a partir de 1727, data em que o café foi introduzido no país. Já na primeira metade do século XIX, a produção brasileira representava aproximadamente 40% do abastecimento mundial e

respondia por 64% das exportações brasileiras. Entretanto, durante muito tempo, este bom desempenho apresentado pela atividade esteve associado à expansão da fronteira agrícola (PASTORE et alii, 1976b). A consciência de que o crescimento extensivo não mais poderia ser sustentado se formou apenas em meados de 1930-40, quando começaram a ficar escassas as terras virgens e férteis e a se esgotarem os solos já ocupados.

A partir daí, o futuro do setor cafeeiro e seu papel na economia nacional passaram a ser focalizados em termos de uma forte política de modernização, a qual baseava-se no desenvolvimento de uma ampla gama de pesquisas (teóricas e práticas) sobre os diversos aspectos da atividade. Historicamente, observa-se que o café foi o produto mais estudado no Brasil desde 1925-29. Todavia, a realização de pesquisas para o setor ficou concentrada, até o final dos anos 60, no Estado de São Paulo, destacando-se o Instituto Biológico de São Paulo e o Instituto Agrônomo de Campinas - IAC (MELO, 1983). O IAC, criado com o objetivo primordial de efetuar estudos relativos à cultura do café, constituiu-se em marco histórico inicial do processo de desenvolvimento tecnológico da cafeicultura, com trabalhos de elevada contribuição para a ciência e a tecnologia cafeeira do país e do mundo.

Um retrospecto das linhas de pesquisas no Brasil constata grande destaque para os estudos na área de genética e melhoramento, e de pesquisas biológicas básicas (SILVA, 1984). Este fato reflete a necessidade de gerar aqui conhecimentos que não estavam disponíveis lá fora.

MELO (1980) já havia chamado atenção para ela, afirmando não ter o café se beneficiado da importação de conhecimentos, como ocorreu para outras culturas.

Apesar de ter ocorrido contribuição significativa por parte de todas as áreas de pesquisa, grande importância deve ser atribuída às pesquisas direcionadas ao melhoramento de variedades. Uma sucessão de variedades foram desenvolvidas. Nos anos 30, temos como resultado a variedade 'Bourbon' que apresentava maior produtividade que a variedade comum. Nos anos 40, as pesquisas voltam-se para o desenvolvimento e adaptação de uma variedade mais produtiva, o Mundo Novo. Esta variedade nova é uma combinação do 'Sumatra' com o 'Bourbon' e apresentou níveis de produtividade em torno de 240% mais elevados que os da variedade tradicional. Tais pesquisas marcaram grande parte das atividades do IAC nesse período.

Como fruto da geração do 'Mundo Novo', especialmente no Estado de São Paulo, a década de 50 caracterizou-se por um intenso processo de substituição de variedades tradicionais por esta mais produtiva. No final da década, cerca de 50% dos cafeeiros plantados eram da variedade 'Mundo Novo' (SILVA, 1984).

Não obstante sua elevada produtividade, o arbusto desta variedade chega a alcançar mais de três metros de altura, com sérios inconvenientes para a colheita e tratamentos culturais. A fim de superar tal problema, na metade da década de sessenta, surge o 'Catuai', também desenvolvido pelo IAC. Esta variedade, cujos níveis de produtividade são semelhantes aos do 'Mundo Novo', tem a vantagem do porte do

arbusto ser bem menor. O "Catuai" conseguiu reunir a alta produtividade do "Mundo Novo" com o menor porte do "Caturra". Em contrapartida ao menor porte, a maturação desuniforme do "Catuai" trouxe sérias desvantagens para a colheita e seca do café, com reflexos negativos sobre a qualidade do produto.

A partir da década de setenta, as pesquisas para esta cultura passaram também a ser desenvolvidas em outros Estados. Este novo impulso à pesquisa cafeeira originou-se da necessidade de se elevar a produção de café, uma vez que desde 1963-64 ocorriam problemas de escassez de oferta como resultado dos programas de erradicação dos cafezais, desestímulos de preços e adversidades climáticas. Para reverter este quadro, era importante a criação de uma estrutura que viabilizasse o desenvolvimento de pesquisas aplicadas a cada região cafeeira. Somado a isso, o aparecimento da ferrugem nos cafezais do país e a ocupação de novas áreas com o plantio de café, em larga escala, acentuaram o problema da falta de infra-estrutura adequada para realização de pesquisas com o produto voltada para os aspectos regionais.

Diante deste quadro, o IBC diversifica suas atividades através da criação de novas estações e núcleos de pesquisa nas diferentes regiões cafeeiras, com o intuito de obter resultados prontamente aplicáveis. Foram criados novos centros regionais em Minas Gerais, Paraná, Espírito Santo, Bahia e Mato Grosso. Mediante convênios, o IBC também incentivava os trabalhos de pesquisa em outras entidades afins - instituições de pesquisas, escolas de

agronomia e secretarias de agricultura - dentro e fora de São Paulo, desempenhando o papel de interlocutor do governo federal na área de estímulo à modernização da cafeicultura. Muitos convênios foram realizados, visto que as instituições de pesquisa estaduais, como IAC, IAPAR, EPAMIG, EMCAPA e outras, ao perceberem esta nova mentalidade, partiram para programas agressivos de geração de pesquisa cafeeira, com vistas a desenvolver modelos tecnológicos de produção compatíveis com suas necessidades regionais (CNA, 1992).

A Rede Assistencial, tanto a efetuada pelo IBC quanto pela EMATER, também foi ampliada para acompanhar o aumento do setor de pesquisa. O remanejamento foi realizado de maneira a situar as sedes em áreas próprias para a cafeicultura, onde desenvolvem-se os programas de incentivo à produção e produtividade das lavouras (IBC-GERCA, 1971).

Esta nova estrutura propiciou o desenvolvimento de pesquisas de caráter extremamente aplicado, dando suporte técnico ao Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais (PRRC) e ao Plano de Controle da Ferrugem do Cafeeiro, o que promoveu o início de uma nova fase na cafeicultura brasileira, ou seja, a fase de mudança tecnológica. O ano de 1971 caracterizou-se pela efetiva implantação desta fase. Os resultados da pesquisa, obtidos em caráter regional pelas várias instituições de desenvolvimento tecnológico, foram levados ao cafeicultor pelos agentes extensionistas com o amparo financeiro do crédito rural orientado.

O PRRC foi elaborado no ano agrícola de 1970-71 pelo GERCA, através do qual orientou-se a política de estímulo à produção e racionalização da cafeicultura. O objetivo era implantar um parque cafeeiro que gerasse uma produção média anual entre 28 e 30 milhões de sacas de café, sendo possível assim atender as demandas interna e externa. O instrumento básico utilizado nos programas do PRRC era a concessão de crédito subsidiado para a obtenção de seus objetivos, com financiamento liberado mediante adoção de práticas recomendáveis de cultivo, sendo acompanhado pela assistência técnica do IBC e da EMATER. Dessa forma, ele foi importante como parte do processo de modernização da cafeicultura, na medida em que contribuiu para acelerar a difusão e adoção das novas tecnologias geradas pelos vários órgãos regionais de pesquisa.

O Programa de Controle da Ferrugem, por sua vez, elaborado no final de 1970 e início de 1971, derivou da grande preocupação que surgiu no país com o aparecimento da ferrugem, na Bahia, em 1970, visto que esta doença provocara graves prejuízos nos cafezais africanos. O objetivo deste programa era incentivar o desenvolvimento de pesquisas práticas de combate à ferrugem, procurando a recomendação adequada ao seu controle.

O Programa de Combate à Ferrugem foi suprimido em 1974. Todavia, o combate à doença continuou, sendo fortemente favorecido pelo PRRC. Neste ponto, é interessante destacar que este programa, aliado ao auxílio prestado aos cafezais atingidos pelas geadas, contribuíram para a continuação do PRRC na segunda metade dos anos 70.

Sua extinção em 1981 baseou-se na convicção de já se haver criado um parque cafeeiro suficiente para garantir uma produção compatível com a demanda.

No Estado de Minas Gerais, as instituições responsáveis pela pesquisa cafeeira são a EPAMIG, UFV e ESAL que, em conjunto, formam o Sistema Estadual de Pesquisas Agropecuárias, instituído a partir de 1970. Até 1990, o Estado contava também com as sedes regionais de pesquisa do ex-IBC. No que se refere à assistência técnica, tem-se a atuação da EMATER e havia a do extinto IBC.

Um levantamento com base no número de trabalhos apresentados nos congressos brasileiros sobre pesquisas cafeeiras mostra que durante a década de setenta, Minas Gerais foi responsável por 43,5% do total destas pesquisas, sendo a maior parte realizada pelo Sistema Estadual de Pesquisas Agropecuárias.

Dentre os principais resultados de pesquisa que se destacaram entre 1970-80 em Minas Gerais, ressalta-se o desenvolvimento de métodos eficientes e altamente econômicos para o controle químico das pragas (bicho mineiro, broca do café, ácaros, cigarras, cochonilhas) e doenças (ferrugem, cercosporiose, phoma) que atacam os cafezais, aliado a estudos sobre o controle biológico da broca do café e estudos de predadores e parasitas do bicho mineiro. Cabe destacar que, segundo MATIELLO e CARVALHO (1980), o bicho mineiro e os ácaros podem responder por uma quebra na produção da ordem de 40%.

De suma importância também foram os estudos sobre adubação (com determinação de níveis ótimos e épocas de

adubação com macro e micronutrientes) e correção do solo (calagem e gessagem), que permitiram a permanência da cultura em solos depauperados e a expansão dos cafezais em áreas pouco férteis, como o cerrado. Para isso também contribuíram a eleição de práticas de conservação do solo apropriadas às diversas condições de solo e topografia nas áreas cafeeiras; adequação de espaçamentos para mecanização e elevação do rendimento por área; recomendações de herbicidas e outras medidas para controle racional de ervas daninhas, e o desenvolvimento de sistemas de podas adequadas à recuperação de cafezais fechados ou atingidos por geadas.

As pesquisas de zoneamento foram muito importantes. Com elas as áreas cafeeiras selecionadas foram mapeadas, com definições macroclimáticas e caracterização através de fotointerpretação, o que permitiu o planejamento racional da localização das lavouras de café visando maior produtividade e sua inserção em áreas antes inexploradas, como o cerrado. Assim, tais pesquisas serviram de base para o Programa de Financiamento ao Plantio Orientado.

Ressaltam-se também os estudos sobre a fisiologia do crescimento, parte aérea e sistema radicular, florescimento e frutificação, bem como a seleção de linhagens de 'Catuai' e 'Mundo Novo' de maior adaptação às condições regionais. Na área de colheita, armazenagem e processamento, determinaram-se as condições ótimas de armazenagem para garantir a qualidade do café a nível de propriedade e de grandes armazéns, além do desenvolvimento de processos de preparo pós-colheita por via úmida e seca.

Para acompanhar as transformações que tais resultados de pesquisas promoveram na cafeicultura mineira, foram desenvolvidos trabalhos econômicos com intuito de diagnosticar os níveis de tecnificação da atividade durante estas duas décadas com levantamentos dos níveis de produção, preço, estoques, mercado mundial, custos, rendas e outros. Complementarmente, foram realizados estudos enfocando os efeitos das políticas referentes ao setor café, bem como daquelas que indiretamente afetam esta atividade. De forma geral, estes estudos sócio-econômicos permitiram não só acompanhar as mudanças processadas na cafeicultura mineira, como também qualificá-las e quantificá-las.

### *1.5. O Problema e Sua Importância*

É reconhecido mundialmente que a atividade de geração de pesquisas constitui-se em uma das mais importantes fontes de desenvolvimento (SILVA et alii, 1979). Vários são os estudos que demonstram as altas taxas de retorno apropriadas pelos investimentos em tal atividade.

Não obstante, dada a escassez de recursos públicos, especialmente nos países menos desenvolvidos, faz-se necessário avaliar os projetos de alocação de recursos em geração e difusão de tecnologias, quantificando os custos incorridos e os benefícios advindos desse processo em termos de sua eficiência econômica e equidade social. A eficiência relaciona-se com a magnitude da taxa de retorno

do investimento, e a equidade envolve a questão de quem se apropria dos benefícios (ou perdas) desse investimento. Nesse sentido, observa-se que tanto o investimento em pesquisa e extensão agropecuária, como sua avaliação são de grande relevância. Ela fornece a base para tornar mais eficiente o processo de alocação de recursos, na medida que dá um indicativo dos benefícios dessa política, assim como possibilita uma melhor compreensão do processo tecnológico como fator econômico e endógeno ao funcionamento da economia e da sociedade.

Para Minas Gerais, tal estudo seria importante uma vez que, no Estado, poucos são os trabalhos relacionados com avaliação de investimentos em pesquisa e assistência técnica e nenhum deles refere-se à cultura cafeeira. A análise de rentabilidade dessas aplicações seria relevante, mediante o significativo volume de recursos públicos direcionados para esta área no Estado, especialmente a partir dos anos 70 do atual século, além de ser o café um dos principais produtos agrícolas mineiros. De forma geral, sabe-se que as tecnologias geradas, aliadas à sua divulgação (principalmente através do PRRC implementado em 1970 pelo GERCA), tiveram grande influência na expansão e racionalização da cafeicultura no Estado, conferindo-lhe significativos ganhos de produtividade e contribuindo para a hegemonia de sua produção em relação à nacional a partir dos anos 80. Os resultados de pesquisas permitiram também a instalação da cafeicultura em áreas muito pouco utilizáveis, ainda que inseridas em regiões cafeeiras.

Assim, se por um lado reconhece-se este crescimento e transformação da produção de café propiciado pelo desenvolvimento de novas técnicas e sua difusão, por outro lado não se tem conhecimento da magnitude dos benefícios ganhos pela sociedade oriundos desse processo. Esses dados serviriam de base para justificar a decisão política outrora tomada de concessão de recursos para o desenvolvimento da cafeicultura no Estado, na medida em que estimasse sua rentabilidade.

A princípio espera-se que a demanda por pesquisa agrícola cresça à medida que o setor agropecuário se moderniza. Nesse sentido, pressupondo-se uma demanda crescente por pesquisa agrícola, resta saber qual tem sido a eficiência alocativa dos recursos disponíveis para este tipo de pesquisa e em que níveis se apresentam as taxas de retornos a tais investimentos.

### *1.6. Objetivos*

O trabalho procura analisar a eficiência alocativa dos recursos públicos aplicados em pesquisa e extensão rural. Neste intuito, focaliza-se o programa de pesquisa e difusão desenvolvido pelo Sistema Estadual de Pesquisa de Minas Gerais (EPAMIG, UFV E ESAL) para a cultura do café, bem como o esforço realizado pelo IBC e pela EMATER no Estado. Neste contexto, o objetivo geral deste trabalho é mostrar os retornos advindos deste processo de alocação de recursos públicos em pesquisa e assistência técnica no Estado de Minas Gerais para a cafeicultura.

Os objetivos específicos são:

- a) levantar os custos da geração de pesquisas e da assistência técnica,
- b) estimar os benefícios da adoção de novas tecnologias e sua distribuição entre produtores e consumidores,
- c) estimar a taxa interna de retorno aos investimentos realizados, comparando-se custos e benefícios.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1 *Modelo Conceitual*

Basicamente, dois enfoques diferentes têm sido usados para medir os benefícios da pesquisa. O primeiro pode ser descrito como o enfoque da função de produção e envolve estimativas da produtividade marginal da pesquisa. Como o estudo realizado por GRILICHES (1964) e EVENSON (1967). O segundo método usa a técnica de análise de custo-benefício e mede a produtividade média da pesquisa. Uma parte importante deste enfoque é a estimativa do excedente econômico resultante do deslocamento da curva de oferta de longo prazo, em virtude da adoção das novas tecnologias. PETERSON (1967), AYER e SCHUH (1972), AKINO e HAYAMI (1975), MONTEIRO (1975), FONSECA (1976) e SCOBIE e POSADA (1978), dentre outros autores, adotaram esta metodologia.

Mesmo reconhecendo as possíveis falhas inerentes a este procedimento, o trabalho segue a convenção de estudos

anteriores de avaliação da pesquisa e utiliza seus conceitos de excedente do consumidor e excedente do produtor. A deficiência observada ao se utilizar o conceito do excedente do produtor-consumidor é devida, em parte, por ignorar-se o efeito-renda na mudança do preço. Este defeito é provavelmente pequeno, desde que o gasto com o produto corresponda a pequena parte da renda.

Assim, para estimar os retornos sociais em pesquisa e assistência técnica, faz-se necessário medir as variações no excedente dos consumidores, no excedente dos produtores e no excedente econômico resultantes do deslocamento da curva de oferta. A análise considera que os benefícios sociais correspondem às perdas ou aos ganhos nos excedentes derivados dos que teriam ocorrido caso não houvesse a pesquisa.

Este enfoque baseia-se na análise marginal de Marshall (CURRIE et alii, 1971). As premissas básicas da análise são que a curva de demanda reflete a utilidade marginal do produto e que a curva de oferta reflete o custo de oportunidade marginal dos recursos utilizados no processo de produção.

Na Figura 1,  $D_c$  e  $S_o$  representam, respectivamente, as curvas de demanda e oferta. A área  $DQ_0BD$  representa a utilidade total de usar a quantidade  $Q_0$ , e a área  $Q_0O_0B$  representa o custo total de produzir tal quantidade. Assim, o excedente social de produzir  $Q_0$  será a área  $OBD$  (utilidade menos o custo).

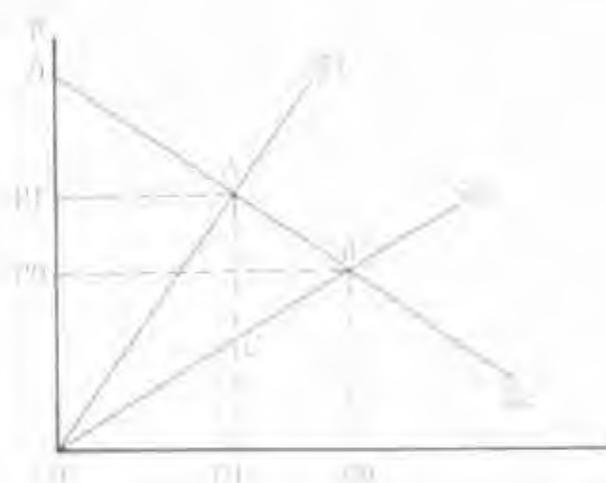


FIGURA 1 - Excedente Econômico.

Admitindo ser  $S_2$  a curva de oferta com adoção de novas tecnologias,  $S_1$  representa então a curva de oferta caso as tecnologias não estivessem disponíveis. Deste modo, a área  $OQ_1AD$  representa a utilidade total decorrente do consumo de  $OQ_1$  e a área  $OQ_1C$  representa o custo total da produção desta quantidade. O excedente social será a área  $Q_1AD$ .

Neste contexto, a diferença entre os excedentes sociais com tecnologia ( $OBD$ ) e sem tecnologia ( $OAD$ ) resulta na área  $OAB$ . Esta área representa a perda para a sociedade caso a tecnologia desaparecesse, resultando do somatório de dois tipos de perdas.

Primeiro, para produzir  $OQ_1$  mais recursos são necessários (área  $OQ_1A$ ) do que para produzir com as novas tecnologias ( $OQ_1C$ ). Assim, a diferença destas áreas nos dá uma perda social igual a área  $OCA$ . Em segundo lugar, o desaparecimento da tecnologia resulta num decréscimo da

utilidade total representado pela área  $Q_0BAQ_1$ . Com o uso da tecnologia, a utilidade era dada por  $DQ_0BD$  e sem tecnologia, por  $DQ_1AD$ . Entretanto, alguns recursos são poupados, ao se produzir  $Q_1$  em lugar de  $Q_0$ . Para se produzir  $Q_0$  são utilizados recursos dados pela área  $DQ_0B$  e para produzir  $Q_1$ , pela área  $DQ_1C$ . Os recursos poupados são dados por:

$$DQ_0B - DQ_1C = Q_1Q_0BC$$

Neste sentido, a redução da produção de  $Q_0$  para  $Q_1$  ocasiona uma perda líquida para sociedade de

$$Q_0BAQ_1 - Q_1Q_0BC = BAC$$

Dentro deste quadro, podemos observar que a perda líquida para a sociedade, caso a tecnologia desaparecesse, seria igual a área

$$DCA + BAC = QBA$$

Considerando-se o caso inverso, a área  $QBA$  representaria o benefício social da utilização das novas tecnologias.

O benefício social pode-se dividir em excedente do consumidor e excedente do produtor. A fim de promover um melhor entendimento desta análise, serão apresentados, separadamente, tais conceitos.

### *Excedente do Consumidor*

Para interpretação do conceito do excedente do consumidor é necessária uma inversão da direção causal, normalmente admitida na análise da curva de demanda. Ao invés de seguir o caminho horizontal, ou seja, partir de um preço dado e chegar ao volume máximo que os consumidores estarão dispostos a comprar aquele preço, percorre-se agora o caminho vertical. Em outras palavras, partindo-se de um volume dado do bem oferecido no mercado, o ponto correspondente na curva de demanda indica o preço máximo que os consumidores dispõem a pagar pela última unidade daquele volume.

O conceito de excedente do consumidor foi introduzido por Dupuit em 1844. Por outro lado, foi Marshall o responsável pela divulgação deste conceito e Hicks, em 1940, o ampliou (CURRIE et alii, 1971).

Alfred Marshall define de forma simples o excedente do consumidor como sendo a quantidade máxima que o consumidor estaria disposto a pagar por um dado volume do bem, menos a quantia que ele realmente paga (MISHAN, 1975).

Sendo um somatório horizontal de todas as curvas individuais de demanda, a curva de demanda de mercado pode ser considerada como a curva de avaliação marginal da sociedade (Figura 2). Por exemplo, a altura  $OQ$ , que corresponde à produção  $OQ$ , mostra o preço máximo que algum membro da sociedade estará disposto a pagar pela unidade de número  $Q$  do produto. Se for comprada esta quantidade  $OQ$ , seu valor máximo para a sociedade será dado pela área  $ODAQ$ . Por outro lado, a quantidade  $OQ$  é comprada no mercado ao



sombreada P1PAB. Esse incremento do excedente pode ser dividido em duas partes. A primeira é o componente de economia de gastos, o retângulo P1PAC, que é calculado com diminuição do preço do produto, P1, versus a quantidade inicial consumida, OQ. O outro componente, representado pelo triângulo ABC, é o excedente do consumidor, realizado com a compra de quantidades adicionais do produto, OQ1. A faixa PABP1 pode ser interpretada como a soma monetária máxima que a sociedade ofereceria para que o preço caísse de OP para O1P1.

