

SÉRGIO MAGNO MENDES

**RELAÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS EM INFRA-ESTRUTURA E  
PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES  
NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1985-2004**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2005

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

T

M538r  
2005

Mendes, Sérgio Magno, 1962-

Relação entre investimentos em infra-estrutura e  
produtividade total dos fatores na agricultura brasileira,  
1985-2004 / Sérgio Magno Mendes. – Viçosa : UFV,  
2005.

xv, 111f. : il. ; 29cm.

Inclui apêndice.

Orientador: Erly Cardoso Teixeira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.

Referências bibliográficas: f. 68-72.

1. Infra-estrutura (Economia). 2. Investimentos públicos.  
3. Economia agrícola. 4. Modelos econométricos.  
5. Causalidade. I. Universidade Federal de Viçosa.  
II. Título.

CDD 22.ed. 330

SÉRGIO MAGNO MENDES

**RELAÇÃO ENTRE INVESTIMENTOS EM INFRA-ESTRUTURA E  
PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES  
NA AGRICULTURA BRASILEIRA, 1985-2004**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Economia Aplicada, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 22 de dezembro de 2005.

---

Márcio Antonio Salvato

---

José Luís dos Santos Rufino

---

Adriano Provezano Gomes

---

João Eustáquio de Lima  
(Conselheiro)

---

Erly Cardoso Teixeira  
(Orientador)

## **AGRADECIMENTO**

A DEUS, por me dar saúde, força e coragem para lutar por meus objetivos.

Aos meus pais, Manoel e Arlete, por sempre me ensinarem a lutar por meus objetivos, mesmo nas horas mais difíceis; às minhas filhas, Giovanna, Gabriela e Juliana, por sempre apoiarem as minhas decisões, mesmo quando estas requerem mais esforços.

Aos meus irmãos, Silvana, Paulo César e Lucimar, por todo o esforço feito para me ajudarem a conseguir mais esta vitória; à Imaculada, pela compreensão e força; à Regina, pela tolerância e dedicação nos momentos difíceis; e à Cleusa, pelo carinho.

Ao meu orientador, professor Erly Cardoso Teixeira, pelo incentivo, pela confiança, pelas oportunidades, pela dedicação, pela competência, pelo exemplo de profissionalismo e, sobretudo, pela amizade ao longo dos anos de parceria.

Aos meus colegas do mestrado de 2004: Rosiane, Jader, Leonardo, Cristiane, Adriana, Roberto, Cláudia, Diego, Gabriel, Ive, Fábio e Diana, pelo companheirismo; aos colegas do doutorado: Adelson, Eduardo, Cida, Rodrigo, Carlos André, Leonardo, Jair, Sérgio e Lúcia, pelo incentivo e pela ajuda nas horas decisivas.

Aos meus colegas de república, Sílvio e Kilmer, pelo convívio e pela parceria nas horas de alegria e aperto; e à D. Maria, pela dedicação a todos na república, bem como pelas orações nas horas difíceis e nas doenças.

Aos membros da banca, professores Adriano, Rufino, Márcio e João Eustáquio, pela satisfação em aceitarem o meu convite e pelas sugestões, que contribuíram significativamente para a melhoria da qualidade deste trabalho.

Aos meus conselheiros, professores João Eustáquio e Marcelo Braga, pela ajuda, pela compreensão e pelo incentivo imprescindível.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo auxílio financeiro.

Aos funcionários do Departamento de Economia Rural, em especial a Carminha, Cida, Tedinha, Luíza, Graça, Helena, Brilhante, Adelaide, Elber, Antônio, Expedito, Maria Dimas e Carlito, por todos os favores e atenção prestados.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Economia Rural, pela oportunidade de meu desenvolvimento pessoal e profissional.

Aos professores e colegas da PUC-MG, pelo incentivo e pela ajuda na conquista de objetivos; aos professores Délcio, Ernani Teixeira e Letícia, por terem me indicado para o curso de mestrado.

Às minhas sempre amigas, Tatiana e Edimeire (PUC-MG), pelos incentivos e pela colaboração e alegria desta nova conquista.

## **BIOGRAFIA**

SÉRGIO MAGNO MENDES, filho de Manoel Paulino Mendes e Arlete Antônia Mendes, nasceu em Ouro Preto, Minas Gerais, em 27 de novembro de 1962.

Cursou o ensino básico na Escola Estadual Prof. Soares Ferreira e na Escola Estadual D. Silvério, Mariana, e formou-se no ensino médio na Escola Técnica Federal de Ouro Preto.

Em dezembro de 2003, obteve o título de Bacharel em Ciências Econômicas pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC-MG), em Belo Horizonte, Minas Gerais.

Em fevereiro de 2004, ingressou no curso de mestrado do Programa de Pós-Graduação, em nível de mestrado, em Economia Aplicada na Universidade Federal de Viçosa, submetendo-se à defesa de tese em 22 de dezembro de 2005.

## ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS .....	vii
LISTA DE FIGURAS .....	xi
RESUMO .....	xii
ABSTRACT .....	xiv
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1. Considerações iniciais .....	1
1.2. O problema e sua importância .....	9
1.3. Hipótese .....	18
1.4. Objetivos .....	18
1.4.1. Objetivo geral .....	18
1.4.2. Objetivos específicos .....	18
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	19
3. METODOLOGIA .....	25

	Página
3.1. Influência do capital, trabalho e PTF no crescimento econômico .	25
3.2. Estimação com dados em painel .....	29
3.2.1. Autocorrelação .....	34
3.2.1.1. Teste de Breusch-Godfrey .....	34
3.2.2. Heterocedasticidade .....	35
3.2.2.1. Teste de Bartlett .....	36
3.2.2.2. Teste de Levene .....	37
3.2.2.3. Teste de Brown-Forsythe .....	37
3.3. Método Generalizado de Momentos (GMM) .....	38
3.4. Fontes e tratamento dos dados .....	42
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	46
4.1. Determinação da taxa de crescimento da PTF .....	46
4.2. Impactos dos investimentos em infra-estrutura na PTF .....	57
5. RESUMO E CONCLUSÕES .....	66
REFERÊNCIAS .....	68
APÊNDICES .....	73
APÊNDICE A .....	74
APÊNDICE B .....	78



## LISTA DE TABELAS

	Página
1 Elasticidade do investimento em infra-estrutura no crescimento econômico .....	5
2 PIB real deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004), PIB real <i>per capita</i> deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004), população e taxas médias de crescimento – Brasil, 1980-2004 .....	13
3 Taxa de crescimento do PIB real, do PIB real <i>per capita</i> e da população – Brasil, 1980-2004 (%) .....	14
4 Elasticidades de produção do capital e do trabalho da função do produto agregado do setor agropecuário nos modelos EF e EA e o teste de Hausman .....	47
5 Elasticidades de produção do capital e do trabalho da função do produto agregado do setor agropecuário – Brasil, 1985-2004 .....	48
6 Resultados dos testes de heterocedasticidade selecionados .....	49
7 Teste de Breusch-Godfrey para autocorrelação serial .....	50
8 Taxa anual de crescimento da PTF dos estados selecionados – Brasil, 1985-2004 (%) .....	52

	Página
9	Coeficiente de variação da PTF entre os estados selecionados – Brasil, 1985-2004 (%) ..... 56
10	Teste de causalidade de Granger entre infra-estrutura e PTF nos estados selecionados, período de defasagem, estatística F e P-valor ..... 59
11	Efeito médio dos investimentos em infra-estrutura selecionada na PTF – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) ..... 62
1B	Formação bruta de capital fixo (FBKF) nominal e real deflacionada pelo IPC – ano-base 2000 – Brasil, 1912-2004 ..... 78
2B	Cálculo do estoque de capital real inicial de 1947 – ano-base 2000 – Brasil, de acordo com o modelo de Young ..... 81
3B	Estoque de capital pelo método PIM com taxa de depreciação de 5% – Brasil, 1947-2004 ..... 82
4B	Estoque de capital agropecuário em função da participação do PIB agropecuário no PIB nacional – Brasil, 1980-2004 ..... 84
5B	Estoque de capital estadual deflacionado pelo IPC – ano-base 2000 – em função da participação estadual na utilização total da terra segundo as Unidades da Federação – Brasil, 1985-2004, em mil R\$ ..... 85
6B	Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário estadual deflacionado pelo deflator implícito do PIB nacional – Brasil, 1985-2004, em mil R\$ de 2000 ..... 86
7B	Número de trabalhadores formais empregados nos setores agricultura, borracha, fumo, couro, madeira, mobiliária por estado – Brasil, 1985-2004 ..... 87
8B	Elasticidades de produção do capital e do trabalho estimados para os estados selecionados – 1985-2004 ..... 88
9B	Elasticidades de produção do capital e do trabalho estimados para os estados selecionados – 1985-2004 ..... 89

	Página
10B Taxa de crescimento da PTF dos estados selecionados – Brasil, 1985-2004 .....	91
11B Período de defasagem ótimo pelos critérios de Akaike e Schwarz, teste F e P-valor do teste .....	92
12B Teste de causalidade de Granger entre infra-estrutura e PTF nos estados selecionados com período de defasagem de 1 ano, estatística F e P-valor .....	93
13B Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) .....	99
14B Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) .....	100
15B Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) .....	101
16B Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) .....	102
17B Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) .....	103
18B Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo) .....	104
19B Extensão da rede rodoviária federal em tráfego e pavimentada – Brasil, 1985-2004, em quilômetros .....	105
20B Capacidade nominal total instalada de geração de energia elétrica (hidráulica e térmica) por estado – Brasil, 1985-2004, em MW .....	106
21B Terminais telefônicos fixos (residencial e público) em serviço – Brasil, 1985-2004, em unidades .....	107

	Página
22B	Capacidade estática dos armazéns cadastrados na CONAB por estado da união – Brasil, 1985-2004, em 1.000 toneladas ..... 108
23B	Utilização total da terra segundo as Unidades da Federação – Brasil, 1985-2004, em mil hectares ..... 109
24B	Área irrigada por Unidade da Federação (hectares) ..... 110
25B	Número total de pesquisadores da EMBRAPA por Unidade da Federação – Brasil, 1985-2004, em unidade ..... 111

## LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Investimentos públicos em infra-estrutura deflacionados pelo IGP-DI (ano-base dez./95) – Brasil, 1960-1995, em R\$ milhões	11
2 Diagrama básico de Solow .....	23
3 Diagrama básico de Solow com o aumento na taxa de investimento .....	24
4 Taxa de crescimento médio da PTF – Brasil, 1985-2004 .....	55

## RESUMO

MENDES, Sérgio Magno, M.S., Universidade Federal de Viçosa, dezembro de 2005. **Relação entre os investimentos em infra-estrutura e a produtividade total dos fatores na agricultura brasileira, 1985 - 2004.** Orientador: Erly Cardoso Teixeira. Conselheiros: João Eustáquio de Lima e Marcelo José Braga.

A partir da década de 1980, os investimentos em infra-estrutura reduziram-se significativamente, comprometendo a Produtividade Total dos Fatores (PTF) e a competitividade da agropecuária brasileira. O objetivo geral deste trabalho foi determinar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF na agropecuária brasileira, no período de 1985 a 2004. Pretendeu-se também verificar quais os tipos de investimentos em infra-estrutura têm maiores efeitos na PTF; a defasagem no tempo dos efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF; e o sentido da causalidade entre os diversos tipos de investimentos em infra-estrutura e a PTF. Utilizou-se o modelo de crescimento de Solow, com os dados dispostos em painel para estimar a PTF. O modelo de ZHANG e FAN (2004), estimado pelo método Generalizado de Momentos (GMM), foi aplicado para verificar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF. Os investimentos em infra-estrutura têm forte influência na PTF, tendo magnitudes

significativamente maiores que as encontradas no estudo feito para a Índia por ZHANG e FAN (2004) e, portanto, na competitividade do agronegócio brasileiro. Dos elementos de infra-estrutura analisados, investimentos em rodovia tiveram o maior impacto na PTF, seguido por pesquisa, telecomunicações, irrigação e energia elétrica. O período de tempo entre o investimento em infra-estrutura e o aumento da PTF variou entre 0 e 2 anos. A magnitude dos resultados, significativamente maiores, e o período de tempo de retorno menor, em relação ao estudo realizado para a Índia sugerem que maiores esforços devem ser feitos na alocação de recursos para investimentos em infra-estrutura no Brasil, pois a pesquisa demonstra que os retornos são elevados e ocorrem no curto prazo.

## ABSTRACT

MENDES, Sérgio Magno, M.S., Universidade Federal de Viçosa, December 2005. **Relationship between investments in infrastructure and total factor productivity in the Brazilian agriculture, 1985-2004.** Adviser: Erly Cardoso Teixeira. Committee Members: João Eustáquio de Lima and Marcelo José Braga.

From 1980 on, infrastructure investments reduced significantly, compromising Total Factor Productivity (TFP) and Brazilian agricultural competitiveness. The overall objective of this research is to determine the effects of the infrastructure investments on TFP in Brazilian agriculture during 1985-2004. It also aimed to verify the types of infrastructure investments affecting TFP the most; the time lag observed between the effects of the infrastructure investments on TFP; and the direction of causality between the various types of infrastructure investments and TFP. Solow's growth model, with panel data is used to estimate TFP. The analytical model by ZHANG and FAN (2004) for India, applying the Generalized Moment Method (GMM) were used to verify the effects of infrastructure investments on TFP. Infrastructure investments have a strong influence on TFP, with magnitudes significantly higher than those found in the India study, and consequently, on the Brazilian agribusiness competitiveness.



Among the infrastructure elements analyzed, road investments had the highest impact on TFP, followed by research, telecommunications, irrigation, and electric energy. The time between investment in infrastructure and PTF increase varied from 0 to 2 years. Given the significantly higher magnitude of the results, in relation to the India study, efforts should be made for resources to be allocated for infrastructure investments, since the research shows that such investments yield high, short term returns.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1. Considerações iniciais

O investimento em infra-estrutura no Brasil, a partir da segunda metade do século XX, foi marcado pelo aumento da participação pública, visando o crescimento econômico. O controle das tarifas públicas abaixo da inflação, objetivando o crescimento industrial e o consumo como pilares do crescimento econômico, inibiu os investimentos privados doméstico e estrangeiro, deixando a oferta desses serviços a cargo do setor estatal (*crowding-out*)<sup>1</sup>. O colapso da capacidade de investimento público, devido às restrições orçamentárias, e do financiamento, devido à crise externa, na década de 1980, reduziu significativamente a oferta de bens e serviços, afetando o Produto Interno Bruto (PIB) e o crescimento econômico do país. Essas restrições orçamentárias, o setor externo e a necessidade de investimentos em infra-estrutura para o rompimento dos obstáculos ao processo de crescimento levaram a mudanças na economia, com a redução da participação pública e o incentivo ao investimento privado,

---

<sup>1</sup> Segundo FROYEN (2001), como a demanda por investimento é altamente sensível a mudanças na taxa de juros, a elevação dessas para manter o mercado monetário em equilíbrio fará com que o investimento do setor privado diminua substancialmente. Quando o efeito deslocamento é completo, é denominado efeito *crowding-out* ( $\Delta G = -\Delta I$ ).

doméstico e estrangeiro, provendo a oferta de bens e serviços necessários ao crescimento econômico e ao bem-estar da população.