Num sistema de equilíbrio geral, pode-se deduzir que o volume comprado de um produto X depende, em geral, além de seu próprio preço, dos preços de outros produtos. Poderíamos estimar a função de demanda  $X = F(P_x, P_y, P_z, M)$ , onde X é o volume máximo procurado do produto X, enquanto  $P_x, P_y, P_z$  são, respectivamente, os preços dos produtos X, Y e Z, sendo M a renda real agregada. Os produtos Y e Z poderiam ser escolhidos como substitutos próximos de X, ou complementares. Entretanto, nas estimativas estatísticas da curva de demanda do produto X, essa relação apresenta-se muito mais restritiva. Em qualquer estimativa, a cláusula "ceteris paribus" atuará no sentido de manter constantes as variáveis, com exceção de  $P_x$ , incluídas na função F. Todas as variáveis que não estão incluídas nesta função, são, por hipótese, pelo menos provisoriamente, mantidas constantes.

A pressuposição de que o consumo dos demais produtos não se altera, com efeito, é utilizada quando se tenta medir o excedente pela diferença entre o que o consumidor

gastaria, na hipótese tudo ou nada, e o que gasta efetivamente. Esta análise de Marshall para dedução do excedente do consumidor apóia-se na hipótese da constância da utilidade marginal da moeda. Todavia, como coloca SIMONSEN (1983), com esta hipótese, não só se torna mais difícil medir o excedente do consumidor, mas o próprio conceito perde quase todo seu sentido. Por outro lado, se se admitisse variar a utilidade marginal da moeda, a hipótese de constância no consumo dos demais produtos seria insustentável.

Neste contexto, apesar de bastante comum o procedimento com a cláusula "ceteris paribus", existe uma controvérsia a respeito do termo renda. Esta controvérsia foi iniciada por Friedman, em 1949 (MISHAN, 1975). Se a renda monetária é mantida constante, qualquer baixa no preço de X eleva o valor real da renda monetária inalterada e, se o efeito-renda sobre X for positivo, têm-se como resultado aumentos adicionais no volume adquirido de X e, provavelmente, variações nos volumes adquiridos de outros bens. A curva de demanda resultante é uma combinação de efeito-substituição e efeito-renda (demanda ordinária). Por outro lado, se a renda real agregada é mantida constante ao se construir uma curva de demanda "ceteris paribus", teremos uma curva que sintetiza o efeito-substituição puro de, por exemplo, um declínio de preço. Não são incluídos efeitos-renda, e a medida do excedente do consumidor assim derivada será conceitualmente correta. Em outras palavras, o deslocamento ao longo de uma curva de demanda para a qual

a renda real é constante, implica em bem-estar inalterado (demanda compensada).

Dentro deste quadro, deve-se usar a curva de demanda compensada de Hicks. Esta curva mostra a quantidade demandada de X pelo consumidor a cada preço, sendo sua renda ajustada de tal forma que ele permaneça na mesma curva de indiferença que estava antes de qualquer variação de preço. À medida que nos movemos ao longo desta curva, cada vez que aumentamos o preço, compensamos o consumidor e cada vez que reduzimos o preço, tiramos alguma renda. Assim, a idéia básica do excedente do consumidor pode ser derivada diretamente de características da curva de demanda compensada. Esta função é freqüentemente denominada "função de vontade de pagar". A idéia é que os pontos ao longo dessa curva contam o preço máximo que um consumidor está querendo pagar para cada unidade adicional do produto.

Se utilizarmos, no caso de bens normais, a demanda ordinária de Marshall para cálculo do excedente do consumidor, em lugar da demanda compensada, consistentemente os ganhos serão superestimados, se o preço cair, e as perdas subestimadas, se o preço subir. No caso de bens inferiores, ocorre o inverso. Esta diferença no cálculo do excedente acontece devido ao efeito-renda.

Na prática, a curva de demanda de mercado de Marshall é utilizada para estimar mudanças no excedente do consumidor. Ao se medir este excedente ao longo da curva de demanda marshalliana, implicitamente fazem-se as pressuposições que todos os consumidores têm utilidades marginais de renda constantes e iguais. Em outras palavras,

Não se considera o efeito-renda, e a curva de demanda ordinária coincide com a curva de demanda compensada, uma vez que esta última indica efeito-substituição para uma variação no preço e a primeira reflete tanto o efeito-substituição quanto o efeito-renda. Assim, a medida de Hicks coincide com a de Marshall.

Segundo Bigman e Shalit, citados por VOON e EDWARDS (1991), tal pressuposição geralmente é considerada adequada, uma vez que o efeito-renda causado pela mudança no preço do produto é provavelmente pequeno, desde que o gasto do consumidor com este bem em particular corresponda a uma fração muito pequena de sua renda.

#### *Excedente do Produtor*

O conceito do excedente do produtor foi introduzido por Marshall, a fim de formalizar a noção de que tanto um vendedor como um comprador podem receber alguma espécie de excedente em uma transação. No momento em que a venda do produto se realiza, o produtor, geralmente recebe uma utilidade maior do que aquela que a mercadoria possui. Assim, ele recebe um excedente, representado por esta utilidade a mais.

Segundo CURRIE et alii (1971), Marshall usou este termo para dar ênfase à simetria deste conceito com o do excedente do consumidor. O excedente do produtor estaria representado pela área entre o preço de equilíbrio competitivo e a curva de oferta, uma curva de inclinação ascendente como resultado da situação das firmas em ordem decrescente de eficiência (MISHAN, 1968).

O excedente do produtor é dado pela diferença entre o que é recebida da venda do produto e o total mínimo requerido para induzir o vendedor a desfazer-se do produto. Considerando-se a oferta como o local de menores preços aos quais um determinado produto seria vendido, o excedente do produtor é a área (1) entre o preço  $P_0$  e a curva de oferta  $S_0$ . Ao se deslocar a oferta de  $S_0$  para  $S_1$ , o excedente do produtor aumenta o equivalente à área (2+3) da Figura 3.

Desta forma, temos que o excedente do produtor se refere à diferença entre a receita bruta (quantidade produzida multiplicada pelo preço do produto) e o custo de produzir dado produto. Na Figura 4, considerando-se o deslocamento da oferta, em virtude da adoção de novas tecnologias, a receita bruta se deslocaria de  $OQ_0CP_0$  para  $OQ_1BP_1$  e o custo, de  $OQ_0CA_0$  para  $OQ_1BA_1$ . O excedente do produtor passaria de  $A_0CP_0$  ( $OQ_0CP_0 - OQ_0CA_0$ ) para  $A_1BP_1$  ( $OQ_1BP_1 - OQ_1BA_1$ ). Em tal caso, não é fácil dizer se o excedente aumentou ou diminuiu. Isto depende das elasticidades de oferta e demanda e da forma como o deslocamento ocorre. Somado a isso, a magnitude da variação no excedente do produtor também depende da magnitude do deslocamento da oferta.

A aplicação do conceito de excedente do produtor gerou uma série de confusões. Marshall não definiu bem a quem se refere o termo "produtor". Neste sentido, ele pode ser interpretado de duas formas, as quais têm sido cuidadosamente diferenciadas na literatura. A primeira interpretação é aquela que entende "produtor" como os proprietários das firmas. A segunda considera que o termo

se refere aos donos dos fatores de produção. Esta última é aceita pela maior parte dos autores.

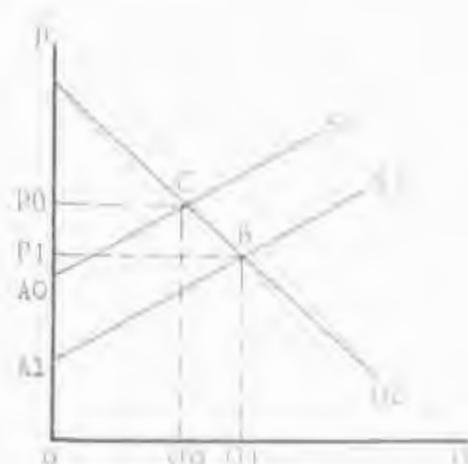


FIGURA 3 - Visualização do Excedente do Produtor.

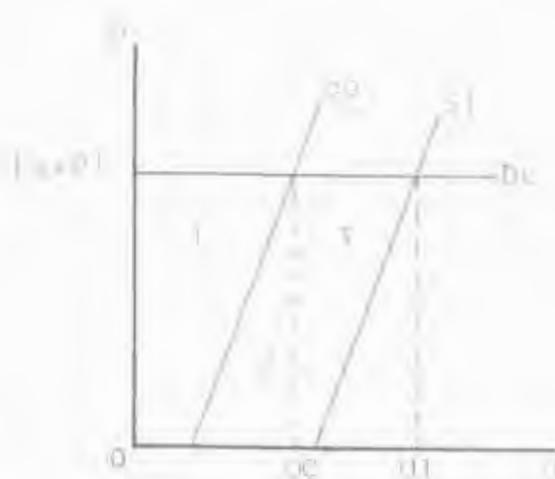


FIGURA 4 - Excedente do Produtor.

Mediante a possibilidade de duas interpretações, dificulta-se a escolha do procedimento para medi-lo. A medida tradicional do excedente do produtor é a área acima da curva de oferta e abaixo da linha de preço. Assim, uma importante consideração é saber o que esta área realmente mede.

No curto prazo, para uma firma em competição perfeita, a área acima da curva de oferta e abaixo da linha de preço fornece uma medida do excesso da receita bruta em relação ao custo, desde que a curva de oferta da firma no curto prazo coincida com a curva de custo marginal de curto prazo. Para a indústria, nas mesmas condições, a área é uma medida do excedente agregado para os proprietários das

firmas, desde que os preços de todos os fatores variáveis de produção sejam constantes (ou seja, assumindo como perfeitamente elástica suas curvas de oferta para a indústria em questão). Neste caso, a medida do excedente do produtor é consistente com a primeira interpretação.

Para uma firma em competição perfeita no longo prazo, tem-se que o custo total é igual à receita total, não havendo, portanto, excedente, caso o conceito se refira aos proprietários das firmas. Desta forma, a área acima da curva de oferta e abaixo da linha de preço nada garante sobre a prosperidade dos proprietários das firmas. Para a indústria que atua em regime de competição perfeita no equilíbrio de longo prazo, a curva de oferta é, com base na teoria tradicional, um local de custo médio mínimo para indústria. Sabendo-se que o custo médio relaciona-se com a remuneração dos fatores de produção, um excedente poderá estar aí incluído. Neste caso, a curva de custo marginal coincide com a curva de custo médio mínimo da indústria. Assim, para se aceitar que a área entre as curvas de ofertas de longo prazo e a linha de preço em regime de competição perfeita é do excedente do produtor, tem-se de aceitar que o conceito refere-se à remuneração dos fatores de produção.

Na indústria em competição imperfeita, as firmas podem obter excedentes tanto no curto como no longo prazos.

Dentro deste quadro, observa-se a necessidade de se ter a estimativa da curva de demanda e das curvas de ofertas. Se tivéssemos o conhecimento empírico destas curvas, o excedente econômico e sua distribuição seriam

facilmente encontrados. Entretanto, ocorre que, no mercado, ao longo do tempo, a função de demanda e a função de oferta deslocam-se mediante conjunturas econômicas diferentes e, em relação à oferta, seu deslocamento para a direita acontece, em grande parte, como resultado da adoção de novas tecnologias.

Alguns pesquisadores que estudaram este assunto, buscaram amenizar esta situação, fazendo algumas pressuposições sobre a forma e a magnitude do deslocamento da oferta, como pode ser observado na revisão de literatura (Apêndice A)

Mais recentemente, LINDNER e JARRETT (1978) deram uma importante contribuição para a utilização destes modelos, enfatizando a importância do tipo de deslocamento que ocorre com a oferta, em consequência da adoção de nova tecnologia. Colocam que, na maior parte dos estudos, o tipo de deslocamento é determinado segundo a especificação da forma matemática da curva, não sendo realizadas análises mais profundas relacionadas aos efeitos da adoção da nova tecnologia estudada. Neste sentido, eles demonstraram que a natureza do deslocamento na curva de oferta é a chave para determinar o nível do benefício total da pesquisa agrícola. Assim, eles tentam fazer generalizações, enquanto possíveis, relacionando o tipo de inovação (biológica, química, mecânica e organizacional) e o deslocamento resultante da adoção desta tecnologia. Eles consideraram que algumas inovações tendem a gerar deslocamentos da oferta divergente e outras convergentes, sendo possível também ocorrerem deslocamentos paralelos. Seus argumentos

se baseiam na premissa de que os vários tipos de inovações afetam de forma diferente os custos médios das firmas com diferentes níveis de eficiência. Por outro lado, os próprios autores reconhecem a complexidade de especificar "a priori", a natureza do deslocamento da curva de oferta. Assim, o trabalho busca fazer uma sugestão preliminar dos fatores que podem direcionar a determinados tipos particulares de deslocamento.

Em que pese tais considerações, os autores cometeram erros ao medir a área do benefício total, os quais invalidam boa parte de suas descobertas. Um dos erros refere-se ao fato de que as equações de Lindner e Jarrett se aplicam somente quando as curvas de oferta e demanda são lineares. Quando foram calcular o preço e quantidade de equilíbrio de pós-inovação ( $P_1$  e  $Q_1$ ), a partir do preço e quantidade de equilíbrio de pré-inovação ( $P_0$  e  $Q_0$ ), usaram o valor da elasticidade local no ponto de equilíbrio de pré-inovação ( $M_0$ ), violando a pressuposição de linearidade (Figura 5) (NORTON e DAVIS, 1981)

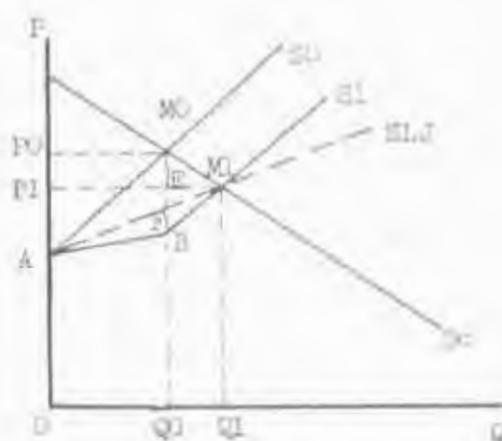


FIGURA 5 - Dobra na Curva de Oferta

Neste sentido, ROSE (1980) e WISE e FELL (1980) sugerem a inclusão de um desdobramento (ponto B) na curva de oferta de pós-inovação (S1), a partir do ponto de equilíbrio de pré-inovação (M0), a fim de contornar este problema, dado que o ponto B não pode estar na linha reta unindo A e M1. Assim, a partir deste ponto, o segmento BM1 da curva S1 será paralelo à curva S0. Lindner e Jarret não consideraram este desdobramento (GLJ) para calcular a área do benefício total, excluindo deste a área ABM1F, o que contribui para estimativas incorretas.

Dentro deste contexto, Rose coloca que apesar de os autores chamarem atenção para a influência do tipo de deslocamento sobre o valor do benefício, as fórmulas derivadas por eles acabam por não captarem realmente as diferenças existentes, na medida em que não consideram as variações de M0B. Desta forma, Rose propõe calcular a área ABM0 e BM1M0 da Figura 5 para estimar a mudança no benefício total (área ABM1M0).

De forma geral, pode-se observar que os fatores que mais afetam a medida do excedente são:

- a) natureza do deslocamento da oferta;
- b) a forma de medir o deslocamento;
- c) a especificação das curvas de oferta e demanda;
- d) as elasticidades de oferta e demanda.

No que se refere à natureza do deslocamento, NORTON et alii (1987) colocam que os benefícios dos produtores são muito sensíveis a esta pressuposição, mas o ganho dos consumidores não se altera entre um deslocamento pivotal

versus paralelo. NORTON e DAVIS (1981) observam que o deslocamento divergente resulta em menores benefícios para produtores do que os deslocamentos paralelo ou convergente. DUNCAN e TISBELL (1971) mostraram que os retornos para produtores foram negativos, quando a pesquisa promoveu um deslocamento divergente na curva de oferta, para uma demanda inelástica.

A menor elasticidade na curva de demanda realmente tende a promover uma perda maior para produtores. Somado a isso, se a elasticidade da oferta for muito maior que a da demanda, os consumidores poderão ficar com uma parte maior dos benefícios em detrimento dos produtores. Assim, a distribuição dos benefícios também é sensível às elasticidades, com altas elasticidades beneficiando mais os produtores relativamente aos consumidores (NORTON et alii, 1987).

Por outro lado, no estudo de VOON e EDWARDS (1991), que compara as diferenças nos benefícios advindos de diferentes suposições sobre a especificação das curvas de oferta e demanda, observa-se que a área do benefício total foi insensível à elasticidade de demanda, bem como à pressuposição sobre a forma da curva de demanda. Em relação à elasticidade da oferta, quanto menor seu valor, maiores as diferenças nos benefícios entre as pressuposições de linearidade ou elasticidade constante e, quando seu valor é igual à unidade, as diferenças são muito pequenas. De maneira geral, os autores concluíram que, com uma oferta elástica e deslocamento pivotal, os valores dos benefícios totais serão menores para a pressuposição de linearidade da

que os obtidos com oferta não-linear; os ganhos dos consumidores são iguais para todos os casos e os ganhos dos Produtores aumentam com aumentos na elasticidade de demanda e diminuem com aumentos da elasticidade de oferta.

## *2.2 Procedimentos*

Utilizar-se-á o modelo que permite avaliar os retornos econômicos dos investimentos públicos em pesquisa e assistência técnica, estimando-se a taxa interna de retorno. Esta representa o valor da taxa de juros que torna o valor atual do benefício líquido igual a zero. Os principais elementos necessários para se calcular a taxa de retorno são os custos (ou investimentos) e os benefícios advindos do processo de geração e difusão tecnológica, sendo importante para estimativa deste último as elasticidades-preço da demanda e da oferta de café e o deslocamento da oferta de café, devido à adoção de novas tecnologias.

As elasticidades-preço da oferta e demanda são calculadas, no presente estudo, através da estimação das equações de oferta e demanda. A equação de oferta baseia-se no modelo de defasagens distribuídas de NERLOVE (1956), enquanto para a equação de demanda propõe-se o modelo de defasagens de KOYCK (1954).

### 2.2.1. Modelo de Defasagens Distribuídas

A teoria de retardamentos distribuídos tem por base o princípio de que a dependência, entre variáveis endógenas, raramente se manifesta de forma total e imediata, sobretudo, dada a necessidade de tempo na tomada de decisões econômicas (VILAS, 1973). Sua utilização em análises empíricas é relativamente antiga e os modelos idealizados por Koyck e Nerlove têm alcançado resultados bastante apreciáveis (PASTORE, 1973).

#### 2.2.1.1. Estimativa da Oferta

O modelo de NERLOVE (1954) de ajustamento parcial admite que para cada alteração de preços relativos seja possível definir duas alterações de oferta. Uma alteração de longo prazo, que consiste na variação da produção desejada pelos agricultores, quando já tiver ocorrido um determinado período de tempo suficientemente longo para que os fatores de produção possam ser redistribuídos entre as utilizações alternativas, e uma alteração de curto prazo, que é a que se verifica no período imediatamente posterior à variação dos preços.

Neste contexto, o modelo admite simultaneamente as hipóteses de expectativas estáticas, onde os preços esperados em  $t$  são iguais aos preços verificados em  $t-1$ , mas introduz explicitamente a hipótese de ajustamento parcial da oferta, ou seja, de que a resposta da oferta a uma variação de preços relativos não esgota dentro de um período apenas.

Este processo pode ser ilustrado pela Figura 6. Quando o preço variar de  $P_1$  para  $P_2$  no longo prazo, ou seja, se for dado tempo suficiente induzir-se-á um aumento da quantidade ofertada de  $Q_1^*$  para  $Q_2^*$ . Entretanto, no curto prazo, a mudança é apenas até  $Q_2$ . Caso depois que  $Q_2^*$  for alcançado (no longo prazo) o preço voltar de  $P_2$  para  $P_1$  no curto prazo, volta-se ao ponto  $Q_1$  e não  $Q_1^*$ , de modo que  $S_{lp}$  é a curva apropriada para representar o longo prazo.



FIGURA 6 - Efeitos de Variações de Preços na Oferta de Curto e Longo Prazos

O mecanismo proposto por Nerlove consiste em pressupor que os produtores agem no sentido de eliminar o desequilíbrio existente entre a produção atual e a desejada no longo prazo, mas não o fazem de uma só vez. O ajustamento realizado entre o período  $t$  e o período  $t-1$  é proporcional ao ajustamento total desejado no longo prazo, isto é:

$$Q_t - Q_{t-1} = b (Q_t^* - Q_{t-1}), \quad 0 < b < 1 \quad (1)$$

$$Q_t = bQ_t^* + (1 - b) Q_{t-1} + e_{t1} \quad (2)$$

onde  $Q_t$  é a quantidade produzida no período corrente,  $Q_{t-1}$  é a produção que se obteve no ano anterior,  $Q_t^*$  é a produção de longo prazo e  $b$  é a elasticidade de ajustamento ou coeficiente de ajustamento da produção (dependendo se a produção está expressa em logaritmo ou não) que representa a parcela de desequilíbrio entre a produção atual e a planejada a longo prazo.

Assumindo-se que os produtores baseiam seus planos de produção a longo prazo no fluxo de informações passadas, com a do ano anterior tendo maior peso, pode-se representar a equação de oferta de longo prazo da seguinte forma:

$$Q_t^* = a_0 + a_1 P_{t-1} + e_{t2} \quad (3)$$

onde  $Q_t^*$  é a quantidade produzida desejada a longo prazo;  $a_1$  são parâmetros do modelo ( $i = 0, 1$ ),  $P_{t-1}$  é o preço do produto defasado de 1 ano; e  $e_{t2}$  é o componente de erro aleatório.