O trabalho pioneiro de SOLOW (1956) demonstrou que o crescimento da economia americana, ao longo do século XX, não podia ser explicado apenas pelo crescimento do capital e do trabalho disponível, mas que havia outra fonte de crescimento econômico. Segundo PEREIRA e ARAÚJO (1997), essa fonte foi denominada de Resíduo de Solow e ficou conhecida, na literatura, como “Produtividade Total dos Fatores (PTF)”. A PTF é, segundo GASQUES e CONCEIÇÃO (2000), a relação entre a quantidade de produto e a quantidade de insumos utilizados na produção. Assim, há crescimento da PTF quando a parcela de aumento do produto não é explicada pelo acréscimo na quantidade de insumos. A elevação da PTF induz o crescimento do PIB, deslocando para cima a curva de produção. Nesse sentido, os investimentos em infra-estrutura, como estrada, energia elétrica, telecomunicação, entre outros, aumentam o retorno do capital público e privado, promovendo o aumento da PTF e levando ao crescimento econômico.

Inúmeros artigos analisaram a influência do investimento público e privado sobre a produtividade e a produção. ASCHAUER (1989) foi o pioneiro nessa abordagem e estimou, para a economia americana, que um aumento de 1% no investimento público em infra-estrutura aumentaria o produto em 0,39%. Esse autor, utilizando a série de infra-estrutura *core* (ruas, rodovias, aeroportos, serviços de gás e esgotos e transporte de massa), estimou a elasticidade do investimento público na renda em 0,24. Outros autores fizeram estimativas semelhantes para os EUA, os países desenvolvidos e em desenvolvimento e encontraram elasticidades que indicam que o investimento em infra-estrutura influencia significativamente o crescimento econômico.

EASTERLY e REBELO (1993), utilizando dados de países com diferentes tipos de investimentos públicos e crescimento econômico, constataram que o investimento público em transportes e comunicações tem maior correlação positiva com o crescimento econômico. UCHIMURA e GAO (1993) estimaram a

elasticidade-renda do capital de infra-estrutura em relação ao PIB, encontrando resultados significativos: 0,19 para a Coréia e 0,24 para o Taiwan.

Uma segunda linha de pesquisa, trabalhando com dados microeconômicos (aproximação *Dual*), estudou os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na redução dos custos industriais. NADIRI e MAMUEAS (1991) estimaram, para os EUA, que um aumento de uma unidade monetária em infra-estrutura reduz os custos industriais em 0,15 unidade monetária. MORRISON e SCHWARTZ (1996) estimaram o efeito do investimento público em infra-estrutura em relação à produtividade total dos fatores em 48 estados norte-americanos, constatando que o investimento público provê significativo retorno para as empresas de manufaturas e aumenta o crescimento da produtividade. Seus resultados, confirmando pesquisas anteriores, indicaram produtividade marginal positiva, com redução de custo das empresas de 17% para a maioria das regiões.

ZHANG e FAN (2004), estudando os efeitos dos investimentos públicos em infra-estrutura em 290 distritos da área rural da Índia, relataram crescimento da PTF agrícola no curto e no longo prazo. O aumento da produtividade dos fatores leva ao aumento dos investimentos, gerando maior produção e renda. Desagregando os investimentos públicos em setores não-específicos, como estradas, e setores específicos, como irrigação, verificou-se nesse estudo que o aumento de 1% em rodovia e irrigação aumenta a PTF agrícola em 0,042% e 0,081%, respectivamente. Descobrimos ser de três anos o período de defasagem ótimo dos efeitos desses investimentos na PTF, constatou-se que irrigação aumenta a produtividade já a partir do segundo ano e que esta tem efeito indutor significativo no desenvolvimento da irrigação, indicando causalidade bidirecional. Os resultados sugerem que os investimentos em estradas não têm efeito instantâneo na PTF, mas têm impacto em outros setores da economia, confirmando o resultado de CANNING (1999). Assim, a decisão sobre o desenvolvimento de estradas pode não ser determinada pela PTF. Diferentemente da irrigação, descobriu-se não existir causalidade bidirecional, indicando que o crescimento da PTF não induziria o desenvolvimento de estradas.