Dado que a equação (3) não pode ser estimada, uma vez que contém uma variável não observável, obtém-se uma equação (4) para a produção do ano em curso, da qual são derivadas elasticidades de curto prazo diretamente, e de longo prazo, indiretamente. Para tanto, substitui-se a equação (3) em (2):

$$Q_t = ba_0 + ba_1 P_{t-1} + (1 - b) Q_{t-1} + (e_{t1} + be_{t2}) \quad (4)$$

que representa uma relação entre as variáveis observáveis, podendo ser simplificada à forma estimativa da equação (5)

$$Q_t = c_0 + c_1 P_{t-1} + c_2 (Q_{t-1}) + u_t \quad (5)$$

O coeficiente de ajustamento  $b$  determina a relação entre as elasticidades de curto e longo prazos e pode ser obtido subtraindo-se da unidade o coeficiente da variável dependente retardada  $(Q_{t-1})$ , que foi estimado estatisticamente na equação (4). A magnitude do valor de  $b$  determina a menor ou maior velocidade de ajustamento em que a produção se aproxima do seu equilíbrio de longo prazo. No caso particular em que  $b=1$ , o ajustamento é instantâneo, isto é, verificarse integralmente dentro de um ano, e as ofertas de curto e longo prazo coincidem.

As estimativas para a equação de oferta a longo prazo são obtidas dividindo-se os coeficientes das variáveis explicativas a curto prazo ( $c_i$ ) pelo coeficiente de ajustamento ( $b$ ):

$$c_0 = ba_0, \quad c_1 = ba_1,$$

$$c_2 = 1-b \Rightarrow b = 1 - c_2$$

$$u_t = e_{t1} + be_{t2}$$

Assim, obtêm-se:

$$a_0 = c_0/1-c_2, \quad a_1 = c_1/1-c_2$$

sendo  $a_i$  ( $i = 0,1$ ) os parâmetros de longo prazo.

Deve-se ressaltar que o efeito de longo prazo dado por estas elasticidades somente será observado se for dado tempo suficiente para que todos os ajustes sejam feitos, considerando-se as demais variáveis constantes.

Estas defasagens no ajustamento decorrem, basicamente, de: (a) retardamento psicológico, que representa as questões referentes a hábitos, aversão ao risco, incertezas e outras relativas à condição humana do produtor, (b) retardamento econômico, relativo ao tempo necessário para que a firma se adapte à nova situação, realocando seus recursos, (c) retardamento biológico ou físico, referente ao próprio ciclo de vida das culturas, e (d) retardamentos institucionais, que dizem respeito às imperfeições do mercado, com deficiência de informações, transporte e outros que normalmente acabam por atrasar os ajustamentos (NERLOVE, 1958).

Os pressupostos inerentes ao modelo de defasagens são basicamente: (1) somente no longo prazo o nível desejado de produção é igual ao nível observado; (2) as variações em preços podem não ser permanentes; (3) os ajustamentos de produção são providos de custos e levam algum tempo, sendo que o pleno ajustamento leva mais que um período para se realizar; (4) "ceteris paribus", a variação observada na produção é proporcional à diferença entre o nível desejado e o nível previamente alcançado; (5) os produtores baseiam seus planos de produção nos preços da safra anterior; e (6) os produtores possuem expectativas estáticas, ou seja, acreditam que os preços correntes prevalecerão no futuro (NERLOVE, 1956).

No caso do café, a curva de oferta de curto prazo ficaria então especificada da seguinte maneira:

$$Q_t = c_0 + c_1 PM_{t-1} + c_2 PF_{t-1} + c_3 SP_t + c_4 CR_{t-4} + c_5 VP_t + c_6 Q_{t-1} + u_t \quad (2)$$

onde  $Q_t$  é a produção de café em Minas Gerais,  $c_i$  são parâmetros do modelo ( $i = 1, 2, 3, 4, 5, 6$ );  $PM_{t-1}$  é o preço médio de café recebido pelos produtores em Minas Gerais, expresso em cruzeiros/saca de 60 kg, tomado com um retardamento de 1 ano;  $PF_{t-1}$  é o preço do fertilizante 20.5.20, defasado em 1 ano, expresso em cruzeiros/tonelada;  $SP_t$  é a remuneração média do trabalhador permanente no estabelecimento agrícola em Minas Gerais, expresso em cruzeiros;  $CR_{t-4}$  é o crédito de plantio para café com defasagem de 4 anos, expresso em cruzeiros;  $VP_t$  é a variável política para captar a ocorrência de intervenção por parte do governo na comercialização de café, expresso em cruzeiros/saca de 60 kg. É calculada pela diferença entre o preço de exportação, transformado em moeda nacional, e o preço interno;  $u_t$  é o componente de erro aleatório.

#### 2.2.1.2. Estimativa da Demanda

O modelo de defasagens distribuídas de KOYCK (1954) considera a rigidez defrontada pelo consumidor no mercado e baseia-se na hipótese de que os ajustamentos entre preços e quantidades são realizados em diversos períodos subsequentes. Assumindo constantes as demais variáveis e

tempo suficiente para o ajustamento, pode-se visualizar este processo através da Figura 7. Dada uma queda no preço de  $P_0$  para  $P_1$ , com tempo suficiente para o ajustamento, observa-se um aumento da quantidade demandada de  $Q_0^*$  para  $Q_1^*$ . Todavia, ocorrendo um aumento no preço de  $P_1$  para  $P_0$  no curto prazo, a quantidade demandada será reduzida de  $Q_1^*$  para  $Q_0$  e não para  $Q_0^*$ , sendo que  $Q_0$  pertence à outra curva de curto prazo ( $D_{cp2}$ ). Neste sentido, a curva  $D_{lp}$  é aquela apropriada para representar o longo prazo, pois mesmo havendo diversidades de curvas de curto prazo, todas estão associadas a uma única curva de longo prazo (BARRUS, 1987).

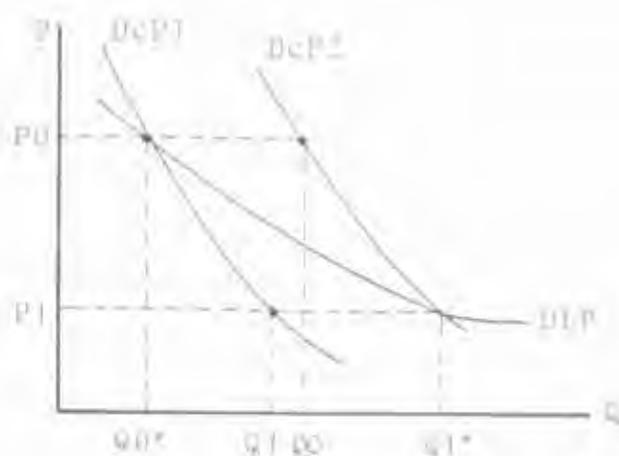


FIGURA 7 - Efeitos de Variações de Preços na Demanda de Curto e Longo Prazos.

Para representar estes efeitos de variações de preços na quantidade demandada no curto e longo prazos, Koyck sugere o seguinte modelo:

$$Q_t - Q_{t-1} = m (Q_t^* - Q_{t-1}) + v_{t1}; \quad 0 < m < 1 \quad (7)$$

onde  $Q_t$  é a quantidade demandada no período corrente,  $Q_{t-1}$  é a quantidade demandada no ano anterior,  $Q_t^*$  é a quantidade demandada desejada a longo prazo,  $m$  é o coeficiente de ajustamento, que representa a proporção do efeito de longo prazo dos preços sobre a quantidade, absorvida em um período, ou seja, sua magnitude fornece a velocidade de ajustamento. Quanto mais próximo de 1 (um) significa que ocorre ajustamento total no ano e que não há deslocamento da curva de demanda.

A equação (7) demonstra a hipótese de que o ajustamento realizado no período  $t$ , em relação ao período  $t-1$ , é proporcional ao ajustamento total desejado no longo prazo, sendo definido pelo coeficiente de ajustamento  $m$ .

Supondo que a demanda de longo prazo ( $Q_t^*$ ) seja uma função linear do preço, pode-se representá-la por

$$Q_t^* = \alpha_0 + \alpha_1 P_t + v_{t2} \quad (8)$$

onde  $Q_t^*$  é a quantidade demandada desejada a longo prazo,  $\alpha_1$  são parâmetros do modelo ( $i = 0, 1$ ),  $v_{t2}$  é o componente de erro aleatório.

Esta equação (8) exprime uma relação de comportamento, uma vez que  $Q_t^*$  é a quantidade demandada desejada a longo prazo e não pode ser quantificada, por não existir informações sobre ela. Para obter-se uma equação observável, substitui-se a equação (8) na equação (7) e resolve para  $Q_t$ .

$$Q_t = \alpha_0 m + \alpha_1 m P_t + (1-m)Q_{t-1} + (v_{t1} + m v_{t2}) \quad (9)$$

Pode-se simplificar a equação (109) para a forma representativa da equação (110), a qual representa a equação do modelo analítico proposto por Koyck

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 P_t + \beta_2 Q_{t-1} + \varepsilon_t \quad (110)$$

onde os coeficientes  $\beta_i$  ( $i = 0, 1, 2$ ) são expressos pela relação

$$\begin{aligned} \beta_0 &= m\alpha_0; \quad \beta_1 = m\alpha_1 \\ \beta_2 &= 1-m \Rightarrow m = 1 - \beta_2 \\ \varepsilon_t &= v_{t1} + mv_{t2} \end{aligned}$$

Os parâmetros  $\beta_i$  ( $i = 0, 1, 2$ ) são parâmetros da equação de curto prazo, enquanto os coeficientes  $\alpha_i$  ( $i = 0, 1$ ) são parâmetros da equação de longo prazo e são dados por

$$\alpha_0 = \beta_0/m, \quad \alpha_1 = \beta_1/m$$

Com base neste modelo, a curva de demanda de curto prazo para café pode ser especificada da seguinte maneira

$$Q_t = \beta_0 + \beta_1 PM_t + \beta_2 Y_t + \beta_3 Q_{t-1} + \varepsilon_t \quad (111)$$

onde  $Q_t$  é a quantidade demandada de café em Minas Gerais,  $\beta_i$  são parâmetros do modelo ( $i = 0, 1, 2, 3$ ),  $PM_t$  é o preço médio de café recebido pelos produtores em Minas Gerais, expresso em cruzeiros/saca de 60 kg,  $Y_t$  é o produto interno

bruto "per capita" em Minas Gerais, a preços de mercado, expresso em cruzeiros,  $e_t$  é o componente de erro aleatório.

O modelo de retardamentos distribuídos utilizado no presente estudo para estimar a equação de demanda foi empregado, visto que existem demandas de diferentes prazos longo prazo, curto prazo e vários prazos intermediários. À medida que o prazo aumenta, mais tempo terá o consumidor para se ajustar às mudanças no preço e na renda. Assim, somente quando a mudança no preço, por exemplo, é tomada como permanente e é dado tempo suficiente para que todos os ajustamentos sejam realizados, é que se tem o efeito total dessa mudança no preço. Neste sentido, espera-se que a elasticidade da demanda seja maior, quanto maior for o prazo considerado (BARROS, 1987)

Para a demanda de café adotou-se esse modelo, uma vez que o consumidor captado nesse trabalho é todo aquele que compra o produto diretamente do produtor, não sendo necessariamente representado pelo consumidor final. A natureza da demanda relaciona-se mais aos intermediários, passando inclusive pelos torrefadores. Neste sentido, dada a estrutura destas categorias de consumidores, é necessário tempo para que eles se ajustem diante de variações de mercado.

### 2.2.1.3. Estimativa do Tempo de Ajustamento

Para se identificar o intervalo de tempo necessário para o ajustamento de longo prazo da demanda, KOYCK (1954) demonstrou da seguinte maneira se num determinado período

- ano zero - o preço variar e se estabelecer um novo nível de consumo de longo prazo, tem-se:

$$Q_1 = (1 - m) Q_0 + mQ^*$$

$$Q_2 = (1 - m) Q_1 + mQ^*$$

Substituindo  $Q_1$  em  $Q_2$ , teremos

$$Q_2 = (1 - m) [(1 - m) Q_0 + mQ^*] + mQ^*$$

$$Q_2 = (1 - m)^2 Q_0 + [(1 - m)m + m] Q^*$$

E assim por diante até:

$$Q_t = (1 - m)^t Q_0 + [m + (1 - m)m + (1 - m)^2 m + \dots + (1 - m)^{t-1} m] Q_t^* \quad (12)$$

Para simplificar o coeficiente da variável  $Q_t^*$  na equação (12), pode-se utilizar a fórmula da soma ( $S_t$ ) de  $t$  termos de uma progressão geométrica:

$$S_t = \mu [(1 - r^t)/(1 - r)]$$

em que  $\mu = m$  e  $r = 1 - m$  =>

$$S_t = m [(1 - (1 - m)^t)/(1 - (1 - m))]$$

$$S_t = 1 - (1 - m)^t \quad (13)$$

Substituindo (13) em (12)

$$Q_t = (1 - m)^t Q_0 + [1 - (1 - m)^t] Q_t^* \quad (14)$$

Nota-se que se  $t$  tender ao infinito, então  $Q_t \rightarrow Q_t^*$ . isto é, somente num intervalo infinitamente grande de tempo o nível de  $Q_t^*$  seria alcançado. Entretanto, pode ser suficiente e relevante conhecer o intervalo de tempo após o qual pelo menos uma proporção  $Z$  do nível de longo prazo será atingido.

Desta forma, faz-se  $Z$  ser igual à ponderação de  $Q_t^*$  em (14):

$$1 - (1 - m)^t = Z$$

$$(1 - m)^t = 1 - Z$$

dado que  $1 - m = \beta_2 \Rightarrow (\beta_2)^t = 1 - Z$

$$t = \ln(1 - Z) / \ln(\beta_2) \quad (15)$$

em que  $t$  representa o intervalo de tempo do ajustamento,  $m$  representa o coeficiente de ajustamento do consumo aos preços no longo prazo, e  $Z$  representa a proporção do nível de demanda a ser alcançado no longo prazo.

Cabe destacar que  $Z$  é normalmente definido como um ajustamento igual ou superior a 95% dentro de  $n$  períodos. Assim, por exemplo, considerando-se um ajustamento de 98% ( $Z$ ), a diferença entre a demanda observada e a planejada é igual a 2%.

O mesmo procedimento pode ser utilizado para se encontrar o tempo necessário ( $t$ ) para o ajustamento da Produção. Para tanto, basta apenas trocar o parâmetro da variável quantidade defasada ( $Q_{t-1}$ ), estimado pela equação

de demanda ( $\beta_2$ ), pelo coeficiente da mesma variável, estimado pela equação de oferta ( $c_2$ )

$$(1 - b)^t = 1 - Z$$

$$(c_2)^t = 1 - Z$$

$$t = \text{Ln} (1 - Z) / \text{Ln} (c_2) \quad (16)$$

#### 2.2.1.4 Caracterização das Variáveis e Método de Estimativa

Descreveu-se, até aqui, os modelos básicos de determinação do comportamento de produtores e consumidores, mostrando as equações formuladas (8), (11), (15) e (16). Com as equações (6) e (11) pode-se formar o sistema recursivo proposto a ser estimado, qual seja

$$\text{OFERTA: } Q_t^S = c_0 + c_1 PM_{t-1} + c_2 PF_{t-1} + c_3 SP_t + c_4 CR_{t-4} + c_5 VP_t + c_6 Q_{t-1} + u_t$$

$$\text{DEMANDA: } Q_t^D = \beta_0 + \beta_1 PM_t + \beta_2 Y_t + \beta_3 Q_{t-1} + e_t$$

$$\text{PRESSUPOSIÇÃO DE EQUILÍBRIO NO MERCADO: } Q_t^S = Q_t^D = Q_t$$

O modelo de equilíbrio admitido constitui-se das equações de oferta e demanda de café em Minas Gerais e da identidade entre quantidade ofertada e demandada de café. O critério adotado para se utilizar este modelo, bem como os

demais apresentados anteriormente, esteve relacionado com fatores econômicos e estatísticos.

A forma funcional escolhida para a estimativa das funções de oferta e demanda foi a linear nos logaritmos das variáveis independentes e dependentes. Embora possa parecer arbitrária, como qualquer outra alternativa a ser utilizada, essa especificação tem a vantagem de fornecer diretamente as elasticidades dos coeficientes das regressões estimadas.

Foram caracterizados como variáveis endógenas, quantidade produzida de café em Minas Gerais ( $Q_t$ ) e preço médio de café recebido pelos produtores em Minas Gerais ( $P_{Mt}$ ). Como variáveis exógenas, ou pré-determinadas, preço médio de café recebido pelos produtores em Minas Gerais no ano  $t-1$  ( $P_{Mt-1}$ ), preço do fertilizante 20.5.20 no ano  $t-1$  ( $P_{Ft-1}$ ), preço da mão-de-obra permanente ( $S_{Pt}$ ), crédito de plantio no ano  $t-4$  ( $C_{Rt-4}$ ), variável política ( $V_{Pt}$ ), Produto interno bruto "per capita" em Minas Gerais ( $Y_t$ ), e quantidade produzida de café defasada em um ano ( $Q_{t-1}$ ).

Espera-se que apresentem relação inversa com a variável dependente ( $Q_t$ ), os coeficientes das variáveis Preço do fertilizante 20.5.20, preço da mão-de-obra permanente e preço médio de café recebido pelos produtores em Minas Gerais no ano  $t$ . Em relação às demais variáveis, com exceção da variável política, espera-se que apresentem coeficientes positivos. A variável política deverá apresentar coeficiente com sinal negativo, quando o valor da variável for positivo, representando uma maior interferência do governo na comercialização do café, e

coeficiente com sinal positivo, no caso da variável com sinal negativo.

As variáveis utilizadas para cálculo das elasticidades de oferta e demanda encontram-se no Apêndice E. Neste trabalho, utilizaram-se séries temporais de dados secundários, abrangendo o período de 1970 a 1989. Os dados foram coletados do Anuário Estatístico do Café, Anuário Estatístico de Minas Gerais, Conjuntura Econômica, dentre outros. Os valores nominais foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna (IGP-DI) da Fundação Getúlio Vargas (dezembro 1989=100), e transformados a preços de dezembro de 1991.

Na variável produção de café, procedeu-se à aplicação do método da média móvel, com intuito de eliminar a bianualidade da produção característica nesta cultura. Este método pode ser representado pela seguinte expressão matemática:

$$\bar{q}_t = (q_{t-1} + q_t) / 2$$

em que  $q_t$  é a quantidade produzida no ano  $t$  e  $q_{t-1}$ , a produção no ano anterior.

Na estimativa econométrica da equação de oferta, foi utilizada a técnica dos Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), fazendo-se as seguintes pressuposições: (1) o erro é uma variável aleatória de média zero; (2) o erro apresenta variância constante, ou seja, independe das variáveis causais; (3) linearidade das variáveis; e (4) as variáveis

Apresentam os mesmos valores para qualquer amostra representativa da população.

Com base no teste "t" de Student, verifica-se a significância estatística de cada uma das variáveis independentes da equação de oferta, enquanto o grau de ajustamento ou explicação das variáveis independentes sobre a dependente é indicado pelo coeficiente de determinação  $R^2$ . A estatística "F" é utilizada para testar a hipótese de que as variáveis escolhidas, em conjunto, são relevantes para explicar as variações na variável quantidade ofertada de café. Dessa forma, a estatística "F" mede a significância global da regressão mostrando se o coeficiente de determinação ( $R^2$ ) é estatisticamente significativo.

As estatísticas "d" de Durbin-Watson e "h" de Durbin são usadas para testar a hipótese de presença de correlação serial nos resíduos das equações estimadas. Não obstante, a estatística "h" é mais adequada para modelos de retardamentos distribuídos (Apêndice C).

Com o objetivo de captar a interferência governamental na produção de café no Estado de Minas Gerais, introduziu-se o que se denominou variável política. Esta variável, utilizada por ROESSING (1990), busca captar o efeito do preço de exportação separadamente. Assim, ela foi definida por:

$$VP_t = (PX * TRC) - PH_t$$

onde  $PX$  é o preço médio de exportação do café verde no Brasil no ano  $t$ , expresso em dólar/saca de 60 kg,  $IxC$  é a taxa de câmbio, expressa em cruzeiros/dólar,  $PM_t$  é o preço médio de café recebido pelos produtores de Minas Gerais, expresso em cruzeiros/saca de 60 kg.

Essa variável representa a diferença entre o preço de exportação de café, transformado em moeda nacional, e o preço interno de café recebido pelos produtores no Estado de Minas Gerais. Valores positivos para esta variável significam, geralmente, que o governo tem interferido neste mercado na forma de contingenciamento (confiscos, impostos etc.) no cumprimento da relação entre venda nos mercados externo e interno. Assim, pode-se dizer que há um aumento da interferência do governo, quando aumenta a diferença entre o preço referente à venda no mercado externo, em relação ao mercado interno, e uma diminuição na interferência governamental, quando tal diferença é pequena ou negativa. Isto ocorre visto que há uma tendência de repasse das taxações para os produtores.

Considerando-se a característica histórica de intervenção governamental na comercialização do café, espera-se que esta variável apresente valores positivos, ou seja, preço de exportação maior que o preço recebido pelos produtores. Neste sentido, espera-se também que o coeficiente dessa variável apresente sinal negativo, dado que um aumento na diferença entre o preço de exportação e o preço interno tende a promover diminuição na quantidade ofertada de café. Todavia, espera-se que o valor do coeficiente não seja muito grande, dada as características

de ser uma cultura perene, bem como ao fato de os produtores, em sua maioria, não serem aqueles que exportam, respondendo mais aos preços internos (apesar da influência dos preços recebidos pelos exportadores).

A variável relativa ao preço do fertilizante 20.5.20 é uma "proxy" utilizada na equação de oferta, assim como a variável política. Este artifício foi adotado devido à dificuldade de se obterem dados relativos aos primeiros anos da série em estudo para o composto 20.5.20. Dessa forma, coletaram-se os preços dos fertilizantes sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio e formulou-se o composto NPK (20.5.20), respeitando-se a percentagem de nitrogênio, fósforo e potássio, respectivamente, em cada fertilizante, de acordo com MALAVOLTA e ROMERO (1975) (Apêndice B).