Usando dados regionais para a China, no período de 1970 a 1997, FAN et al. (2002) relatam que os gastos do governo em investimentos em infraestrutura, como estradas, eletricidade, irrigação e telecomunicações, e também em P&D e educação nas áreas rurais contribuem não só para o crescimento da produtividade agrícola, mas também reduzem a desigualdade regional e a pobreza rural. O estudo mostra que o gasto governamental em educação tem grande impacto na redução da pobreza, na melhoria da produtividade agrícola e no desenvolvimento das atividades não-agrícolas na área rural, com maior efeito na redução das desigualdades regionais nas áreas menos desenvolvidas. Os investimentos em estradas, eletricidade e telecomunicações têm efeitos significativos na redução da pobreza agrícola, principalmente devido ao aumento do emprego em setores não-agrícolas e à melhoria dos salários na área rural.

No Brasil, FERREIRA e MALLIAGROS (1998) estimaram os efeitos do capital de infra-estrutura federal (telecomunicações, energia elétrica, portos, setor marítimo e ferrovias) e do capital total (capital das estatais e administrações)<sup>2</sup> em relação ao PIB. Os resultados mostraram relação estatisticamente significativa, em que o aumento de 1% no capital de infra-estrutura aumenta o PIB entre 0,34 e 1,12% no longo prazo, dependendo da taxa de depreciação. ISSLER e FERREIRA (1995), estudando a economia americana, verificaram que variações no gasto em infra-estrutura precedem variações na produtividade total dos fatores, mas a recíproca não é verdadeira. ROCHA e TEIXEIRA (1996), estudando a economia brasileira no período de 1965 a 1990, levando em conta a não-estacionariedade da série e analisando a co-integração, descobriram evidências do papel substitutivo do investimento público em relação ao investimento privado.

Segundo RIGOLON e PICCININI (1997), a complementaridade entre o investimento público em infra-estrutura e o investimento privado, afetando o crescimento econômico, mostrados na literatura recente, sugere um estímulo aos investimentos público e privado em infra-estrutura. O investimento público em infra-estrutura promove o crescimento econômico através do aumento do retorno

---

<sup>2</sup> Investimentos da administração direta e autarquias da união, estados e municípios.

dos insumos privados (capital e trabalho), incentivando o investimento e o emprego. O aumento da oferta de infra-estrutura eleva o produto final, implicando maior produtividade dos fatores privados, redução de custo dos insumos e elevando a remuneração dos fatores, o que estimula o crescimento econômico.

A Tabela 1 mostra os resultados de diversos estudos, analisando os efeitos de diferentes investimentos em infra-estrutura, em diferentes países, no crescimento da economia.

Tabela 1 – Elasticidade do investimento em infra-estrutura no crescimento econômico

Países	Elasticidade	Autor	Conceito de infra-estrutura
EUA	0,39	ASCHAUER (1989)	Capital público não-militar
EUA	0,34	MUNNELL (1990)	Capital público não-militar
EUA	0,08	FERREIRA (1993)	Capital público não-militar
França	0,08	PRUDLLOMME (1993)	Capital público
Taiwan	0,24	UCHIMURA e GAO (1993)	Transportes, saneamento básico e comunitário
Coréia	0,19	UCHIMURA e GAO (1993)	Transportes, saneamento básico e comunitário
Israel	0,31-0,44	BREGMAN e MAROM (1993)	Transportes, energia e saneamento básico
México	0,05	SHAH (1988 e 1992)	Energia, comunicações e transportes
OECD	0,07	CANNING e FAY (1993)	Transportes
Países em desenv.	0,07	CANNING e FAY (1993)	Transportes
Países em desenv.	0,16	EASTELY e REBELO (1993)	Transportes e comunicações
Brasil	0,34-1,12	FERREIRA e MALLIAGROS (1998)	Telecomunicação, energia e transportes (estatais federais)
Brasil	0,55-0,61	FERREIRA e MALLIAGROS (1998)	Telecomunicação, energia elétrica e transportes

Fonte: RIGOLON e PICCININI (1997).

No Brasil, a partir de 1950, com o início da industrialização, acentuaram-se as necessidades de investimentos em infra-estrutura para o rompimento dos pontos de estrangulamento do processo de crescimento. O setor público provia parte significativa desses investimentos, pois o controle das tarifas de setores importantes, como energia elétrica, transportes, telefones, aluguéis e gasolina, abaixo da inflação, desestimulava o capital privado. Esse controle fazia parte da política de crescimento econômico, com o encorajamento do crescimento industrial e subsídio ao consumo. A política estatal privilegiava o crescimento econômico, apesar da tendência crescente de aumento da inflação.

Problemas políticos internos, no início da década de 1960, levaram à perda de controle sobre variáveis macroeconômicas importantes, com aumento da inflação, do déficit no orçamento público e queda da taxa de crescimento da formação bruta de capital fixo e do PIB. Esses problemas resultaram na mudança de regime político em 1964. O novo regime priorizou a estabilidade de preços e reformas estruturais, visto que a economia havia perdido o dinamismo de crescimento da década anterior e a inflação, fora de controle, atingia taxas próximas a 100% a.a. Dentre as principais reformas, destaca-se a criação do Banco Central do Brasil (BACEN) e do Banco Nacional de Habitação (BNH) (GOLDENSTEIN, 1986).