No que se refere à estimação da equação de demanda, adotou-se o método de mínimos quadrados em dois estágios (MQ2E), a fim de se obterem coeficientes com as propriedades desejadas, já que a equação de demanda é superidentificada. Esta técnica é também conhecida como Método de Theil-Basman e os testes ordinários de significação estatística dos MQO podem ser utilizados (SCHUH, 1964). Todavia, eles são de natureza assintótica, ou seja, são válidos apenas para grandes amostras. Nesse sentido, dado que o presente estudo trabalha com uma amostra pequena, a significância estatística será observada pela comparação entre as estimativas dos parâmetros com seus desvios padrão.

## 2.2.2 Procedimentos para Cálculo da Taxa Interna de Retorno

Apresentada a metodologia para cálculo das elasticidades de oferta e demanda, passa-se à descrição dos Procedimentos utilizados para obtenção dos benefícios e dos custos da pesquisa e assistência técnica, os quais constituem elementos necessários para se encontrar a taxa interna de retorno.

### 2.2.2.1 Custos da Pesquisa e da Assistência Técnica

Para avaliar os ganhos da sociedade provenientes do surgimento de novas tecnologias, faz-se necessário considerar os custos inerentes a este processo com intuito de obter os benefícios líquidos. Os custos nele embutidos referem-se àqueles realizados para propiciar o desenvolvimento das pesquisas com o produto e, conseqüentemente, gerar técnicas mais produtivas e produtos de melhor qualidade, e àqueles realizados para levar ao conhecimento do produtor estas novas tecnologias, isto é, difundi-las. Estes custos provenientes da atuação da extensão rural são importantes, na medida em que tal serviço atua como fator acelerador na adoção, pelos produtores, das tecnologias geradas pela pesquisa. Neste sentido, eles também devem ser computados no cálculo da taxa interna de retorno.

As Instituições no Estado responsáveis pela realização de pesquisas com café são a EPAMIG, UFV, ESAL e

IBC-MG. Em relação à difusão, tem-se a EMATER-MG. Não obstante, as instituições de pesquisas supracitadas também contribuem para o processo de divulgação de tecnologias, na forma de publicações de revistas, boletins técnicos, informativos e outros.

O IBC, por sua vez, participou desse processo não só através de publicações, mas também via técnicos extensionistas, que explicavam diretamente aos produtores no campo as tecnologias geradas. Esta atuação ocorreu especialmente na década de 70, através do Plano de Renovação e Revigoração de Cafezais, implementado por este órgão. Em 1981, quando este programa (PRRC) termina, a assistência técnica passa a ficar basicamente sob a responsabilidade da EMATER-MG.

O levantamento dos custos de geração e difusão da Pesquisa foi realizado através dos registros contábeis dessas instituições. Conseqüentemente, vários procedimentos foram adotados, em função das diferenças existentes entre a contabilidade de cada uma delas.

No que se refere aos investimentos em pesquisa com café realizados pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), é importante destacar que houve duas formas de pesquisa, aquelas realizadas pelos professores/pesquisadores da instituição, e aquelas realizadas pelos estudantes em nível de iniciação científica, especialização e pós-graduação. Para se obterem os gastos com estas pesquisas durante o período em estudo, foram levantados os projetos registrados no Conselho de Pesquisa, os que deram entrada no Departamento de Finanças, bem como informações junto aos

Professores/pesquisadores, considerando-se a contrapartida da Universidade.

O custo da Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL) baseou-se em duas publicações elaboradas por sua Coordenadoria de Pesquisa obtendo-se informações sobre as pesquisas desenvolvidas e as teses defendidas em café na instituição.

O levantamento dos custos da EPAMIG envolveu diferentes procedimentos: uma vez que existem variações na contabilidade da empresa ao longo dos anos. Nos anos de 1972 a 1975, os dados foram retirados do "Demonstrativo dos Recursos Aplicados", considerando-se apenas o volume de dinheiro concedido pelo IBC-GERCA e IBC-DAC.

Para os anos de 1976 a 1986, os valores foram retirados diretamente dos relatórios anuais "Apropriação de Custos", que apresentam os investimentos realizados para cada projeto, especificando gastos com pessoal, material de consumo, serviços de terceiros, despesas gerais e material permanente. Nestes custos estão computados os gastos com administração e apoio técnico, publicações, bem como as despesas com reparos dos equipamentos e conservação de benfeitorias.

A partir de 1987, a contabilização da EPAMIG modifica-se e os relatórios deixam de apresentar os investimentos realizados por produto. Dessa forma, no período de 1987 a 1990, os custos foram obtidos indiretamente, com base nos arquivos da Empresa.

No levantamento dos investimentos realizados pelo IBC em Minas Gerais, algumas dificuldades surgiram, em

função da já decretada extinção do órgão na época da realização deste trabalho. Estando a Instituição em processo de liquidação, os custos foram provenientes de uma reunião com a Coordenação do Órgão, chefiada pelo Dr. José Bráz Mattiello e de arquivos existentes. Consideraram-se pessoal envolvido na área de geração e difusão, pessoal administrativo, aquisição de fazendas e construção de escritórios, veículos, equipamentos e despesas gerais.

Os gastos da EMATER-MO necessários para prestação de seus serviços à lavoura de café foram coletados de relatórios da empresa.

#### 2.2.2.2: *Benefícios Econômicos da Pesquisa e Assistência Técnica e a Taxa Interna de Retorno*

A estimativa do benefício ou perda econômica proveniente do processo de desenvolvimento de tecnologias, bem como sua difusão, consiste em medir a área entre as curvas de oferta (uma gerada pela adoção de práticas modernas de cultivo e outra proveniente de técnicas tradicionais) e a curva de demanda. Dessa forma, as pressuposições sobre a especificação das curvas de oferta e demanda, a natureza do deslocamento, a forma de medir o deslocamento e se o deslocamento é medido para uma curva de oferta ou para uma função de produção são basicamente os fatores que diferenciam o tamanho do benefício (NORTON et alii, 1987).

Neste estudo, assumir-se-á que a não-adoção de técnicas novas e mais produtivas pelos produtores

Produziria um deslocamento na curva de oferta para a esquerda do tipo pivotal divergente, como sugerem LINDNER e JARRET (1978). Neste tipo de deslocamento, a distância vertical absoluta entre as curvas de oferta aumenta com o aumento da quantidade ofertada. Assim, tal deslocamento considera que os produtores possuem estruturas de custos diferentes e que aqueles com alto custo médio de produção (tradicionais) reduzem seus custos mais rapidamente do que aqueles produtores de baixo custo médio (modernos).

No modelo de análise adotado, o coeficiente de deslocamento será a elasticidade de ajustamento de Nerlove, estimado na regressão de oferta, ou seja, o coeficiente (b) obtido subtraindo-se da unidade o parâmetro da quantidade produzida defasada. Este recurso foi usado por SANTANA et alii (1991) em seu estudo sobre a política de preços mínimos e seus efeitos na produção de algodão e arroz no Nordeste.

Uma grande parte dos trabalhos de avaliação de pesquisa, como os de AYER e SCHUH (1972), MONTEIRO (1975), FONSECA (1976) e AVILA (1981), calculam o coeficiente de deslocamento da oferta a partir do levantamento das variações no rendimento e níveis de adoção das principais tecnologias geradas. Todavia, como durante este período as tecnologias geradas foram em grande número, aliado ao fato da ausência de estudos que apresentassem as diferenças no rendimento e níveis de adoções dessas novas técnicas, tornou-se necessário adotar um índice alternativo.

A adoção da elasticidade de ajustamento da oferta como deslocador está relacionado com o fato de que ele

representa as transformações que ocorrem na oferta durante o período de um ano. Neste sentido, ele capta os efeitos, dentre outros, das mudanças no padrão de cultivo do café durante o período. Especialmente nos anos 70, o grande transformador do comportamento da cultura cafeeira foi o desenvolvimento tecnológico e sua difusão. O crédito também contribuiu para este deslocamento, mas a maior parte do crédito concedido esteve vinculada ao Plano de Renovação e Revigoração dos Cafezais (PRRC). Neste plano o crédito era liberado mediante a exigência de implantação e manejo da lavoura dentro de padrões tecnológicos preestabelecidos, sendo fiscalizado pelos órgãos competentes. Assim, o efeito do crédito sobre a produção esteve relacionado àquele efeito fruto das novas tecnologias, sendo seu resultado provavelmente pequeno caso utilizado sozinho. Colocado isto, observa-se que fica com a geração e difusão da pesquisa a grande contribuição para os deslocamentos de oferta.

Neste sentido, apesar de esse método adotado ser menos comum, ele constitui-se em uma boa aproximação do deslocamento real ocorrido na oferta de café em Minas Gerais, fruto das inovações tecnológicas.

Assumindo-se um deslocamento pivotal na curva de oferta, o coeficiente de deslocamento ( $K$ ) representa, na Figura B.

$$K = BD/BO_0$$

$$K = \Delta P/P_0$$

Pelo conceito de elasticidade, teremos:

$$K = \left[ (Q_0 / Q_1) - 1 \right] / \epsilon$$

Uma vez que o coeficiente de ajustamento "b" representa a mudança proporcional na produção, como exposto anteriormente, pode-se considerá-lo equivalente ao numerador desta equação. Logo

$$K = b / \epsilon \tag{17}$$

onde K é o deslocador pivotal da curva de oferta; b é o coeficiente de deslocamento ou elasticidade de ajustamento da oferta e  $\epsilon$  é a elasticidade-preço da oferta de longo prazo.

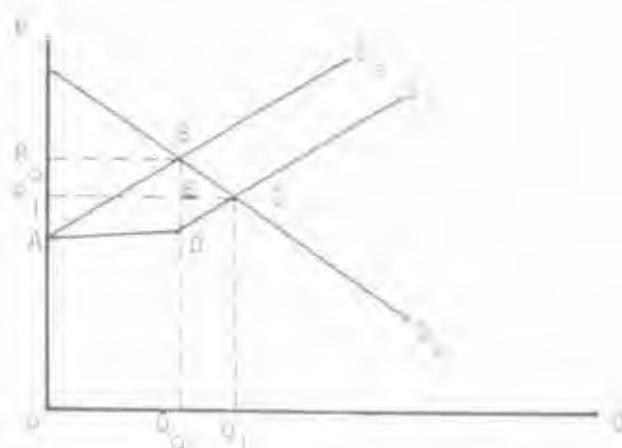


FIGURA B - Excedente Econômico, Excedente do Produtor e Excedente do Consumidor

Uma vez encontrado o deslocador e as elasticidades de oferta e demanda de café, estes dados serão utilizados para calcular a quantidade e o preço de equilíbrio inicial,

ou seja, aqueles que estariam vigorando no mercado, caso as tecnologias não tivessem sido geradas e adotadas pelos produtores. Para tanto, usar-se-ão as equações sugeridas por PINSTRUP-ANDERSEN et alii (1976) e adaptadas por VOON e EDWARDS (1991), para modelos com deslocamento de oferta linear pivotal

$$P_1 = P_0 [1 - K\epsilon / (\epsilon + \eta - K\epsilon\eta)]$$

$$Q_1 = Q_0 [1 + K\epsilon\eta / (\epsilon + \eta - K\epsilon\eta)]$$

sendo  $P_1$  e  $Q_1$  os preços e quantidades de equilíbrio inicial após o desenvolvimento e adoção de novas técnicas, e  $P_0$  e  $Q_0$  o equilíbrio anterior (isto é, caso não houvessem novas práticas de cultivo) e  $\eta$  é a elasticidade-preço da demanda. Dessa forma, como este estudo é "ex-post" o cálculo a ser feito será:

$$P_0 = P_1 / [1 - K\epsilon / (\epsilon + \eta - K\epsilon\eta)] \quad (18)$$

$$Q_0 = Q_1 / [1 + K\epsilon\eta / (\epsilon + \eta - K\epsilon\eta)] \quad (19)$$

Fazendo:

$$Z = K\epsilon / (\epsilon + \eta - K\epsilon\eta),$$

e substituindo nas equações (18) e (19), teremos:

$$P_0 = P_1 / (1 - Z)$$

$$Q_0 = Q_1 / (1 + Z\eta)$$

Segundo ROSE (1980), o benefício ou perda para a sociedade proveniente dos investimentos em pesquisa e extensão para a lavoura cafeeira é dado pela área ADCB da Figura 8, podendo ser calculado pela seguinte expressão (Apêndice F)

$$ExE = 0.5 KP_0 Q_0 (1 + Zn)$$

A distribuição desse excedente resultante dos investimentos em pesquisa e difusão se realiza entre consumidores e produtores. A parte que fica com os consumidores é dada pela área FICBP0 da Figura 8 e pode ser calculada da seguinte maneira:

$$ExC = ZP_0 Q_0 [1 + 0.5Zn]$$

Uma vez obtidos o excedente total e o excedente do consumidor, pode-se estimar o excedente do produtor através de:

$$ExP = ExE - ExC$$

É importante destacar que os benefícios gerados pela pesquisa e extensão rural não aparecem instantaneamente. Visto que há uma defasagem entre a aplicação do conhecimento científico e o aparecimento dos resultados. Tal fato ocorre pela própria natureza da atividade de pesquisa. Segundo EVENSON (1977), o tempo médio entre os investimentos em pesquisa e os efeitos na produção, para o caso dos Estados Unidos, é de seis a sete anos e meio. Embora varie de caso para caso, o autor argumenta que há

uma defasagem de no mínimo três anos entre o início das investigações e a divulgação dos resultados. De forma geral, estudos mostram que há uma defasagem média de sete anos entre a divulgação dos resultados e a adoção máxima por parte dos produtores (PETERSON, 1977 e EVEWSON, 1977).

Em Minas Gerais, para a cultura do café, o processo de geração e difusão tecnológica intensifica-se, especialmente, a partir de 1970, com a criação do PIPAEMG e as estações regionais do IBC. Anterior a este período havia apenas as universidades. Neste sentido, o estudo focaliza as pesquisas geradas para a cultura cafeeira em Minas Gerais e sua difusão a partir de 1970, assumindo-se que os benefícios iniciam-se em 1975.

Não obstante, uma importante tecnologia gerada foi em relação à ferrugem, que aparece nos cafezais no ano de 1970. Seu controle (fruto de pesquisas no Estado de Minas Gerais) aparece por volta de 1971/1972. Assim, a partir de 1973, também pode-se começar a captar benefícios oriundos do desenvolvimento e difusão de tecnologias no Estado.

Para avaliar estes benefícios provenientes do desenvolvimento de tecnologias e assistência técnica para a cultura do café no Estado de Minas Gerais, faz-se necessário comparar tais benefícios aos custos ou investimentos realizados no programa de pesquisa e difusão, durante o período em estudo, a fim de se estimar a taxa de retorno às inversões. A taxa interna de retorno é definida como aquela taxa de desconto que torna a seguinte igualdade verdadeira:

$$\sum_{t=0}^b RT (1 - r)^{-t} = \sum_{t=0}^f CT (1 - r)^{-t}$$

Onde RT é o benefício econômico no ano t, caso se usasse o conjunto de novas tecnologias, ou perda estimada para o ano t, se a nova tecnologia não fosse utilizada; CT é o custo total do programa de pesquisa e assistência técnica estimados para o ano t, r é a taxa interna de retorno, t é o ano em que começam os retornos e custos (1970 = ano 0), b é o ano em que acaba o retorno (1990 = ano 21), f é o ano em que acaba o custo (1990 = ano 21)

Dessa forma, a taxa interna de retorno é simplesmente uma taxa de juros que iguala o valor atualizado dos benefícios ao valor atualizado dos custos. Logo, reflete a remuneração do capital investido. Trata-se de um critério muito utilizado como parâmetro de decisão. O critério diz que o empreendimento é rentável, se sua taxa for igual ou superior à remuneração do capital investido em outros setores da economia.

Cabe destacar que, apesar de a forma funcional admitida para estimativa das funções de oferta e demanda ser a logarítmica, considerou-se para cálculo dos benefícios funções lineares. Isso porque o modelo adotado de ROSE (1980) considera uma quebra na oferta de pós-inovação e, conseqüentemente, pressupõe funções lineares. Visto que o cálculo integral dessa função de oferta seria difícil. Assim, mesmo reconhecendo-se os possíveis problemas de sub ou superestimativas das áreas dos

excedentes optou-se pela utilização de fórmulas, apesar de as elasticidades serem oriundas de funções logarítmicas. Por outro lado, o estudo de VODN e EDWARDS (1991) sobre as variações nas estimativas dos benefícios totais relacionadas à pressuposição sobre a forma funcional das equações (linear ou elasticidade constante), demonstra que praticamente não existem diferenças nas áreas dos excedentes encontrados sob as diferentes pressuposições, caso a elasticidade da oferta seja unitária.

Os valores nominais relativos aos investimentos em pesquisa e assistência técnica ao café no Estado de Minas Gerais foram corrigidos pelo Índice Geral de Preços - Disponibilidade Interna da Fundação Getúlio Vargas (dezembro de 1989=100), e transformados a preços de dezembro de 1991. É importante ressaltar, que caso se deseje indexar os valores dos investimentos e dos benefícios pela taxa de câmbio, o valor observado para dezembro de 1991 foi de Cr\$ 963,80 / US\$1,00.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No presente capítulo apresentam-se os resultados e as discussões do modelo destinado a avaliar os retornos econômicos dos investimentos públicos em pesquisa e assistência técnica, bem como sua distribuição entre produtores e consumidores de café em Minas Gerais. O capítulo obedece à seqüência dos procedimentos descritos na metodologia, demonstrando e analisando os resultados de cada segmento.

#### 3.1 *Estimativas das Elasticidades de Oferta e Demanda de Café em Minas Gerais*

No Quadro 4 apresentam-se os resultados da estimação econométrica do modelo utilizado para calcular as equações de oferta e demanda, no período de 1970 a 1989.

Na estimação dos parâmetros da oferta, utilizou-se o método de Mínimos Quadrados Ordinários (MQO), com correção para correlação serial, pelo procedimento de Cochrane-

QUADRO 4 - Estimativa do Modelo Analítico de Oferta e Demanda de Café - Minas Gerais, 1970/1989

\* OFERTA

Curto Prazo:

$$Q_t = 12.839 + 0.295PM_{t-1} - 0.132PF_{t-1} - 0.140SP_t + 0.007CR_{t-4} - 0.220VP_t + 0.722Q_{t-1}$$

(0.52617)a    (0.09569)a    (0.13012)a    (0.25836)    (0.00206)b    (0.09538)b    (0.10834)a

$$R^2 = 0.98 \quad F = 126.10 \quad h = -1.401 \quad Rho = -0.63$$

Coefficiente de ajustamento (b) = 0.2770

Longo Prazo:

$$Q_t = 46.210 + 1.065PM_{t-1} - 0.274PF_{t-1} - 0.359SP_t + 0.024CR_{t-4} - 0.220VP_t$$

\* DEMANDA

Curto Prazo

$$Q_t = -1.924 - 0.140PM_t + 1.378Y_t + 0.289Q_{t-1}$$

(0.16465)    (0.21697)    (0.55900)    (0.24972)

Coefficiente de ajustamento (a) = 0.7113

Longo Prazo:

$$Q_t = -0.516 - 0.630PM_t + 1.938Y_t$$

em que os valores entre parênteses nas equações indicam os desvios-padrão. As letras a, b e c indicam que os coeficientes da regressão de oferta são estatisticamente significativos a 1, 5 e 10%, respectivamente. "h" representa o teste de Durbin para variáveis defasadas; Rho representa o fator de correção para correlação serial pelo método Cochrane-Urcutt, R<sup>2</sup> é o coeficiente de determinação, Q<sub>t</sub> é a quantidade produzida de café em Minas Gerais, expresso em sacas de 60 kg, PM<sub>t</sub> é o preço do café, defasado de um ano, recebido pelos produtores no Estado em cruzeiros/saca de 60 kg, PF<sub>t</sub> é o preço do fertilizante 20:5:20 no ano t-1, em cruzeiros/tonelada, SP<sub>t</sub> é o salário da mão-de-obra permanente, expresso em cruzeiros, CR<sub>t</sub> é o crédito de plantio, defasado de quatro anos, em Minas Gerais, expresso em cruzeiros, VP<sub>t</sub> é a variável política, expressa em cruzeiros, Q<sub>t-1</sub> é a quantidade produzida no ano anterior, em sacas de 60 kg, PM<sub>t</sub> é o preço do café recebido pelos produtores em Minas Gerais, expresso em cruzeiros/saca de 60 kg, e Y<sub>t</sub> é o produto interno bruto "per capita" em Minas Gerais, expresso em cruzeiros.

Durbin (Apêndice D), uma vez que o teste "h" de Durbin (Apêndice C) evidenciou a presença de autocorrelação entre os erros ( $h = -4,35961$ )

O coeficiente de determinação ajustado para oferta, da ordem de 0.98, juntamente com a significância da estatística F, atesta a adequação do modelo proposto ao fenômeno estudado. Os coeficientes das variáveis explicativas apresentaram sinais esperados e foram significativos a pelo menos 05% de probabilidade, exceto para a variável mão-de-obra (Sft)

A não-significância estatística do coeficiente dessa variável (Sft) parece indicar que o preço da mão-de-obra apresentou-se relativamente baixo para os cafeicultores, dada a boa rentabilidade obtida no setor durante o período. Aliado a isso, a tecnologia gerada não foi poupadora do fator trabalho. Neste contexto, tais fatos sugerem que a decisão do produtor sobre a quantidade a produzir não era afetada pelo salário pago aos trabalhadores (apesar de configurar-se em importante item nos custos de produção), ou seja, o custo da mão-de-obra não era levado em conta.

A elasticidade-preço da oferta estimada a curto prazo é de 0.296, indicando que uma variação de 10% no preço do café, em Minas Gerais, ocasiona uma variação de 2,96% na quantidade produzida, no mesmo sentido. No longo prazo a elasticidade é de 1.065. O coeficiente de ajustamento da oferta de 0.278 sugere que cerca de 27,8% das diferenças entre a produção efetiva e a de equilíbrio de longo prazo seriam eliminadas em um ano. Por outro lado, são necessários sete anos para que se verifique 90% de ajustamento, "ceteris paribus"

O procedimento utilizado para estimar os coeficientes da equação de demanda foi o de Mínimos Quadrados de Dois Estágios (MQ2E). Os coeficientes das variáveis explicativas apresentaram sinais esperados e foram estatisticamente significativos, visto que os valores estimados para os parâmetros foram maiores que seus desvios.

A elasticidade-preço encontrada para a demanda apresentou-se igual a  $-0.448$ , significando que uma variação de 10% no preço do café conduz à uma variação de 4.48% na quantidade demandada, em sentido contrário. No longo prazo, sua elasticidade é de  $0.6297$ . O coeficiente de ajustamento da demanda de  $0.7113$  indica que em torno de 71.13% das diferenças entre a demanda efetiva e a desejada no longo prazo seriam eliminadas em um ano. Por outro lado, são necessários três anos para que se observe 98% de ajustamento, "ceteris paribus".

Apesar de o modelo ter indicado a ocorrência de deslocamento também na curva de demanda, no presente estudo admitiu-se que ela não se deslocaria. Isso provavelmente contribuiu para subestimar o cálculo das variações nos excedentes, configurando-se em uma das limitações deste trabalho. Todavia, como o modelo usado indicou que o deslocamento seria pequeno (o coeficiente foi relativamente próximo da unidade, o qual representa a não-existência de deslocamento), considerou-se que o impacto nos excedentes seria também pequeno.

## 3.2 *Análise Econômica dos Investimentos e Retornos da Pesquisa e Assistência Técnica ao Café em Minas Gerais*

### 3.2.1 *Custos da Pesquisa e Assistência Técnica*

Os investimentos realizados em Minas Gerais na área, de pesquisa e extensão rural para o café, tiveram uma tendência crescente a partir de 1970. A taxa geométrica de crescimento dessas aplicações foi da ordem de 4,64% ao ano. Não obstante, o volume de recursos caracterizou-se por nítida descontinuidade (Quadro 5).

Somado a isso, ao se analisar separadamente de um lado a evolução dos investimentos em pesquisa e de outro a evolução dos investimentos realizados pela assistência técnica (considerando-se somente a EMATER-MG, como agente difusor para efeito de análise), percebem-se comportamentos diferentes entre estas áreas durante o período de estudo. A primeira apresenta tendência declinante, com uma taxa geométrica de crescimento da ordem de -1,13% ao ano, enquanto a segunda caracteriza-se por uma tendência crescente com a referida taxa na ordem de 12,02% (Quadro 5). A observação dos orçamentos das instituições de Pesquisa mostra que os níveis de investimentos chegam, em alguns anos, a volumes mais baixos que no início do período estudado.

Este declínio nos orçamentos das instituições de Pesquisa parece estar relacionado com a retração nos estímulos ao desenvolvimento de pesquisas por parte do governo, bem como com a redução nos níveis salariais do

QUADRO 5 - Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica no Estado de Minas Gerais para a Cultura do Café Discriminação por Instituições, 1970/1990\*

Ano	FPMIG (1)	ISC-MS (2)	GFM-MS (3)	ESAL-MS (4)	EMATER-MS (5)	PELOMAT (1+2+3+4)	Investimento Total	
							(1+2+3+4)	(1+2+3+4+5)
1970	-	1 853 432 501,59	393 317 204,14	-	1 097 821 522,96	2 244 569 805,73	2 344 234 426,70	
1971	-	1 499 748 353,26	1 560 371 102,75	152 525 957,43	275 764 473,72	3 013 245 613,41	3 489 010 237,16	
1972	395 092 058,94	1 499 748 353,26	1 791 570 351,66	109 479 816,96	1 025 540 375,35	3 209 890 779,93	4 835 450 353,40	
1973	938 222 141,64	1 853 432 501,59	1 376 859 527,97	172 741 110,12	1 890 757 035,81	4 341 255 201,32	6 172 062 317,10	
1974	1 219 365 039,40	1 676 590 527,43	291 843 958,67	55 596 539,02	1 162 239 274,33	3 193 395 961,31	4 655 355 221,94	
1975	1 518 395 565,00	1 987 022 401,96	87 102 735,36	66 124 226,21	4 324 839 512,24	3 659 454 929,67	7 984 293 141,91	
1976	1 475 013 830,24	2 681 052 940,69	72 743 161,92	67 354 632,41	761 924 060,35	4 296 154 535,14	5 050 089 203,49	
1977	1 689 908 441,00	2 596 168 797,68	52 414 212,24	56 453 116,87	1 973 291 977,90	4 294 974 643,19	5 326 815 521,64	
1978	1 562 682 597,10	2 596 168 797,68	20 539 941,13	63 768 212,74	3 334 167 569,06	4 273 159 574,25	7 605 327 145,31	
1979	1 553 492 218,92	2 596 168 797,68	391 261 577,00	100 454 016,97	2 998 505 666,04	4 643 376 675,96	7 241 862 312,02	
1980	1 042 168 142,28	2 768 757 975,72	396 949 611,05	134 618 560,39	2 122 899 461,82	4 262 534 269,74	6 705 431 921,56	
1981	943 719 737,31	2 671 644 239,51	417 498 319,02	110 779 975,05	2 033 042 709,04	4 251 632 295,48	6 230 313 004,72	
1982	972 955 677,13	2 671 644 239,51	308 551 906,96	102 677 266,53	2 756 164 211,43	3 958 849 090,13	6 715 313 301,55	
1983	673 146 665,66	2 671 644 239,51	1 252 671 535,82	41 974 175,32	4 250 290 196,57	4 639 456 616,91	9 890 306 813,38	
1984	599 166 521,36	2 671 644 239,51	917 281 618,42	87 415 769,57	3 410 568 767,42	4 175 526 388,96	7 586 069 156,37	
1985	344 648 909,94	2 962 906 114,64	357 103 946,77	87 826 474,71	6 597 057 415,21	4 072 465 415,45	10 659 542 860,66	
1986	730 401 255,91	3 641 278 635,00	282 971 806,06	105 924 794,28	7 295 082 991,12	2 760 636 519,25	10 165 719 559,37	
1987	212 519 258,08	1 641 278 635,00	250 198 678,20	432 124 143,15	6 962 393 168,29	2 736 120 724,44	9 599 513 952,73	
1988	190 473 623,20	1 641 278 635,00	219 638 228,65	167 686 634,15	6 420 473 454,34	2 413 277 520,99	8 839 750 975,83	
1989	369 228 799,96	1 641 278 635,00	191 454 036,37	145 550 391,34	14 717 448 149,20	2 257 511 663,18	17 085 460 036,36	
1990	434 251 290,97	1 641 278 635,00	130 652 544,86	76 393 622,42	3 096 704 579,51	2 482 576 673,24	5 579 281 251,75	
TS**** (1)		12,02 (4)	-1,13 (6)				4,11 (1)	

Fonte: Dados de pesquisa.

\* Círculos de desvio de 1991 (base 1989=100), \*\* As letras (a) e (b) indicam que os coeficientes são estatisticamente significativos nos a 1 e 20%, respectivamente.

funcionalismo público federal e estadual, visto que as despesas com pessoal representam cerca de 60% do custo total. Esta queda nos salários justifica, em parte, por exemplo, a diminuição que ocorreu nos recursos aplicados pela EPAMIG entre os anos de 1987 e 1989.

O crescimento dos investimentos da EMATER-MG, por sua vez, esteve relacionado com a ampliação de suas equipes de assistência técnica nas áreas cafeeiras, passando, a partir da década de 80, a intensificar a prestação de assistência aos cafeicultores, dada as dificuldades financeiras do IBC em manter este serviço (BACHA, 1988). Isso pode ser observado ao se verificar a relação entre o número de produtores de café cadastrados na EMATER-MG e o número de produtores totais assistidos pelo referido Órgão. Observa-se que a participação dos cafeicultores, relativamente ao número de produtores totais, realmente aumenta durante o período, chegando, em 1988, a representar cerca de 21% dos produtores cadastrados contra cerca de 2% em 1971.

Analisando-se ainda o orçamento da EMATER-MG, a princípio surpreende-se com a elevada magnitude de seus investimentos, particularmente na década de 70, quando a assistência técnica ficava especialmente a cargo dos técnicos do IBC. Todavia, a participação da EMATER neste processo também foi considerável. Por exemplo, esta Instituição, ao participar do processo de fiscalização do crédito de plantio concedido através do PRRC, via Banco do Brasil, acabava por prestar algum tipo de assistência aos produtores de café, sendo estas horas computadas como custo

para o referido produto. Além disso, para liberação do crédito pelos bancos Minascaixa, Banco do Estado de Minas Gerais (Bemge), Banco de Crédito Real (Credireal) e outros, era a CHATER que fazia os "Planos de Custeio" responsabilizando-se pela fiscalização e pela assistência a esses cafeicultores. Dessa forma, justifica-se, em parte, os níveis relativamente elevados de investimentos apresentados pela instituição.

### 3.2.2. Benefícios da Pesquisa e Assistência Técnica

A estimativa do deslocador da curva de oferta ( $K$ ), utilizado no cálculo dos benefícios (ou retornos), foi da ordem de 26,00%. Para encontrar este deslocador, no presente estudo adotou-se o coeficiente de ajustamento da curva de oferta ( $b = 27,78\%$ ) e a elasticidade de oferta de longo prazo ( $\epsilon = 1,065$ ). Uma vez que o coeficiente de Nerlove representa o ajustamento que ocorre na oferta durante o período de um ano, considerou-se o valor estimado deste coeficiente como médio para cada ano do período.

Neste contexto, os benefícios provenientes do processo de pesquisa e extensão para o café no Estado foram calculados ano a ano. O estudo considerou como ano inicial para os benefícios 1973, ou seja, quatro anos após a intensificação do processo de geração e difusão tecnológica em Minas Gerais. Mesmo configurando-se um intervalo relativamente curto de tempo, esta pressuposição baseia-se no conhecimento de que pesquisas, tais como a do controle da ferrugem, desenvolvidas pelas instituições de pesquisas

mineiras, tiveram geração e implantação em propriedades cafeeiras praticamente concomitantes. De forma geral, não obstante as características inerentes à produção do café, dado o tipo de tecnologia gerada e sua importância, o processo de difusão e adoção caminhou rapidamente.

Em contrapartida, assumiu-se também um intervalo maior de tempo entre geração e adoção de tecnologias, com o intuito de diminuir o efeito de pesquisas desenvolvidas antes de 1970, e que provavelmente já faziam parte das técnicas utilizadas na produção do café, no início do período estudado. O intervalo admitido foi de seis anos, ou seja, 1975 como ano inicial dos benefícios totais.

Em ambos os casos, os benefícios foram maiores que os investimentos aplicados em pesquisa e assistência técnica para o café no Estado de Minas Gerais. Com início em 1973, o benefício bruto total foi da ordem de 2,0 trilhões de cruzeiros (a preços de dezembro de 1991), o que representa uma média de ganho de 110,6 bilhões de cruzeiros ao ano (Quadro 6). Os investimentos, por sua vez, apresentaram-se em torno de 156,9 bilhões de cruzeiros, com uma média anual de 7,5 bilhões. Se se descontarem os gastos, isto é, os investimentos realizados do benefício bruto total gerado para a sociedade, encontrar-se-á ainda um benefício líquido da ordem de 1,8 trilhão de cruzeiros que, ao ano, representa uma média de 87,4 bilhões. Este benefício líquido significou, em média, 12,3% do valor da produção mineira de café, enquanto os investimentos representaram apenas 1,05%.

**QUADRO 6 - Investimentos e Benefícios Anuais da Pesquisa e Assistência Técnica para a Cultura do Café no Estado de Minas Gerais, em Milhões de Cruzeiros (R\$) e Porcentagem Relativa ao Valor da Produção Mineira de Café, 1970-1990**

Ano	Benefício Bruto Total (Excedente Econômico)		Investimentos Pesquisa/Difusão		Benefícios (Excedente Líquido)		Líquido (Excedente Líquido) 1975		Total (B-C)	%	Valor da Produção Mineira de Café
	(A)		(B)		(A-C)		(B-C)				
	1975 (1)	1975 (2)	(C)	(D)	1975 (A-C)	1975 (B-C)	(E)				
1970	0,00	0,00	3.344,23	1,02	(3.344,23)	-1,02	(3.344,23)	-1,02	240.049,52		
1971	0,00	0,00	3.405,81	2,28	(3.405,81)	-2,28	(3.405,81)	-2,28	150.514,84		
1972	0,00	0,00	4.075,45	2,19	(4.075,45)	-2,19	(4.075,45)	-2,19	22.476,918		
1973	43.565,36	0,00	5.172,02	1,97	37.343,33	11,92	16.172,02	-1,97	31.104,30		
1974	19.737,18	0,00	4.655,66	1,34	45.461,52	12,59	14.655,66	-1,34	35.792,51		
1975	57.017,47	57.017,47	7.914,29	1,92	49.073,17	11,90	49.073,17	11,90	41.412,976		
1976	70.951,13	70.951,13	5.804,49	0,99	65.071,64	12,90	65.071,64	12,90	51.064,53		
1977	137.910,74	137.910,74	9.328,92	0,04	129.589,82	13,86	129.589,82	13,86	89.542,33		
1978	104.451,71	104.451,71	7.685,30	1,01	96.046,20	12,68	96.046,20	12,68	75.174,23		
1979	124.161,07	124.161,07	7.241,08	0,31	116.919,19	13,80	116.919,19	13,80	87.305,48		
1980	107.097,61	107.097,61	6.785,43	0,25	100.312,17	13,85	100.312,17	13,85	79.879,13		
1981	103.895,81	103.895,81	6.255,52	0,24	97.640,28	13,85	97.640,28	13,85	74.342,12		
1982	114.245,20	114.245,20	6.715,31	0,24	107.529,87	13,85	107.529,87	13,85	79.336,29		
1983	86.320,22	86.320,22	9.089,24	1,07	77.230,97	12,45	77.230,97	12,45	62.116,84		
1984	103.587,93	103.587,93	7.586,49	1,02	95.921,44	12,00	95.921,44	12,00	74.021,71		
1985	242.934,04	242.934,04	10.669,54	0,73	232.264,50	13,16	232.264,50	13,16	140.031,09		
1986	232.122,33	232.122,33	14.165,72	0,43	217.956,62	13,47	217.956,62	13,47	230.432,99		
1987	79.664,71	79.664,71	9.070,51	1,49	70.594,19	12,41	70.594,19	12,41	65.257,45		
1988	122.852,94	122.852,94	9.029,75	1,45	113.823,19	12,97	113.823,19	12,97	87.032,35		
1989	87.607,45	87.607,45	17.883,46	3,51	69.723,99	10,39	69.723,99	10,39	67.156,44		
1990	74.887,31	74.887,31	5.579,28	1,85	69.308,03	12,05	69.308,03	12,05	52.041,42		
Total	1.091.824,19	1.091.824,19	156.227,74	1,05	935.596,45	12,36	935.596,45	12,36	1.491.254,46		
Média	110.202,47	110.202,47	17.359,75	1,05	915.136,72	12,36	915.136,72	12,36	1.491.254,46		

Fonte: Dados da Pesquisa.

(1) Fração de destinação de 1975 (base Ministério de 1970-1984), (2) pressuposição de que os benefícios iniciados em 1970, (3) pressuposição de que os benefícios iniciados em 1975, (4) valores entre parênteses são negativos, (5) porcentagem do líquido em relação ao valor da produção mineira de café.

Com base nestes dados, pode-se observar que o custo desta política de desenvolvimento tecnológico é baixo dado o elevado benefício que proporciona para a sociedade. No período, a relação benefício bruto/investimento total ficou em torno de 12,689 (pressuposição de os benefícios iniciarem-se em 1973) indicando, assim, que para cada unidade monetária aplicada em pesquisa haverá um retorno de 12,69 unidades monetárias.

O Estado também obteve ganhos com a expansão da produção cafeeira, via impostos que recolhe. O acréscimo no Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) correspondente ao aumento da produção advinda da presença de tecnologias, foi de 115 bilhões de cruzeiros (a preços de dezembro de 1991) no período (1973/90), o que significou em média 6,4 bilhões ao ano (Quadro 10). Somado a isso, uma comparação entre os níveis de investimentos em pesquisa e assistência técnica coletados neste estudo com o volume total de ICMS recolhido no Estado de Minas Gerais relativo ao café demonstrou que o total investido representou, em média, apenas 0,08% do ICMS arrecadado com café no Estado (Apêndice B).

### 3.2.3. *Taxa Interna de Retorno dos Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica e Análise da Sensibilidade*

Sob a pressuposição de que os benefícios iniciaram-se em 1973, a taxa interna de retorno ao capital encontrada foi da ordem de 137,97%, enquanto que, com início em 1975, a taxa de retorno obtida foi de 82,06% (Quadro 7). Isto

significa que, para cada Cr\$ 1,00 aplicado em pesquisa e assistência técnica no conjunto das instituições mineiras consideradas neste trabalho, o retorno anual é de Cr\$ 2,33 e Cr\$ 1,82, respectivamente.

QUADRO 7 - Taxas Internas de Retorno Obtidas Através da Análise da Sensibilidade dos Investimentos em Pesquisa e Assistência Técnica para o Café no Estado de Minas Gerais (em %)

Níveis de Variações (*1)	Taxa Interna de Retorno	
	1973 Benef. Bruto (*2)	1975 Benef. Bruto (*3)
Caso Base 0.00 (*4)	137.97	82.06
-20.00	121.39	74.15
-15.00	125.77	76.26
-10.00	129.98	78.28
-5.00	134.04	80.21
5.00	141.77	83.83
10.00	145.46	85.53
15.00	149.04	87.17
20.00	152.52	88.76

FONTE: Dados da pesquisa.

- (\*1) Variação no benefício bruto mantendo constante o investimento.  
 (\*2) pressuposição de que os benefícios iniciaram-se em 1973;  
 (\*3) pressuposição de que os benefícios iniciaram-se em 1975;  
 (\*4) Estimativas das taxas internas de retorno obtidas no estudo.

Estes retornos podem ser comparados às taxas encontradas por AYER e SCHUH (1972) em seu estudo para o caso do algodão em São Paulo, as quais situaram-se entre 77 e 110% (Apêndice A). Por outro lado, as taxas obtidas no presente trabalho serão aparentemente altas se se compará-las, por exemplo, aos retornos estimados por FONSECA (1976), os quais variaram de 17,1 a 21,8% para os investimentos em pesquisa e difusão para o café em São Paulo.

Uma possível explicação para esta elevada magnitude do retorno pode estar relacionada com a significativa ampliação da produção mineira de café, uma vez que esta aumentou 414% entre 1970/1989, enquanto a produção de café brasileira aumentou cerca de 240% durante o período estudado por Fonseca (1944/1975). Isto configurou-se uma taxa geométrica de crescimento da produção mineira da ordem de 9,1% ao ano (Quadro 1E), sendo que este aumento foi, em grande parte, possível devido às tecnologias geradas no Período para a cultura.

Neste sentido, caracterizou-se por incrementos de área produtiva e produtividade, onde pode-se citar os resultados de pesquisas sobre manejo e conservação de solos, zoneamento agroclimático, fisiologia do cafeeiro e seleção de linhagens de maior adaptação, dentre outras, bem como decorrentes de orientações tecnológicas que evitam quebras na produção como, por exemplo, o controle de pragas e doenças. A análise dos dados levantados no estudo, evidencia tais colocações ao demonstrar que na década de setenta (período de expressivo investimento e

desenvolvimento de pesquisas para o café no Estado) a taxa geométrica de crescimento da área produtiva foi da ordem de 5,59% ao ano, enquanto para a produtividade, a referida taxa situou-se em torno de 4,16% (Quadro 3E).

Outro ponto que deve ser considerado para complementar a avaliação econômica dos investimentos realizados no Estado para o desenvolvimento de tecnologias e sua difusão aos cafeicultores, refere-se à análise da sensibilidade destas inversões. Esta análise permite conhecer a estabilidade da taxa interna de retorno encontrada no presente estudo, possibilitando, dessa forma, visualizar as possíveis alterações que poderão acontecer na referida taxa diante de variações nos níveis de benefícios brutos.

Espera-se que, até certo ponto, exista uma correlação positiva entre investimento em pesquisa, benefício bruto e taxa interna de retorno, isto é, elevação nos níveis de investimentos propiciariam acréscimos nos benefícios e, conseqüentemente, incrementos na taxa interna de retorno.

O Quadro 7 apresenta as taxas internas de retorno relativas à variações entre o intervalo de - 20% à + 20% nos benefícios brutos da política. Os valores encontrados demonstram que se esses benefícios decrescessem 20%, a taxa interna de retorno passaria, na pressuposição de que os benefícios iniciaram em 1973, de 137,97 para 121,39% e de 82,06 para 74,15% no caso de começarem em 1975.

No caso inverso, ou seja, se forem obtidos acréscimos de 20% nos benefícios brutos, no primeiro caso

(1973) a taxa interna de retorno evoluiria de 137,97 para 152,52% e, na segunda hipótese (1975), passaria de 82,06 para 88,76%.

Observa-se com esses resultados a estabilidade da taxa interna de retorno encontrada neste trabalho. Tal estabilidade indica que os retornos aos investimentos em pesquisa e assistência técnica ao café no Estado de Minas Gerais apresentam-se estáveis e economicamente viáveis sugerindo que, na pior das hipóteses, isto é, de manutenção destes investimentos nos níveis históricos, os ganhos da sociedade e do Estado seriam evidentes.

Entretanto, é importante ressaltar, que tais níveis de investimentos referem-se àqueles observados na década de setenta pois, é especialmente nesse período que os principais resultados de pesquisas propiciadores dos benefícios encontrados foram gerados e o serviço de assistência técnica era também mais efetivo. Assim, a estabilidade da taxa interna de retorno estimada torna-se estritamente relacionada com os níveis de investimentos observados naquele período.

#### 3.2.4. *Distribuição dos Benefícios entre Consumidores e Produtores de Café*

A distribuição dos benefícios provenientes do desenvolvimento de tecnologias e sua difusão aos produtores de café no Estado de Minas Gerais, foi mais favorável aos consumidores, confirmando a revisão apresentada no modelo conceitual. Tal fato ocorreu diante das características do

mercado de café, refletidas neste estudo através da baixa elasticidade da demanda pelo produto (0,63) e de uma oferta com elasticidade de 1,065, bem como pela pressuposição assumida de deslocamento pivotante na oferta.