O novo governo, na busca de legitimidade popular, priorizou o crescimento econômico, gerando emprego e renda. Assim, apesar da prioridade na estabilização da inflação, os investimentos em infra-estrutura continuaram a ser executados, tendo sido feitos estudos setoriais nas áreas de energia elétrica, transporte, área urbana e indústria pesada. O primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento (I PND), resultado desses estudos setoriais, elevou a oferta de energia elétrica, transportes e telecomunicações, fazendo com que o PIB real crescesse à taxa média de 11,2% a.a. no período de 1967 a 1973 (IPEA, 2005).

Na década de 1970, as estatais continuaram a ser importantes fontes de crescimento econômico. A necessidade de ganhos de escala e produtividade, para competição internacional e redução do custo para o mercado interno, levou à criação das *holdings* Siderbrás, no ramo da siderurgia, e Telebrás, no setor de

telecomunicações. O primeiro choque do petróleo, em outubro de 1973, elevou seu preço, em dólar, em 300%, afetando a economia brasileira. A inflação reduzida e o significativo crescimento econômico brasileiro no período fizeram com que o governo adotasse o Segundo Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), visando preservar o dinamismo da economia. O plano objetivava um crescimento setorial nas áreas de indústria pesada, infra-estrutura e mineração, que alavancariam toda a economia doméstica. O volume substancial de recursos e o aumento da conta de importações fizeram com que o processo fosse financiado com poupança externa, já que as taxas de juros eram relativamente baixas (GOLDENSTEIN, 1986).

O segundo choque energético, em 1979, fez com que o preço da tonelada de petróleo aumentasse em 70,66% de 1979 a 1980. Isso deixou o país em dificuldades, devido ao desequilíbrio no Balanço de Pagamento (BP) e à necessidade de novos empréstimos internacionais. O efeito, na economia americana, foi o aumento da taxa de inflação para dois dígitos, fazendo com que as autoridades monetárias daquele país elevassem a taxa de juro (*prime-rate*) de 7,8%, em 1977, para 21,5% a.a., em 1980. O impacto desse aumento, no Brasil, foi o crescimento do serviço da dívida, que passou de US\$ 2,69 bilhões em 1978 para US\$ 6,31 bilhões em 1980 (GOLDENSTEIN, 1986).

A década de 1980 foi marcada pela perda do dinamismo da economia brasileira, além das mudanças no campo político com o fim do regime militar. Na área econômica destacam-se a contração fiscal, a elevação da taxa de inflação e as dificuldades nas negociações externas. Esses problemas, aliado à redução na taxa de investimento das empresas estatais, que, devido ao controle tarifário abaixo da inflação, haviam perdido sua capacidade de investimento, e à falta de incentivo aos investimentos privados, culminaram em um longo período de recessão.

Diante desses problemas macroeconômicos, os governos das décadas de 1990 e 2000 implementaram um amplo programa de privatizações, visando modificar o perfil dos gastos públicos. O programa abrangeu setores importantes da economia, como siderurgia, petroquímica, telecomunicações, eletricidade,



transportes e mineração. A necessidade de redução do Estado, a escassez de poupança doméstica e a precária capacidade de investimento das empresas estatais levaram o governo brasileiro a adotar medidas que estimulassem a iniciativa privada a realizar investimentos antes feitos pelo governo, inclusive no setor de infra-estrutura.

Para minimizar os riscos nas privatizações, as empresas contaram com o financiamento do BNDES, incluindo as estrangeiras, e com o regime tarifário favorável em grande parte dos setores de infra-estrutura. Em alguns, o repasse dos custos foi superior à taxa de inflação, pois a tarifa foi indexada a índices de preços não-oficiais, como o IGP-M (PIRES e PICCININI, 1999). Dados do IPEA (2005) mostram que, no período de 1990 a 2004, a variação percentual média do IGP-M, índice mensurado pela FGV (2005), foi de 228,25%, superior ao Índice de Preço ao Consumidor Ampliado (IPCA), índice oficial de inflação no Brasil medido pelo IBGE, que foi de 22,16%.

Em países em desenvolvimento, como o Brasil, devido às limitações na disponibilidade de fundos públicos, pode ocorrer investimento em infra-estrutura abaixo do necessário. O resultado é o baixo crescimento da produção e o distanciamento maior em relação aos países desenvolvidos. Nesse sentido, uma alternativa seria um arranjo público/privado para o financiamento de projetos de infra-estrutura, mas, devido à natureza do bem público, é um acordo difícil e com poucos exemplos de sucesso, mesmos nos países desenvolvidos. Essas parcerias começaram inicialmente na Inglaterra, expandindo-se depois para outros países (BERNARD e GARCIA, 1997).