A sensibilidade dos excedentes a estes parâmetros está relacionada à própria forma de efetuar seu cálculo, sendo obtidos pela diferença entre os excedentes com e sem tecnologia, ou seja, por suas variações. A variação que ocorre no excedente do consumidor, fruto do processo de desenvolvimento tecnológico, é dada pela área situada abaixo da linha de demanda e entre as linhas de preço, sendo interpretada como economia de gastos e compra de quantidades adicionais do produto. Em relação ao excedente do produtor, por outro lado, a área é de difícil visualização gráfica (dada pela diferença entre a área compreendida entre a linha de preço 1 e a curva de oferta inicial e a linha de preço 2 e a nova curva de oferta) representando o adicional (ou perda) de receita líquida.

Assim, ao serem obtidos por áreas entre as curvas de oferta e demanda, os excedentes se tornam sensíveis às elasticidades destas curvas, como colocado por NORTON et alii (1987), sendo que menores elasticidades tendem a refletir negativamente para os produtores, especialmente em relação à demanda. Somado a isso, as variações nestes excedentes são também sensíveis à pressuposição assumida sobre a natureza do deslocamento da oferta, com deslocamentos divergentes promovendo menores benefícios para os produtores, como exposto por DUNCAN e TISDELL (1971).

A média anual de variação no excedente estimado para os consumidores foi de 147,1 bilhões de cruzeiros (a preços de dezembro de 1991), enquanto os produtores tiveram uma redução média em seu benefício líquido da ordem de 36,4 bilhões (sob pressuposição de 1973) (Quadro 8). Cabe aqui lembrar que o consumidor a que se refere o trabalho relaciona-se a todo aquele que compra café diretamente do produtor.

Esta tendência de variação negativa no excedente dos produtores ocorre, visto que a tecnologia ao promover queda de preço no longo prazo tende a propiciar um declínio na receita líquida do produtor, especialmente quando este enfrenta uma demanda mais inelástica. Isto porque, nestas condições de elasticidade, a variação no preço é maior que a ocorrida na quantidade vendida, "ceteris paribus". Conseqüentemente, os consumidores são os maiores beneficiários desse processo de desenvolvimento tecnológico nestas condições. No Quadro 8 pode-se observar que a variação ocorrida no excedente do consumidor foi positiva, sendo que uma parcela do excedente do produtor foi retirada em função do impacto das tecnologias.

É de se esperar, que aqueles produtores que adotam primeiro a nova tecnologia obterão, no curto prazo, lucros supernormais com a redução de seus custos. Este fato, aliado à tendência de queda nos níveis de preços, configura-se um importante condicionante para que os produtores retardatários adotem as novas técnicas, visto que, se não o fizerem, provavelmente serão excluídos do mercado, caso esta situação persista. Essa perda de renda,

QUADRO 8 - Variação nos Excedentes do Consumidor, do Produtor e Econômico (\*1), em Milhões de Cruzeiros (\*2) 1970-1990

Ano	Variação		
	Excedente do Consumidor	Excedente do Produtor (*3)	Excedente Econômico
1970	-	-	-
1971	-	-	-
1972	-	-	-
1973	57.844,30	(14.328,95)	43.515,36
1974	66.114,87	(16.377,70)	49.737,18
1975	76.855,88	(19.038,41)	57.817,47
1976	94.314,25	(23.363,13)	70.951,13
1977	183.333,29	(45.414,55)	137.918,74
1978	138.846,07	(34.394,36)	104.451,71
1979	165.045,43	(40.884,35)	124.161,07
1980	146.085,22	(36.187,61)	109.897,61
1981	136.922,99	(33.917,98)	103.005,01
1982	147.079,09	(36.433,81)	110.645,28
1983	114.754,79	(28.426,57)	86.328,22
1984	137.591,52	(34.083,59)	103.507,93
1985	269.625,27	(66.790,43)	202.834,84
1986	441.485,17	(109.362,84)	332.122,33
1987	120.519,22	(29.854,51)	90.664,71
1988	162.242,99	(40.190,15)	122.052,84
1989	89.975,89	(22.288,45)	67.687,45
1990	98.376,80	(24.369,48)	74.007,31
		Média	
1973	147.056,28	(36.428,16)	110.628,12
1975	157.690,87	(39.062,51)	118.628,35

FONTE: Dados da pesquisa.

(\*1) Excedentes calculados sob a pressuposição dos benefícios iniciando-se em 1973. Para visualização dos benefícios sob a pressuposição 1975, consideram-se 1973 e 1974 como inexistentes.

(\*2) preços de dezembro de 1991 (base dezembro de 1989=100).

(\*3) valores entre parênteses são negativos.

aliada ao ganho potencial que poderiam obter com a adoção, devem proporcionar-lhes grandes incentivos para que eles procurem conhecer as novas tecnologias. Assim, os primeiros

adotantes são os que mais se beneficiam mas, à medida que outros produtores vão adotando as novas técnicas, estes ganhos iniciais vão sendo diluídos. Para voltar a obter os benefícios iniciais, os primeiros adotantes têm de buscar inovar mais, dando início a outra etapa do processo.

É possível também inferir, que o estrato de produtores que tende a retrair mais seu excedente com esta redução no preço, caso ele não se modifique, é aquele de maior custo médio de produção, ou seja, os menos eficientes. Em contrapartida, a parcela de produtores deste estrato que adota o conjunto de novas técnicas configuram-se os maiores beneficiários deste processo, visto que seu nível de transformação (ou de redução de custos médios) é relativamente maior. Esta inferência tende a estar relacionada com a pressuposição de deslocamento divergente Pivotal da oferta assumida no estudo. Sugerido por LINDNER e JARRETT (1978), dentre outros autores, este tipo de deslocamento aproxima-se da realidade, na medida em que assume (ou representa) que os produtores possuem estruturas de custos diferenciadas, o que, por sua vez, contribui para que eles dêem respostas e se transformem de maneiras distintas frente ao aparecimento de novas tecnologias de produção. Além disso, assume que os produtores menos eficientes reduzem mais rapidamente seus custos médios, ao adotarem os novos resultados das pesquisas.

Estas colocações sugerem que apenas aqueles cafeicultores que entrarem no processo de racionalização de sua produção, calcando sua atividade em técnicas modernas, poderão garantir sua permanência no mercado, visto que são

os produtores mais eficientes (ou de baixo custo médio de produção) aqueles que tendem a possuir maior estabilidade e maior poder de barganha para enfrentarem flutuações de preços e instabilidades políticas. Além disso, se possuírem melhor qualidade em seu produto, defrontarão com elasticidade-renda da demanda relativamente mais elevada, o que também propicia rendas líquidas maiores.

No que se refere aos acréscimos nos excedentes dos consumidores, cabe destacar que apesar do trabalho considerar como integrante desse setor todo aquele que compra café diretamente do produtor, é de se esperar que parte dos benefícios adquiridos por esse grupo seja desfrutada pelo consumidor final. Isto pode ser esperado pois, uma vez que a tecnologia propicie redução de preços em função do aumento da oferta (o próprio excedente do consumidor representa economia de recursos), é provável que o consumidor-intermediário repasse esta diminuição praticando sua venda com preços também mais baixos, beneficiando, desta forma, o consumidor final. Assim, pode-se inferir que a política de aplicação de recursos em pesquisa e assistência técnica à cafeicultura mineira também contribui para não alimentar a inflação, o que constitui um fator positivo.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

No Estado de Minas Gerais, volumes significativos de recursos públicos foram orientados para o desenvolvimento de pesquisas e para sua difusão aos produtores de café a partir de 1970. Sabe-se que as tecnologias geradas, aliadas à sua divulgação, tiveram grande influência na expansão e racionalização da cafeicultura no Estado, conferindo-lhe ganhos de produtividade e contribuindo para a sua hegemonia nacional, a partir de 1980. Entretanto, não se tem conhecimento do volume total investido pelo governo e da magnitude dos benefícios obtidos pela sociedade em decorrência desses investimentos.

Este trabalho então procurou avaliar os retornos dos investimentos em pesquisa e assistência técnica ao café em Minas Gerais, bem como sua distribuição entre produtores e consumidores, com intuito de dar um indicativo sobre a eficiência deste tipo de alocação e pela necessidade de continuidade no desenvolvimento tecnológico para a cafeicultura mineira.

A fim de atender a estes objetivos, utilizou-se o procedimento tradicional de cálculo da taxa interna de retorno, o qual demonstra a remuneração do capital investido. Calculou-se também a variação no excedente econômico e as variações nos excedentes do produtor e do consumidor com intuito de verificar a apropriação dos benefícios.

As taxas internas de retorno encontradas para os investimentos realizados foram da ordem de 82,06 e 137,97%, respectivamente, para as pressuposições de que os benefícios iniciar-se-iam em 1973 e 1975. Estas elevadas taxas estiveram associadas, dentre outros fatores, com a significativa ampliação pela qual passou a produção de café no Estado, especialmente porque este aumento foi, em grande parte, possível em razão das tecnologias geradas no período para a cultura e do serviço de assistência técnica.

Neste contexto, o desenvolvimento tecnológico e sua difusão em Minas Gerais realmente propiciou, de um lado, a transformação da cafeicultura já instalada e, de outro, a implantação de uma cafeicultura moderna calcada em técnicas avançadas de cultivo (como exemplo, cita-se o desenvolvimento da cafeicultura no Cerrado de Minas Gerais).

A magnitude do benefício gerado para a sociedade, (2 trilhões de cruzeiros, a preços de dezembro de 1991), evidencia o volume de recursos que o processo de pesquisa e assistência técnica é capaz de propiciar para a economia, o que torna o custo desta política de desenvolvimento tecnológico e assistência técnica relativamente baixo.

(0,2 trilhões de cruzeiros). O elevado benefício líquido proporcionado no período foi de 1,8 trilhões de cruzeiros, representando, o benefício bruto, 12,689 do investimento total realizado (pressuposição 1973).

É interessante ressaltar que, além da sociedade, o próprio Estado, "responsável" pelos custos do desenvolvimento tecnológico e sua difusão, também se beneficia diretamente deste processo, na medida em que a tecnologia, ao promover acréscimos na produção, contribui para elevar a arrecadação de impostos, especialmente via ICMS. Em média, os cofres públicos recolheram 6,4 bilhões de cruzeiros (em valores de dezembro de 1991) a mais por ano (pressuposição 1973). Pode-se observar que este aumento cobre, em média, cerca de 00,54% dos investimentos realizados, reduzindo, neste sentido, o ônus para o erário desta política (e isso, considerando apenas o ganho em termos do ICMS). Desta maneira, o volume de recursos utilizado no processo de desenvolvimento da cafeicultura mineira é bem pequeno, comparado com o imposto que a produção do referido produto gera para o governo, sem considerar a indicação deste estudo sobre os elevados retornos para a sociedade provenientes desses investimentos.

A distribuição dos benefícios entre produtores e consumidores de café foi mais favorável a este último. Isto esteve relacionado às características do próprio setor de café, evidenciadas neste trabalho por meio da baixa elasticidade para a demanda e de uma oferta com elasticidade próxima da unidade, bem como em virtude da

hipótese de deslocamento pivotal da oferta assumida no estudo. Os produtores apresentaram uma variação negativa em seus excedentes, enquanto os consumidores auferiram acréscimos. Nesse sentido, o impacto das tecnologias e sua difusão propiciaram aos consumidores variação positiva, inclusive caracterizada por transferência para si de parte do excedente dos produtores.

A princípio esta variação negativa para os produtores parece desfavorecer o incentivo aos investimentos em pesquisa e assistência técnica e a própria adoção dos resultados tecnológicos. Todavia, ao se analisar a dinâmica deste processo percebe-se que, na realidade, são os produtores que modernizam sua forma de produzir, ou seja, apenas aqueles que adotam as novas técnicas, que se beneficiam. Soma-se a isso a indicação de que os primeiros adotantes menos eficientes (alto custo médio) são os que obtêm maiores ganhos. Assim, se por um lado há a diminuição nos benefícios líquidos, por outro, a tecnologia propicia uma certa garantia de rentabilidade e permanência no mercado ao longo prazo.

Neste quadro de elevados benefícios, aliado às altas taxas de retorno estimadas no trabalho, reafirma-se a eficiência deste tipo de aplicação. Observou-se que além do fato de os investimentos na geração de pesquisa e assistência técnica para o café no Estado de Minas Gerais constituírem boa aplicação para os recursos públicos, o próprio desenvolvimento do setor demanda a continuidade dessa atitude política, uma vez iniciado o processo.

Apesar destas considerações, parece que nos últimos anos a percepção para a eficiência desta política cafeeira, em especial, não tem sido observada. Ao se analisarem os investimentos direcionados à pesquisa e difusão para este produto levantados neste estudo, observar-se-á que existe uma descontinuidade ao longo das duas últimas décadas, com declínio nos anos oitenta em relação aos investimentos em pesquisa (sua taxa geométrica de crescimento foi da ordem de -1,13% ao ano).

Este fato está relacionado, em grande parte, com o comportamento das políticas agrícolas em geral. Uma análise histórica nos faz perceber que tais políticas são subordinadas a prioridades outras que não as suas especificamente. Os instrumentos utilizados beneficiam o setor mas, por outro lado, este benefício está vinculado à resolução primeira de problemas econômicos localizados fora do setor agrícola. O discurso em torno de priorizar a agricultura não visava, na realidade, proporcionar um desenvolvimento integral da mesma. Em função desta situação, as políticas agrícolas acabam por ficar sem uma continuidade.

Esta falta de continuidade não só deixa de trazer aqueles ganhos para a sociedade, como também promove desperdício de recursos. Isto porque, em alguns casos, quando há redução nos orçamentos das instituições de pesquisa, muitos experimentos têm de ser paralisados ou mesmo abandonados. Conseqüentemente, não são gerados resultados (tecnologias) e não se tem retorno para os custos iniciais.

Somado a isso, é reconhecido mundialmente o papel da tecnologia como fator preponderante ao desenvolvimento de qualquer área produtiva, principalmente no que diz respeito à eficiência. E esta questão vem tendo participação importante no âmbito das grandes reflexões internacionais, neste final de século, como a discussão sobre o papel do governo nas atividades produtivas (Leste Europeu), a formação de blocos econômicos (que já se desenvolve há algum tempo) e a preocupação com o meio ambiente.

O próprio setor café está passando por mudanças que acabam por elevar a demanda por geração de tecnologias. Com o fim das cláusulas econômicas do Acordo Internacional do Café (AIC), vigora agora o livre comércio, e isto, conseqüentemente, acentua ainda mais a necessidade de se buscarem maior eficiência e melhor qualidade. No caso do Brasil, esta mudança no mercado externo, aliada aos problemas internos da cafeicultura e à propaganda desfavorável ao café brasileiro realizada por outros países produtores, intensifica a necessidade de acelerar a procura de técnicas que aprimorem a qualidade do produto nacional e de uma política de propaganda deste nos mercados potenciais. Neste contexto, a política de investimentos em pesquisa e assistência técnica é de grande relevância para dar o suporte tecnológico tão necessário neste momento.

O declínio observado neste estudo para os investimentos nessa área, aliado à desativação do sistema de controle e estatística, vem contribuindo para um processo crescente de defasagem tecnológica no País que, por sua vez, eleva o risco de comprometer a competitividade

nacional e a própria viabilidade da cafeicultura.

Nesta conjuntura de certo "descaso" em relação às instituições de pesquisa e assistência técnica, somada à evidencição da necessidade crescente da cafeicultura em tecnologia, este trabalho vem justamente demonstrar a viabilidade econômica de se investir nesta área. Os elevados retornos obtidos indicam que essa política de incentivo ao desenvolvimento tecnológico e sua difusão aos cafeicultores no Estado de Minas Gerais representa uma boa alternativa de investimento para os recursos públicos, o que propicia significativos ganhos para a sociedade mineira e para o Estado.

Os investimentos realizados nas décadas de setenta e oitenta, propiciaram a racionalização da produção cafeeira (em que os produtores passaram a adotar as novas tecnologias geradas, estando estas adaptadas aos problemas regionais), a expansão e a mudança para o Estado da posição de maior produtor nacional (fato este propiciado por aquela modernização e crescimento no cultivo).

Este trabalho vem, neste contexto, contribuir para confirmar a eficiência das políticas de modernização do setor agrícola, as quais liberam recursos para o desenvolvimento de pesquisas e para a assistência técnica. De maneira específica, as taxas de retorno encontradas indicam que o investimento na geração e difusão de tecnologias para a cultura do café em Minas Gerais é alocativamente eficiente.

BIBLIOGRAFIA

## BIBLIOGRAFIA

- ABDALLAH, P. R. *Agricultura e propagação inflacionária*. Viçosa, UFV/Impr. Univ., 1991. 87 p. (Tese M.S.)
- ABROANALYSIS. *Retrospectiva da agropecuária - anos 80*. Rio de Janeiro, FGV, 1990. p. 38-40.
- \_\_\_\_\_. Rio de Janeiro, FGV, 13(6) 5-7, jun. 1989.
- AKINO, M. & HAYAMI, Y. Efficiency and equity in public research: rice breeding in Japan's economic development. *Am. J. Agric. Econ.* 57(1) 1-10, Feb. 1975.
- ALBUQUERQUE, M. C. de & NICOL, R. *Economia agrícola. o setor primário e a evolução da economia brasileira*. São Paulo, McGraw-Hill, 1987. 335 p.
- ALVES, E. R. de A. *Transformações da agricultura brasileira*. Brasília, CODEVASF, 1989. 47 p.
- \_\_\_\_\_. *Pesquisa: o caminho da agricultura*. Brasília, CODEVASF, 1988. 9 p.
- \_\_\_\_\_. Modelo institucional da EMBRAPA. In: \_\_\_\_\_. *Pesquisa agropecuária: perspectiva histórica e desenvolvimento institucional*. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1985a. v. 1, p. 373-93. (EMBRAPA-DEP - Documentos, 21)
- ALVES, E. R. de A. Pesquisa aplicada, assistência técnica e extensão rural. In: \_\_\_\_\_. *Pesquisa agropecuária: perspectiva histórica e desenvolvimento institucional*. Brasília, EMBRAPA-DEP, 1985b. v. 1, p. 3-10. (EMBRAPA-DEP - Documentos, 21)

- AMBROSI, I. & CRUZ, E. R. da. Taxas de retorno dos recursos aplicados em pesquisa no Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. EMBRAPA. *R. Econ. Rural* 24(2) 195-209, abr./jun. 1984.
- ANUARIO ESTATISTICO DE MINAS GERAIS 1990. Belo Horizonte, SEPCE, 1990. v. 7.
- ANUARIO ESTATISTICO DO BRASIL 1961-1990. Rio de Janeiro, IBGE, 1961-1990. v. 50.
- ANUARIO ESTATISTICO DO CAFE 1971-1989. Rio de Janeiro, IBC, 1971-1989. n. 11-19.
- 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. Montpellier, Fac. de Droit et des Sci. Econ.*, 1981. (Tese D.Sc.)
- AYER, H. W. & SCHUH, G. E. Social rates of the return and other aspects of agricultural research: the case of cotton research in São Paulo, Brazil. *Am. J. Agric. Econ.* 54 557-569, 1972.
- BACHA, C. J. C. *Evolução recente da cafeicultura mineira - determinantes e impactos. São Paulo, USP, 1988. 536 p.* 2 v. (Tese Ph.D.)
- BARROS, G. S. de C. *Economia da comercialização agrícola. Piracicaba, FEALQ, 1987. 306 p.*
- CAIXETA, G. Z. T. *Importância econômica da cafeicultura para o Brasil e para Minas Gerais, mercado mundial e a Organização Internacional do Café, ciclos de produção e preços, políticas brasileiras para o setor, política de preço e comportamento do mercado cafeeiro. Lavras, s.ed., 1987. 32 p.* (Palestra apresentada na VII Semana de Ciências Agrárias de Lavras).
- CAIXETA, G. Z. T., LEITE, C. A. H. & OLIVEIRA, A. H. de. Tendências do mercado de café do Brasil. *R. Econ. Rural* 27(2):173-96, abr./jun. 1989.
- CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA AGRICULTURA - CNA. *Cafeicultura brasileira, perfil da produção - jan./1992. s.l. s.ed. 1992. 72 p.*
- CONJUNTURA ECONÔMICA 1991. Rio de Janeiro, IBRE/FGV, 45(3), mar. 1991.
- CONTINI, E., AVILA, A. F. D. & TOLLINI, H. Pesquisa agropecuária e suas inter-relações com o sistema produtivo. In: ----- *Alimentos, política agrícola e pesquisa agropecuária. Brasília, EMBRAPA, 1989. p. 7-12. (Preâmbulo).*

- CRUZ, E. R. da; PALMA, V. & AVILA, A. F. D. *Taxas de retorno dos investimentos da EMBRAPA: investimentos totais e capital físico*. Brasília, EMBRAPA-DID, 1982. 47 p. (EMBRAPA-DDM - Documentos, 1)
- CURRIE, J. M.; MURPHY, J. A.; SCHMITZ, A. The concept of economic surplus and its use in economic analysis. *The Econ. J.* 81(324):741-99, 1971.
- DUNCAN, R. & TISDELL, L. Research and technical program: the returns to producers. *Econ. Res.* 47(5):124-29, 1971.
- EPAMIG. A implantação e evolução do Sistema Estadual de Pesquisa Agropecuária e da EPAMIG: a integração tecnológica na agricultura mineira na década de setenta. *Série Revisão*, Belo Horizonte, 1(2), 1980. 100 p.
- EVENSON, R. E. The contribution of agricultural research to production. *J. Farm Econ.* 49(5):1415-25, Dec. 1967.
- . Comparative evidence on returns to investment in national and international research institutions. In ARNDT et alii (eds.) *Resource allocation and productivity*. Minneapolis, University of Minnesota Press, 1977.
- FONSECA, M. A. S. da. *Retorno social aos investimentos em pesquisa na cultura do café*. Piracicaba, ESALQ, 1976. 149 p. (Tese M.S.).
- FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS - FGV. *Agropecuária: preços médios de arrendamentos, vendas de terras, salários, empreitadas, transportes. Revisão e atualização da série 1966-1984*. Rio de Janeiro, FGV, 1985. 54 p.
- . *Agropecuária: índices e preços médios de arrendamentos, vendas de terras, salários, empreitadas, transportes. 1.º semestre de 1966 a 1.º semestre de 1980*. Rio de Janeiro, FGV, 1988. 82 p.
- GRILICHES, Z. Research costs and social returns: hybrid corn and related innovations. *J. Pol. Econ.* 66(5):419-31, Oct. 1958.
- . A note: serial correlation bias in estimates of distributed lags. *Econometrica*, Bristol, 29(1):65-73, Jan. 1961.
- . Research expenditures, education and the aggregate agricultural production function. *Am. Econ. Rev.* 54(6):961-74, Dec. 1964.
- HAYAMI, Y. & RUTTAN, V. W. *Desenvolvimento agrícola: teoria e experiências internacionais*. EMBRAPA, 1980. 25 p.
- IBC/DEC/PPF. *Café e planos de desenvolvimento econômico*. Curso de economia cafeeira da IBC. s.n.t.

- INFORME AGROPECUÁRIO Belo Horizonte, EPAMIG, 14(162), 1989
- INSTITUTO BRASILEIRO DO CAFÉ. Grupo Executivo de Racionalização da Cafeicultura - IBC-GERCA. *Relatório 1970/82*. Rio de Janeiro, 1970-1982.
- \_\_\_\_\_. *Resultados dos planos de renovação e reavivamento dos cafezais 1969/70 - 75/77, plantios de café por municípios*. Rio de Janeiro, 1970. 65 p.
- KOYCK, L.M. *Distributed lags and investment analysis*. Amsterdam, North-Holland, 1954. 111 p.
- LIMA, J.H. *Café e indústria em Minas Gerais - 1870/1920*. Petrópolis, Vozes, 1981. 105 p.
- LINDNER, R.K. & JARRETT, F.G. Supply shifts and the size of research benefits. *Am. J. Agric. Econ.* 60(1):40-58, Feb. 1978.
- LOGATO, E.S. *Efeitos das políticas econômicas sobre a cafeicultura mineira, 1970/90*. Vicosa, UFV/Impr. Univ., 1993. (Tese M.Sc.).
- MADDALA, G.S. *Econometrics*. Singapore, McGraw-Hill, 1980. 516 p.
- HALAVOLTA, E. & ROMERO, J.P. *Manual de adubação*. São Paulo, ANDA, 1975. 346 p.
- HATIELLO, J.B. & CARVALHO, F. Contribuição das ciências agrárias para o desenvolvimento: o caso do café. *R. Econ. Rural* 18(3):494-505, jul./set. 1980.
- HELD, F.H. de. Disponibilidade de tecnologia entre produtos da agricultura brasileira. *R. Econ. Rural* 18(20):221-49, abr./jun. 1980.
- \_\_\_\_\_. *O problema alimentar no Brasil: a importância dos desequilíbrios tecnológicos*. Rio de Janeiro, Paz e Terra, 1983. 226 p.
- MISHAN, E.J. What is producer's surplus? *The Am. Econ. Rev.* 50(5):1289-92, 1960.
- MISHAN, E.J. *Elementos de análise de custos-benefícios*. Rio de Janeiro, Zahar, 1975. 206 p.
- MODIANO, E.M. Salários, preços e câmbio: os multiplicadores do choque numa economia indexada. *Pesq. Planej. Econ.* 15(1):1-31, abr. 1985.
- MONTEIRO, A. *Avaliação econômica da pesquisa e extensão agrícola: o caso do cacau no Brasil*. Vicosa, UFV/Impr. Univ., 1975. 78 p. (Tese M.Sc.).

- NERLOVE, H. Estimates of the elasticities of supply of selected agricultural commodities. *J. Farm Econ.*, Menasha, 38(2) 496-509, May 1954.
- \_\_\_\_\_. *The dynamics of supply. estimation of farmer's response to price*. Baltimore, The Johns Hopkins, 1958.
- NORTON, G.W. & DAVIS, J.S. Evaluating returns to agricultural research: a review. *Am. J. Agric. Econ.* 63 (4) 685-99, Nov. 1981.
- NORTON, G.W., GANOZA, V.G., POMAREDA, C. Potencial benefits of agricultural research and extension in Peru. *Am. J. Agric. Econ.* 69(2):247-57, 1987.
- PASTORE, A.C. *A resposta da produção agrícola aos preços no Brasil*. São Paulo, APEC, 1973. 170 p.
- PASTORE, A.C., ALVES, E.R. de A., RIZZIERI, J.A.B. A inovação induzida e os limites à modernização na agricultura brasileira. *R. Econ. Rural* 14(1) 257-85, 1976a.
- PASTORE, J., DIAS, G.L.S., CASTRO, M.C. de. Condicionantes da produtividade da pesquisa agrícola no Brasil. *Est. Econômicos*, IPE-USP, São Paulo, 6(3) 147-182, 1976b.
- PETERSON, W.L. Return to poultry research in the United States. *J. Farm Econ.* 49(3):656-69, Aug. 1967.
- \_\_\_\_\_. *Organization and productivity of the federal-state research system in the United States. Resource allocation and productivity in national and international research*. University of Minnesota, 1977.
- PINSTRUP-ANDERSEN, P., RUIZ DE LONDONO, N., HODVER, E. The impact of increasing food supply on human nutrition: implication of commodity priorities in agricultural research and policy. *Am. J. Agric. Econ.* 58(2):131-42, May 1976.
- RIBEIRO, J.L. Retornos a investimentos em pesquisa agropecuária. *Inf. Agropec* 10(16):60-3, ago. 1984.
- ROESSING, A.C. *Exportações brasileiras de farelo de soja: um modelo de desequilíbrio*. Vicosa, UFV/Impr. Univ., 1990. 172 p. (Tese D.Sc.)
- ROSE, R.N. Supply shifts and research benefits: comment. *Am. J. Agric. Econ.* 62(4):834-7, Nov. 1980.
- SANTANA, A.C., RUFINO, J.L.S., VALE, S.M.L.R., TEIXEIRA, E.C., GARCIA, S.A. Efeitos da política de preços mínimos na produção de algodão e arroz no Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ECONOMIA E SOCIOLOGIA RURAL, 29, Campinas, 1991. *Anais*. Brasília, SOBER, 1991.

- SANTOS, T. dos. *Revolução científico-técnica e capitalismo contemporâneo*. Petrópolis, Vozes, 1983. 169 p.
- SCANTIMBURGO, J. de. *O café e o desenvolvimento do Brasil*. São Paulo, Melhoramentos, 1980. 224 p.
- SCHUH, G.E. *A pesquisa e o desenvolvimento agrícola no Brasil*. CEPLAC, 1971. 17 p.
- \_\_\_\_\_. *Econometria: um curso introdutório*. Viçosa, UFV/DER, 1964. 91 p. (Curso proferido na Escola de Especialização). (Apostila mimeografada).
- SCHULTZ, T.W. *Transformação da agricultura tradicional*. Rio de Janeiro, Zahar, 1965. 207 p.
- \_\_\_\_\_. *The economic organization of agriculture*. New York, McGraw-Hill, 1953. 373 p.
- SCOBIE, G.M. & FOSADA, T.R. The impact of technical change on income distribution: the case of rice in Colombia. *Am. J. Agric. Econ.* 60(1):85-92, Feb. 1978.
- SILVA, G.L.S.P. da. *Produtividade agrícola, pesquisa e extensão rural?*. São Paulo, IPEA/USP, 1984. 143 p.
- SILVA, G.L.S.P. da; FONSECA, M.A.S. da; MARTIN, N.B. Pesquisa e produtividade agrícola no Brasil. *Agric. em São Paulo* 26(2):175-253, 1979.
- SIMONSEN, M.H. *Teoria microeconômica*. Rio de Janeiro, FGV, 1983. 426 p.
- SZMRECSÁNYI, T. *Pequena história da agricultura no Brasil*. São Paulo, Contexto, 1990. 102 p. (Coleção Repensando a História).
- TEIXEIRA, T.D. *Ajustamentos requeridos pela agricultura brasileira*. Viçosa, UFV/Impr. Univ., 1984. 20 p.
- VILAS, A.T. *Estimativa de funções de oferta de arroz para o Estado de Goiás e suas implicações econômicas, período 1964-69*. Viçosa, UFV/Impr. Univ., 1973. 136 p. (Tese M.S.).
- VISSOTTO, S.L., MACHADO, J.A.R., PEDROSA, A.V.B., CAIXETA FILHO, J.V. Caracterização da cafeicultura brasileira no final do século XX. *Inf. GEP/DESR*, Piracicaba, 3(11): 5-26, nov. 1990.
- VOON, J.P. & EDWARDS, G. The calculation of research benefits with linear and nonlinear specifications of demand and supply functions. *Am. J. Agric. Econ.* 72(2): 415-20, May 1991.
- WISE, M.S. & FELL, E. Supply shifts and the size of research benefits: comment. *Am. J. Agric. Econ.* 62(4): 838-40, nov. 1980.

APÉNDICES

## APÊNDICE A

### RETORNOS AOS INVESTIMENTOS EM PESQUISA AGRÍCOLA: UMA BREVE REVISÃO

Neste apêndice, objetivou-se fazer uma revisão das metodologias e resultados encontrados nos vários estudos de avaliação de investimentos em pesquisa e assistência técnica.

Nos últimos anos, tem-se realizado um grande número de pesquisas para determinar a taxa de retorno aos investimentos realizados em pesquisa agrícola. Em geral, os métodos e procedimentos que têm sido utilizados para avaliar esse retorno podem ser divididos em dois grupos distintos. Primeiro, aqueles usados para fazer uma avaliação "ex-post" da eficiência da pesquisa agrícola e da sua contribuição para a economia como um todo, objetivando determinar o quanto as instituições de pesquisa são eficientes. Segundo, aqueles utilizados para fazer uma avaliação "ex-ante" de programas, com a meta de desenvolver

um meio mais efetivo de estabelecer prioridades e também para justificar os recursos requeridos.

Por outro lado, as análises benefício-custo da pesquisa agrícola, em sua maioria, vêm se realizando a partir de uma perspectiva "ex-post", na medida em que seus objetivos principais têm sido avaliar o papel da pesquisa agropecuária no desenvolvimento econômico e determinar se os investimentos em tais atividades têm sido economicamente viáveis. No que se refere às análises "ex-ante", tem-se conhecimento de uma certa tradição mais forte nos estudos para o setor industrial.

Os trabalhos de avaliação "ex-post" da pesquisa agrícola que vêm sendo realizados podem ser agrupados em cinco categorias diferentes: método de economia de recursos, método da função de produção, método do excedente do produtor e consumidor, impactos da pesquisa agrícola na renda nacional e impactos nutricionais.

O primeiro intento importante para avaliar a pesquisa agrícola foi realizado por SCHULTZ (1953). Esse autor usou o método de economia de recursos para quantificação dos retornos aos investimentos em pesquisa agropecuária. Para tanto, ele determinou a quantidade necessária de recursos para obtenção da produção agrícola de 1950, utilizando as técnicas de combinação de fatores de 1910 e 1940. O cálculo dos benefícios baseou-se no valor dos insumos poupados com o avanço tecnológico. A taxa mais alta encontrada foi de 170% e a mais baixa, 35%. Estas estimativas referiram-se a taxa de retorno para todas as

despesas públicas nos Estados Unidos com pesquisa agropecuária.

O método da função de produção consiste em estimar o produto marginal da pesquisa, na qual gastos com pesquisa, educação e extensão são incluídos explicitamente como argumentos da função. Esta abordagem tem a vantagem de controlar os outros inputs usados na produção agrícola. Talvez as maiores limitações sejam as exigências de dados e a incerteza envolvida com taxas de retornos passadas, projetadas para o futuro.

GRILICHES (1964) desenvolveu um estudo utilizando tal metodologia, para avaliar o efeito conjugado da pesquisa e extensão rural na produção agregada nos anos de 1949, 1954 e 1959. Estimou em torno de US\$ 13,00 o valor do produto marginal da pesquisa pública e extensão, o que representou uma taxa bruta de 1.200%. Considerando que as despesas privadas foram da mesma magnitude que as despesas públicas, o autor recalculou o retorno, encontrando uma taxa social bruta de 300%.

EVENSON (1967), utilizando séries temporais, estimou o efeito da pesquisa e assistência técnica na produção agrícola dos Estados Unidos. A novidade introduzida em sua análise foi a consideração de taxas marginais, em vez de taxas médias utilizadas em estudos anteriores. Estimou o valor do produto marginal da pesquisa e assistência em cerca de US\$ 10,00 de produção por dólar gasto. A taxa interna de retorno foi de 54-57% e, levando-se em conta os gastos privados, o resultado encontrado foi 46-48%.

GRILICHES (1958) realizou um estudo empírico para avaliar os investimentos em pesquisa com milho híbrido nos Estados Unidos. Este trabalho foi o primeiro dentre estudos econométricos mais sofisticados e o primeiro a utilizar o conceito de excedente econômico. A variação no excedente do consumidor e do produtor ocorre fruto do deslocamento paralelo da curva de oferta para cima e para esquerda, considerando-se o desaparecimento de variedades melhoradas. O autor estimou retornos para casos extremos de deslocamentos de curvas de oferta perfeitamente elástica e perfeitamente inelástica no longo prazo, assumindo implicitamente a elasticidade de demanda como unitária. A taxa de retorno encontrada foi de 700%. Segundo SCHUH (1971), essa alta taxa foi fator significativo para forçar os economistas a repensarem o papel da mudança tecnológica no desenvolvimento agrícola e incentivou a realização de trabalhos sobre a economia da inovação tecnológica.

PETERSON (1967) desenvolveu uma fórmula para estimar a mudança no excedente social líquido advindo da pesquisa com aves nos Estados Unidos, eliminando as restrições de elasticidades de demanda e oferta assumidas por Griliches e considerando um deslocamento proporcional na curva de oferta. Utilizou um índice de produtividade para medir o deslocamento da função de oferta com o intuito de estimar o valor anual do excedente do consumidor, ou os recursos poupados devido ao aumento da eficiência da produção de produtos avícolas. As taxas de retorno encontradas indicaram que os investimentos realizados tiveram um rendimento de 14-25% ao ano, a partir do investimento.

No Brasil, o primeiro estudo realizado para avaliação do retorno aos investimentos em pesquisa agrícola ocorreu em 1972, elaborado por AYER e SCHUH. Estes autores analisaram o caso do algodão no Estado de São Paulo. Neste trabalho, além de se preocuparem em medir a taxa de retorno, eles analisaram o impacto do programa na economia como um todo e a distribuição dos benefícios da nova tecnologia. O procedimento metodológico usado foi o que considera o deslocamento pivotal na curva de oferta resultante do uso de tecnologia gerada pela pesquisa e como constantes as elasticidades de oferta e demanda ao longo das curvas. O período abrangido na análise foi de 1924 a 1985. A taxa interna de retorno encontrada variou de 77 a 110% ao ano.

MONTEIRO (1975) estudou os retornos para pesquisa e extensão à cacauicultura no Brasil. Sua análise utilizou o esquema de Griliches e Peterson envolvendo o período de 1923-85. O excedente econômico do consumidor referiu-se basicamente ao consumidor externo, uma vez que o cacau é um produto essencialmente de exportação. Foram feitas várias pressuposições alternativas, variando-se os valores das elasticidades de oferta e demanda de cacau, bem como os períodos de análises. A taxa encontrada para todo o período ficou entre 18-20%.

Os investimentos em pesquisa e extensão para a cultura do café no Estado de São Paulo foram avaliados por FONSECA (1976), que utilizou os conceitos de Marshall sobre custos e benefícios sociais. Considerou um deslocamento pivotal na curva de oferta, para cima e para esquerda,

ocasionado caso as variedades melhoradas desaparecessem. O cálculo do valor do deslocador (K) baseou-se em dados sobre a produtividade das principais cultivares plantadas no Estado e seus níveis de adoção. O período estudado iniciou em 1923 (ano de início do Programa de Pesquisa de Café em São Paulo), estendendo-se até 1995. Assumiram-se várias elasticidades de oferta e demanda, para estimar a taxa interna de retorno. As taxas encontradas variaram entre 17 e 22% para os investimentos em pesquisa e extensão, e entre 23 e 27% apenas para o custo no programa de geração tecnológica.

CRUZ et alii (1981) fizeram uma avaliação econômica da pesquisa agropecuária brasileira, no âmbito da EMBRAPA. Calcularam a taxa interna de retorno dos investimentos da EMBRAPA como um todo, assim como a média de retorno atribuída ao seu capital físico, tendo por base os benefícios das tecnologias geradas até 1981 e medidos em nível do produtor rural. A estimativa desta taxa média foi baseada na metodologia utilizada por Langoni. A taxa interna de retorno variou entre 21,8 a 42,8%, dependendo das hipóteses utilizadas. No que se refere à taxa média de retorno dos investimentos em capital físico, usando-se a receita líquida de 1981 e o estoque de capital físico disponível no início do mesmo ano, o valor foi de 53,2%.

RIBEIRO (1984), analisando os custos e benefícios da geração e difusão de tecnologias para arroz, feijão, soja e algodão no Estado de Minas Gerais, estimou uma taxa de retorno de 42,98% aos investimentos agregados em pesquisa e extensão agropecuária. Foram considerados os investimentos

em pesquisa para estes produtos na EPAMIG, UFV, ESAL e UFMG, acrescidos os custos da assistência técnica. Todavia, uma vez que o autor não encontrou disponíveis os dados das universidades e do serviço de extensão, considerou-os da mesma magnitude que aqueles efetuados pela EPAMIG. O período de análise foi de 1974 a 1984.

## APÊNDICE B

### CÁLCULO DO PREÇO DO FERTILIZANTE FORMULAÇÃO 20-5-20

Neste apêndice, encontra-se o procedimento realizado para se obter a "proxy" da variável preço do fertilizante 20-5-20, o qual corresponde à formulação mais utilizada pelos cafeicultores. Esta formulação significa que o adubo contém 20% de nitrogênio, 5% de fósforo e 20% de potássio, ou seja, para cada tonelada da formulação 20-5-20 tem-se

1 tonelada -> 200 kg de N (nitrogênio)  
50 kg de  $P_2O_5$  (fósforo)  
200 kg de  $K_2O$  (potássio)

Os adubos utilizados pelos produtores para compor essa formulação na própria fazenda, ao invés de comprá-la pronta, são, normalmente, o sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio. Estes apresentam, em média,

segundo HALAVOLTA e ROMERO (1975), a seguinte teor de nitrogênio, fósforo e potássio:

Sulfato de Amônia 20% de N (nitrogênio)

Superfosfato Simples 20% de  $P_2O_5$  (fósforo)

Cloreto de Potássio 60% de  $K_2O$  (potássio)

Posto isto, o procedimento constitui-se, inicialmente, na aplicação do método da regra de três simples, com o intuito de se obter a quantidade, em quilos, de cada um destes adubos necessária para compor a formulação 20-5-20, respeitando-se as porcentagens de nutrientes. Dessa forma, para se obter uma tonelada dessa formulação, procederam-se aos seguintes cálculos:

100 kg de Sulfato de Amônia ——— 20 kg de N

X ——— 200 kg de N

=> X = 1 t de Sulfato de Amônia

100 kg de Superfosfato Simples ——— 20 kg de  $P_2O_5$

X ——— 50 kg de  $P_2O_5$

=> X = 250 kg de Superfosfato Simples

100 kg de Cloreto de Potássio ——— 60 kg de  $K_2O$

X ——— 200 kg de  $K_2O$

=> X = 330 kg de Cloreto de Potássio

A partir destes dados e dos preços de cada um dos fertilizantes, utilizou-se a técnica da média ponderada,

onde os pesos relacionam-se às quantidades necessárias de cada adubo (X). Assim, o preço da formulação 20:5:20 foi calculado da seguinte maneira:

$$PF_t = PSA_t + I(PSFS_t/1000) * 2501 + I(PCP_t/1000) * 3301$$

onde  $PF_t$  é o preço do fertilizante 20:5:20 no ano t, expresso em cruzeiros/tonelada;  $PSA_t$  é o preço do sulfato de amônia no ano t, expresso em cruzeiros/tonelada;  $PSFS_t$  é o preço do superfosfato simples no ano t, expresso em cruzeiros/tonelada;  $PCP_t$  é o preço do cloreto de potássio no ano t, expresso em cruzeiros/tonelada.

Em síntese, este foi o procedimento adotado para cálculo da variável preço do fertilizante 20:5:20. Isto foi necessário, visto que não foi possível obter o preço de mercado do fertilizante composto para todos os anos da série, em especial os primeiros anos, mas sim o preço pago pelos produtores pelo sulfato de amônia, superfosfato simples e cloreto de potássio.

## APENDICE C

### ESTATÍSTICA "h" DE DURBIN

Neste apêndice apresentam-se informações sobre a estatística "h" de Durbin. Esta estatística é utilizada para observar a presença de autocorrelação serial nos resíduos, quando existe variável dependente defasada no modelo.

Em seus estudos, BRILICHES (1961) verificou que a inclusão de variáveis defasadas tende a atenuar a correlação serial nos resíduos e a produzir parâmetros significativos. A presença desse viés no coeficiente da variável defasada e a redução da autocorrelação do resíduo estimado ocorre na medida em que a variável retardada e o resíduo retardado sejam correlacionados, visto que a primeira capta uma parcela das variações da variável dependente devido ao resíduo autocorrelacionado.

Neste sentido, a estatística "d" de Durbin-Watson (utilizada para testar a hipótese de presença ou não de autocorrelação) não deve ser utilizada, uma vez que pode apresentar valor que indica a não ocorrência de correlação serial, quando na verdade ela pode estar ocorrendo. Desta forma, a estatística mais adequada para modelos que apresentam variáveis defasadas é a "h" de Durbin.

O valor de "h" é dado pela seguinte expressão:

$$h = d^* [N/1 - N * \hat{V}(b)]^{1/2}$$

onde  $d^*$  é igual a  $1 - 0.5d$ ,  $d$  é a estatística de Durbin-Watson,  $N$  é o número de observações,  $\hat{V}(b)$  é a variância do coeficiente da regressão parcial da variável dependente defasada.

Para o teste "h", procura-se na tabela de "t" o valor crítico para 0.01% de probabilidade e infinitos graus de liberdade ( $h = 2.326$ ), sendo aceita a hipótese de correlação serial nos resíduos para valores acima deste limite.

## APÉNDICE D

### METODOLOGIA COCHRANE-ORCUTT

Uma vez sendo detectada a presença de correlação serial nos resíduos, torna-se necessário adotar um procedimento estatístico, a fim de se proceder à correção deste erro de estimação. O procedimento adotado para tal intuito foi a metodologia Cochrane-Orcutt, objeto de explanação neste anexo. Tal metodologia é explicada por MADDALA (1988) e ABDALLAH (1991).