No Brasil, o projeto de “Parceria Público-Privada (PPP)” foi criado em dezembro de 2004 pelo Governo Federal, que estabeleceu um regime jurídico para os contratos firmados entre o Estado e as empresas privadas. O projeto transfere para o setor privado os investimentos em infra-estrutura, que gerariam empregos e crescimento econômico e permitiria, ao Governo Federal, aumentar a capacidade de atuação do Estado, restrita pelo orçamento. Segundo GIAMBIAGI e ALÉM (2000), as condições essenciais para que a parceria exista é a percepção de que novos investimentos em infra-estrutura não seriam ofertados

exclusivamente por um setor (público ou privado), ficando a cargo do setor público a definição dos segmentos de infra-estrutura em que se deseja a parceria. Para atrair capitais privados, é desejável estabilidade macroeconômica, credibilidade governamental e do país, existência de marcos regulatórios adequados, mercado de capitais desenvolvido, sistema financeiro diversificado, mercado de seguros sofisticado e fundos de pensão com certo porte de ativos.

Embora não haja consenso sobre o assunto, e mesmo na ausência de algumas definições claras, alguns setores vêm nas PPPs a abertura de oportunidades de investimentos em infra-estrutura, segurança pública, transportes, habitação, saneamento básico, eletricidade, petróleo, comunicações e recursos hídricos. Esses investimentos possibilitariam o aumento da produtividade, o escoamento da produção e atenderiam aos interesses comerciais de diversos setores. Cabe ressaltar que os organismos internacionais, como o Fundo Monetário Internacional (FMI), o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BIRD) e o Banco Mundial (BID), têm recomendado as PPPs, provendo os recursos para o financiamento. Contudo, segundo o INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – INESC (2005), há sérios riscos jurídicos relacionados tanto à falta de marcos regulatórios claros como a conflitos da PPP com a legislação preexistente (Lei de Responsabilidade Fiscal, licitações e mesmo a Constituição).

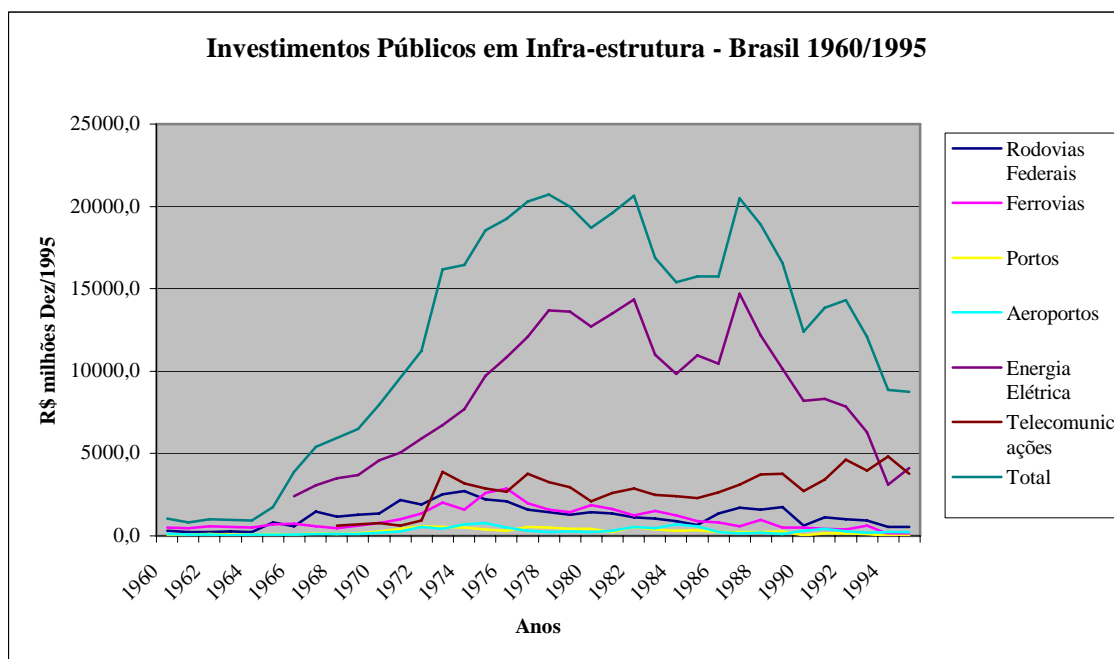
## **1.2. O problema e sua importância**

A partir de 1980, os investimentos em infra-estrutura, no Brasil, reduziram significativamente. O efeito da diminuição significativa nesses investimentos foi a redução da competitividade e da lucratividade das empresas, levando à redução dos investimentos privados e à queda do PIB. Na agricultura, o efeito foi o aumento menor da produtividade agrícola e da produção, tendo efeitos negativos na competitividade externa e nas perspectivas de crescimento sustentado de longo prazo. Os investimentos em infra-estrutura aumentam a rentabilidade e a lucratividade de todos os setores da economia, podendo induzir

o aumento dos investimentos e o crescimento do PIB. No setor agropecuário, assim como nos demais, tem-se a elevação da PTF, deslocando a fronteira de possibilidade de produção para cima, o que pode levar ao aumento do PIB e da renda no setor.