A presença de correlação serial numa estimativa significa a violação de um dos pressupostos básicos do modelo de regressão linear clássico, qual seja:

$$E(\epsilon_i \epsilon_j) = 0 \quad \text{para todo } i \neq j$$

Isto implica que a perturbação que ocorre num ponto da observação não está correlacionado com qualquer outra perturbação.

Segundo MADDALA (1988), no caso de dados de série temporal, esta pressuposição nem sempre é válida, uma vez que, nesses tipos de séries, os resíduos tendem a ser altamente correlacionados. Assim, o problema de autocorrelação é típico de séries temporais, apesar de também poder ocorrer em dados de "cross-section".

A correlação serial significa ter uma equação

$$Y_t = \alpha_1 + \alpha_2 X_1 + \dots + \alpha_n X_n + e_t$$

onde o erro  $e_t$  é uma variável aleatória e normalmente distribuída com média zero, mas com variância dependente de  $e_{t-1}$ . Isto é

$$e_t \sim N(0, \sigma^2)$$

Assim,

$$e_t = \rho e_{t-1} + u_t, \quad 0 \leq \rho < 1 \quad (t = 1, 2, \dots)$$

$$u_t \sim N(0, \sigma^2)$$

onde  $\rho$  mede o coeficiente de correlação entre os erros no período  $t$  e no período  $t-1$ . Quando  $\rho$  é zero, não há correlação serial de primeira ordem, e nem valor alto de  $\rho$  significa existência de correlação serial.

Se  $\rho$  é conhecido, pode-se ajustar o modelo pelo método de MQO, com o intuito de obter estimativas eficientes dos parâmetros. Para tanto, é necessário o uso de "diferenciação generalizada" para alterar o modelo linear transformando-o em outro cujos erros são independentes.

Considere o modelo:

$$Y_t = a_1 + a_2 X_{1t} + \dots + a_k X_{kt} + u_t \quad (11)$$

$$u_t = \rho u_{t-1} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Defasando-se a equação (11) em um período e multiplicando por  $\rho$ , obtém-se

$$\rho Y_{t-1} = \rho a_1 + \rho a_2 X_{1t-1} + \dots + \rho a_k X_{kt-1} + \rho u_{t-1} \quad (13)$$

Subtraindo-se (13) de (11) e usando-se (12):

$$Y_t - \rho Y_{t-1} = a_1(1-\rho) + a_2(X_{1t} - \rho X_{1t-1}) + \dots + \varepsilon_t \quad (14)$$

Na equação (14),  $\varepsilon_t$  possui média zero, variância constante e não é autocorrelacionado, podendo dessa forma estimar (14) por MQO, obtendo-se estimadores eficientes nos parâmetros da regressão:

$$Y_t^* = a_1^* + a_2 X_{1t}^* + \dots + \varepsilon_t \quad (15)$$

em que:

$$Y_t^* = Y_t - \rho Y_{t-1}$$

$$a_1^* = a_1(1-\rho)$$

$$X_{1t}^* = X_{1t} - \rho X_{1t-1}$$

$$\varepsilon_t = u_t - \rho u_{t-1} \quad t = 2, 3, \dots, T$$

representam as "diferenças generalizadas" de  $Y_t$ ,  $a_1$ ,  $X_{1t}$ , ... e  $u_t$ . Neste método usa-se somente  $(T-1)$

observações porque uma observação é perdida na operação de defasagem em um período. Cabe salientar que a regressão da equação (15) pode ser estimada com ou sem o termo constante ( $a_1$ ) dependendo de a equação original apresentar ou não este termo.

Na prática,  $\beta$  não é conhecido. Dessa forma, deve-se proceder a uma estimativa preliminar de  $\beta$ , existindo dois procedimentos que são comumente utilizados: a técnica de Cochrane-Orcutt e a de Durbin. O primeiro procedimento foi o adotado neste trabalho.

No procedimento Cochrane-Orcutt, estima-se a equação (11) pelo MQO, sendo os resíduos desta equação utilizados para ajustar a regressão

$$\bar{u}_t = \beta \bar{u}_{t-1} + \epsilon_t \quad (16)$$

de onde obtemos o valor estimado de  $\beta$ . Este valor é utilizado então para processar a transformação de "diferenças generalizadas" e nova regressão é rodada:

$$Y_t^* = a_1^*(1-\beta) + a_2 X_{1t}^* + \dots + a_k X_{kt}^* + \epsilon_t \quad (17)$$

em que :

$$\begin{aligned} Y_t^* &= Y_t - \beta Y_{t-1} \\ a_1^* &= a_1 (1 - \beta) \\ X_{1t}^* &= X_{1t} - \beta X_{1t-1} \\ X_{kt}^* &= X_{kt} - \beta X_{kt-1} \end{aligned}$$

Esta equação estimada (17) gera parâmetros para o intercepto original  $a_1^*$  e todas as inclinações estimadas

$\hat{a}_2$   $\hat{a}_k$ . Esses parâmetros estimados são substituídos na equação original e uma nova regressão de resíduos é obtida:

$$\hat{u}_t = Y_t - \hat{a}_1 - \hat{a}_2 X_{2t} - \dots - \hat{a}_k X_{kt}$$

Nova regressão é rodada:

$$\hat{u}_t = \rho \hat{u}_{t-1} + \varepsilon_t$$

e este procedimento iterativo pode ser feito quantas vezes se quiser, ou melhor, até que os sucessivos valores de  $\rho$  sejam aproximadamente iguais. Assim, o procedimento usual é parar tais interações quando a nova estimativa de  $\rho$  diferir da anterior por menos de 0.01 ou 0.05 ou depois de que 10 ou 20 estimadores tiverem sido obtidos.

É interessante explicar o motivo pelo qual o procedimento Cochrane-Orcutt pode ser considerado preferido ao de Durbin. Neste último, estima-se a equação de  $Y_t$  em função de  $Y_{t-1}$ ,  $X_{1t}$ ,  $X_{2t}$ , ...,  $X_{kt}$  e toma-se o coeficiente de  $Y_{t-1}$  como a estimativa de  $\rho$ . A idéia por detrás deste procedimento é que a equação (14) pode ser escrita como:

$$Y_t = a_1(1-\rho) + \rho Y_{t-1} + a_2 X_{2t} - a_2 X_{2,t-1} + \dots + \varepsilon_t$$

Se existem muitas variáveis explicativas na equação, o método de Durbin envolve uma regressão com muito mais variáveis (ela duplica o número de variáveis explicativas mais a variável  $Y_{t-1}$ ). Nesse sentido, é melhor utilizar o procedimento Cochrane-Orcutt (MADDALA, 1988).

## APÊNDICE E

### DADOS PARA ESTIMATIVA DAS ELASTICIDADES DE OFERTA E DEMANDA

Neste apêndice encontram-se os dados utilizados na estimativa econométrica das curvas de oferta e demanda. Esta estimação foi necessária para se obterem as elasticidades e, posteriormente, encontrarem os benefícios provenientes do processo de pesquisa e extensão rural.

QUADRO 1E - Produção de Café e Preço Recebido pelos Cafeicultores no Estado de Minas Gerais(\*) 1970/1990

Ano	Quantidade Produzida (Q <sub>t</sub> ) sc 60 kg	Quantidade Produzida Defasada (Q <sub>t-1</sub> ) sc 60 kg	Preço Recebido Produtor (PM <sub>t</sub> ) Cr\$/sc 60 kg	Preço Recebido Produtor Defasado (PM <sub>t-1</sub> ) Cr\$/sc 60 kg
1970	2150000	1600000	96.209,08	92.238,10
1971	2150000	2150000	73.727,46	96.209,08
1972	2500000	2150000	88.307,67	73.727,46
1973	2850000	2500000	109.889,96	88.307,67
1974	3450000	2850000	103.758,19	109.889,96
1975	3450000	3450000	120.614,71	103.758,19
1976	2150000	3450000	237.509,60	120.614,71
1977	3600000	2150000	275.728,15	237.509,60
1978	4600000	3600000	163.424,83	275.728,15
1979	6100000	4600000	146.492,69	163.424,83
1980	5650000	6100000	139.991,00	146.492,69
1981	7450000	5650000	99.509,01	139.991,00
1982	7750000	7450000	102.752,29	99.509,01
1983	6800000	7750000	91.370,12	102.752,29
1984	7550000	6800000	98.670,43	91.370,12
1985	8100000	7550000	180.226,17	98.670,43
1986	7500000	8100000	318.711,07	180.226,17
1987	8750000	7500000	74.574,53	318.711,07
1988	10900000	8750000	80.590,11	74.574,53
1989	8900000	10900000	54.736,68	80.590,11
1990	8950000	-	59.513,01	-
TGC (1970/89)	9,1% <sup>**</sup>			

FONTE: Anuário Estatístico do Café, n. 11 a n. 19, anos de 1977 a 1989

\* Valores de dezembro de 1991 (base dezembro de 1989=100).

\*\* O coeficiente é estatisticamente significativo em nível de 1% de probabilidade

QUADRO 2E - Preço dos Insumos, Crédito e Produto Interno Bruto do Estado de Minas Gerais 1970/1989 (\*)

Âno	Preço do Fertilizante Defasado (Pft1) Cr\$/t (*1)	Preço do Trabalho Permanente (Spt) Cr\$ (*2)	Crédito de Plantação (Crt4) Cr\$ (*3)	Produto Interno Bruto/MG (Yt) Cr\$ (*1)
1970	360.020,97	74.645,88	-	1.230.237,77
1971	360.753,40	83.311,16	-	1.287.557,40
1972	343.906,12	07.130,38	-	1.437.564,00
1973	345.524,77	110.875,52	0.941.477.502,52	1.574.155,54
1974	347.712,54	119.034,57	42.721.837.137,40	1.832.398,76
1975	744.595,64	125.002,95	38.116.601.260,53	2.016.050,20
1976	707.500,92	125.142,55	163.443.295.666,24	2.287.906,87
1977	446.385,16	135.565,33	103.650.671.245,28	2.477.244,58
1978	400.742,50	136.609,12	77.646.002.962,16	2.498.891,88
1979	405.814,16	145.201,96	100.540.815.100,58	2.676.643,71
1980	424.275,82	135.505,31	315.657.345.836,51	2.710.181,79
1981	551.006,27	135.722,51	27.086.265.660,04	2.581.822,41
1982	549.341,56	131.644,59	6.138.105.940,55	2.570.541,42
1983	456.443,37	117.570,51	25.381.572.681,84	2.512.612,01
1984	494.392,12	93.204,59	37.057.901.938,33	2.478.464,14
1985	456.578,91	182.239,43	557.860.233,71	2.705.913,31
1986	467.838,69	116.196,09	-	2.859.273,80
1987	380.179,83	100.011,14	-	2.779.392,19
1988	327.678,77	69.705,47	-	2.725.426,37
1989	372.875,97	69.185,47	-	2.712.925,81

FONTE: (\*1) Anuário Estatístico de Minas Gerais, (\*2) AGROPECUÁRIA e Anuário Estatístico de Minas Gerais, (\*3) IBC/GERCA.

(\*)Preços de dezembro de 1991 (base dezembro de 1989=100)

QUADRO DE - Taxa de Câmbio, Preço de Exportação, Fator de Deflacionamento e Produtividade - 1966/1991

Âno	Taxa de Câmbio (TxC) Cr\$/Us\$ (*1)	Preço de Exportação (Px) Us\$/sc 60kg (*1)	Índice Geral de Preços - DI (IGP-DI) (*2)	Produtividade Minas Gerais (Prod) sc 60kg/ha (*3)
1966	-	-	0,0000056845	-
1967	-	-	0,0000073087	-
1968	-	-	0,0000090799	-
1969	-	-	0,0000109081	-
1970	0,000004594	58,54	0,0000130500	8,10
1971	0,000005287	44,01	0,0000156753	7,91
1972	0,000005934	56,52	0,0000184219	8,95
1973	0,000006126	69,68	0,0000211601	10,04
1974	0,000006790	75,66	0,0000272402	11,90
1975	0,000008126	65,55	0,0000348300	12,64
1976	0,000010670	161,06	0,0000491900	7,13
1977	0,000014100	269,24	0,0000701700	10,14
1978	0,000018100	187,98	0,0000973200	13,42
1979	0,000026800	204,66	0,0001498100	11,70
1980	0,000052700	188,38	0,0002995619	12,22
1981	0,000093800	110,66	0,0006287174	14,09
1982	0,000180000	125,35	0,0012286118	16,14
1983	0,000580000	133,56	0,0031271149	11,32
1984	0,001850000	147,35	0,0116000000	12,32
1985	0,006200000	137,87	0,0326426997	13,02
1986	0,013650000	251,82	0,0790775956	11,34
1987	0,039300000	117,60	0,2568708445	11,90
1988	0,262800000	133,28	2,0154611673	13,71
1989	2,840750000	90,65	28,6169789994	11,31
1990	-	-	82,7416221659	9,35
1991	-	-	9146,8800000000	-
TGC(1970/79)				4,16%(*4)

FONTE: TxC - Conjuntura Econômica, FGV; PX - Anuário Estatístico do Café, IBC; IGP-DI - Conjuntura Econômica, FGV; PROD - Entraram no cálculo dessa variável - quantidade produzida de café em Minas Gerais e área (ha) produtiva em café no Estado -> Anuário Estatístico do Café, IBC.

(\*1) Essas variáveis foram utilizadas para cálculo da variável política(UP).

(\*2) esse índice foi utilizado para deflacionar os valores nominais de preços e de custos, estando em cruzeiros de dezembro de 1991 (base dezembro de 1989=100).

(\*3) essa variável foi utilizada para conhecimento da sua taxa geométrica de crescimento, sendo que utilizou-se o hectare produtivo;

(\*4) o coeficiente é estatisticamente significativo em nível de 10%

## APÊNDICE F

### DEMONSTRAÇÃO DO CÁLCULO DAS ÁREAS DOS EXCEDENTES

Este apêndice objetiva demonstrar as fórmulas utilizadas neste estudo para calcular os excedentes econômicos, do consumidor e do produtor.

Segundo ROSE (1989), o excedente econômico é dado pela área ADCB da Figura B. Esta área pode ser subdividida na subárea ADB e DCB. Utilizando-se a técnica de multiplicação cruzada sugerida por Durrant e Kingston (LINDNER e JARRET, 1978), substituem-se os pontos da área (expressa em sentido contrário ao do relógio) por suas coordenadas e processa-se a multiplicação cruzada, ou seja<sup>1</sup>:

---

<sup>1</sup> A ordenada do ponto D, a princípio, não é conhecida. Sabe-se apenas que ela pode ser dada por  $P_0 - BD$ . Por outro lado, tem-se que K representa a distância entre as curvas de oferta como uma proporção do preço, ou seja,  $K = BD/P_0$ . Dessa forma, a ordenada de D =  $P_0 - KP_0$ .

$$\begin{aligned}
 \text{Subárea ADBA} &\rightarrow \text{coords. } O, A, Q_0, P_0 - KP_0, Q_0, P_0, O, A \\
 &= 0.5 [O(P_0 - KP_0) + Q_0 P_0 + Q_0 A - OP_0 - Q_0(P_0 - KP_0) - Q_0 A] \\
 &= 0.5 [Q_0 P_0 - Q_0 P_0 + KP_0 Q_0] \\
 &= 0.5 KP_0 Q_0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Subárea DCBD} &\rightarrow \text{coords. } Q_0, P_0 - KP_0, Q_1, P_1, Q_0, P_0, Q_0, P_0 - KP_0 \\
 &= 0.5 [Q_0 P_1 + Q_1 P_0 + Q_0(P_0 - KP_0) - Q_0 P_0 - Q_0 P_1 - Q_1(P_0 - KP_0)] \\
 &= 0.5 [Q_1 P_0 + Q_0 P_0 - KP_0 Q_0 - Q_0 P_0 - Q_1 P_0 + KP_0 Q_1] \\
 &= 0.5 KP_0 [Q_1 - Q_0]
 \end{aligned}$$

Mas  $Q_1 = Q_0 (1 + Zn)$ , substituindo

$$\begin{aligned}
 &= 0.5 KP_0 [Q_0 (1 + Zn) - Q_0] \\
 &= 0.5 KP_0 Q_0 [Zn]
 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \text{Área ADCB} = 0.5 KP_0 Q_0 + 0.5 KP_0 Q_0 (Zn)$$

$$\text{ExE} = 0.5 KP_0 Q_0 (1 + Zn)$$

A parte deste excedente que fica com os consumidores é dada pela área P1CBP0 da Figura 8 e pode ser calculada da seguinte maneira:

$$\text{ExC} = \text{área P1CBP0} = \text{Subárea P1EBP0} + \text{Subárea ECB}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Subárea P1EBP0P1} &\rightarrow \text{Coords } O, P_1, Q_0, P_1, Q_0, P_0, O, P_0, O, P_1 \\
 &= 0.5 [OP_1 + Q_0 P_0 + Q_0 P_0 + OP_1 - OP_0 - OP_0 - Q_0 P_1 - Q_0 P_1] \\
 &= 0.5 [2Q_0 P_0 - 2Q_0 P_1] \\
 &= Q_0 [P_0 - P_1]
 \end{aligned}$$

$$\text{Mas } P_1 = P_0 (1 - Z) = P_0 - ZP_0 \rightarrow P_0 - P_1 = ZP_0$$

substituindo

$$= ZP_0 Q_0$$

Subárea ECBE  $\rightarrow$  coords.  $Q_0, P_1, Q_1, P_1, Q_0, P_0, Q_0, P_1$

$$= 0.5 [Q_0 P_1 + Q_1 P_0 + Q_0 P_1 - Q_0 P_0 - Q_0 P_1 - Q_1 P_1]$$

$$= 0.5 [Q_0 (P_1 - P_0) + Q_1 (P_0 - P_1)]$$

sendo  $P_0 - P_1 = ZP_0 \equiv P_1 - P_0 = -ZP_0$ , substituindo:

$$= 0.5 [-ZP_0 Q_0 + ZP_0 Q_0]$$

$$= 0.5 ZP_0 [Q_1 - Q_0]$$

mas  $Q_1 = Q_0 (1 - Zn) = Q_0 + ZnQ_0 \rightarrow Q_1 - Q_0 = ZnQ_0$ ,

substituindo:

$$= 0.5 ZP_0 [ZnQ_0]$$

$$= 0.5 ZP_0 Q_0 [Zn]$$

$\Rightarrow$  Área P1CBP0 =  $ZP_0 Q_0 + 0.5 ZP_0 Q_0 (Zn)$

$$ExC = ZP_0 Q_0 [1 + 0.5Zn]$$

Uma vez obtidas o excedente total e o excedente do consumidor, pode-se estimar o excedente do produtor através de:

$$Exp = ExE - ExC$$

## APÊNDICE G

### DADOS UTILIZADOS PARA CÁLCULO DO ACRÉSCIMO NO IMPOSTO SOBRE CIRCULAÇÃO DE MERCADORIAS E SERVIÇOS

O objetivo deste apêndice é apresentar os dados necessários para estimativa dos benefícios auferidos pelo Estado de Minas Gerais, em função do acréscimo no recolhimento de ICMS. Este acréscimo foi proveniente da expansão da produção cafeeira, ocorrida como fruto do desenvolvimento tecnológico e sua difusão aos produtores de café.

QUADRO 16 - Estimativas dos Acréscimos de ICMS Auferidos pelo Estado de Minas Gerais. Cultura do Café(1), 1970/1990 (\*2)

Ano	Situação Diversa (com tecnologia)			Situação Estática (com tecnologia)			Paralisação ICMS (C-F)	Investimentos Previstos/Receitas (D-E)	Saldo do Estado ICMS (G-H)
	Quantidade Produtora (A)	Preço Recebido Produtor (B)	Valor da Produção (C)=(A)(B)	Quantidade Produtora (D)	Preço Recebido Produtor (E)	Valor da Produção (F)=(D)(E)			
1970	250000	76 289,40	20 187 250,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	3 704 250,00	0,4878
1971	250000	77 327,46	20 331 861,50	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	3 429 810,24	0,4112
1972	250000	80 307,67	20 076 917,50	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	3 155 351,72	0,3346
1973	250000	84 095,94	21 023 985,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	2 880 892,26	0,2580
1974	250000	87 728,19	21 912 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	2 606 432,80	0,1814
1975	250000	91 314,71	22 799 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	2 331 973,34	0,1048
1976	250000	94 851,23	23 683 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	2 057 513,88	0,0282
1977	250000	98 337,75	24 565 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	1 783 054,42	-0,0484
1978	250000	101 774,27	25 443 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	1 508 594,96	-0,1230
1979	250000	105 160,79	26 319 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	1 234 135,50	-0,1976
1980	250000	108 497,31	27 190 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	959 676,04	-0,2722
1981	250000	111 783,83	28 058 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	685 216,58	-0,3468
1982	250000	115 020,35	28 920 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	410 757,12	-0,4214
1983	250000	118 206,87	29 779 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	136 297,66	-0,4960
1984	250000	121 343,39	30 633 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-138 161,80	-0,5706
1985	250000	124 429,91	31 484 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-412 702,34	-0,6452
1986	250000	127 466,43	32 330 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-687 242,88	-0,7198
1987	250000	130 452,95	33 173 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-961 783,42	-0,7944
1988	250000	133 389,47	34 012 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-1 236 323,96	-0,8690
1989	250000	136 275,99	34 848 200,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-1 510 864,50	-0,9436
1990	250000	139 112,51	35 679 700,00	200 000	200 000,00	40 000 000,00	2 312 825,78	-1 785 405,04	-1,0182
Total			14 117 324 422,24	2 279 799 000,00		13 837 525 422,24	114 925 902,00	134 925 728,00	0,8454
Mediana			793 296 742,22	143 207 227,28		710 089 514,94	4 206 587,26	7 072 749,02	

Fonte: Preço e quantidade produtiva baseados em Estatísticas do Café, Anuário Estatístico - Anos de Referência.

(1) OICMS é o imposto estadual sobre a circulação de mercadorias, serviços e prestações de serviços de natureza não industrial, incidente sobre a produção, distribuição, circulação e consumo de bens e prestações de serviços de natureza não industrial, e sobre a prestação de serviços de natureza não industrial, e sobre a prestação de serviços de natureza não industrial, e sobre a prestação de serviços de natureza não industrial.