A Figura 1 mostra os investimentos públicos em infra-estrutura de 1960 a 1995, em milhões de reais, a preços de dezembro de 1995. No período de 1966 a 1980, os investimentos públicos em rodovias federais, ferrovias, portos, aeroportos, telecomunicações e energia elétrica tiveram aumento significativo de 12,9% a.a., enquanto no período de 1981 a 1995 reduziram em 4,8% a.a. Os investimentos em rodovias federais, que no período de 1960 a 1980 aumentaram em 11,6% a.a., tiveram redução da ordem de 3,8% a.a. no período de 1981 a 1995. Os investimentos em ferrovias, que no período de 1960 a 1980 aumentaram 8,9% a.a., reduziram significativamente no período de 1981 a 1995, em 15,5% a.a., quando analisados os investimentos da Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) e da Companhia Vale do Rio Doce (CVRD). Além das ferrovias, outro setor que teve redução significativa nos investimentos foi o portuário, compreendendo os investimentos da PORTOBRÁS e da CVRD. Esse setor teve aumento de investimento de 11,4% a.a. no período de 1960 a 1980, mas teve a maior retração entre os setores analisados, reduzindo os investimentos em 17,9% a.a. no período de 1980 a 1996.

No setor elétrico, os investimentos em geração, transmissão, distribuição, instalações gerais e Itaipu aumentaram 13,8% a.a. de 1966 a 1980, porém reduziram significativamente 7,8% a.a. no período de 1981 a 1995. De todos os setores analisados, somente o de telecomunicações não apresentou taxa de crescimento negativa no segundo período analisado, apesar de ser inferior ao primeiro. No período de 1968 a 1980, os investimentos em telecomunicações aumentaram 16,2% a.a. e, no período de 1981 a 1995, o aumento foi de 4,4%.



Fonte: Elaborado pelo autor a partir de dados de FERREIRA e MALLIAGROS (1999). Dados não disponíveis para o período de 1996 a 2004.

Figura 1 – Investimentos públicos em infra-estrutura deflacionados pelo IGP-DI (ano-base dez./95) – Brasil, 1960-1995, em R\$ milhões.

A partir da década de 1980, a economia brasileira perdeu o dinamismo que a caracterizou na década anterior, apresentando baixa taxa de crescimento do PIB e da Formação Bruta de Capital (FBK), elevação da taxa de inflação, contração fiscal e dificuldades nas negociações externas. Essa instabilidade econômica afetou o campo político, com o fim do regime militar e a passagem para um regime democrático, culminando com as eleições pelo voto popular para presidente e para o Congresso Nacional do Brasil, em 1989. Esses problemas econômicos, aliados à redução na taxa de investimento das empresas estatais que, devido ao controle tarifário abaixo da inflação, haviam perdido sua capacidade de investimento e à falta de incentivo aos investimentos privados, culminaram em um longo período de recessão. Segundo GOMES et al. (2003), esses fatores fizeram com que a PTF apresentasse taxas de crescimento negativas durante as décadas de 1980 e 1990.

Na Tabela 2 são mostrados o valor do PIB real e do PIB *per capita*, deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004), a população brasileira e as taxas médias de crescimento no período de 1980 a 2004. A taxa média de crescimento do PIB real, no período, foi de 2,17% a.a., enquanto a taxa média de crescimento da população e do PIB real *per capita* foi de 1,68% a.a. e 0,48% a.a., respectivamente. Em relação ao crescimento do PIB real, nota-se grande instabilidade, com períodos de aumento acentuado seguido de quedas significativas. Outras importantes observações são o crescimento acentuado do PIB real no início do período (1984/87), a queda significativa em 1990 e o crescimento significativo no período de 1993/1997, 2000 e 2004.

No tocante à população, nota-se a redução da taxa de crescimento populacional e a relativa estabilidade do PIB *per capita*. A menor taxa de crescimento populacional pode ser explicada pelo aumento da disseminação da informação, inclusive da educação sexual e meios contraceptivos, e pela maior participação da mulher no mercado de trabalho. A baixa taxa de crescimento do PIB real *per capita*, diferentemente do esperado, manteve-se estável no período, indicando que o crescimento do PIB real não foi suficiente para melhorar a renda interna, mesmo considerando a taxa de crescimento populacional decrescente e desconsiderando a distribuição de renda entre os agentes econômicos.

Tabela 2 – PIB real deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004), PIB real *per capita* deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004), população e taxas médias de crescimento – Brasil, 1980-2004

Ano	PIB real deflacionado pelo deflator implícito do PIB R\$ mil	PIB real <i>per capita</i> deflacionado pelo deflator implícito PIB	População	Taxa de crescimento PIB real (%)	Taxa de crescimento PIB <i>real per capita</i> (%)	Taxa de crescimento da população (%)
1980	1.067.931.958,6	8.781,51	121.611.375			
1981	1.022.544.850,4	8.223,76	124.340.289	-4,25	-6,35	2,24
1982	1.031.031.972,6	8.114,18	127.065.457	0,83	-1,33	2,19
1983	1.000.822.735,8	7.712,03	129.774.285	-2,93	-4,96	2,13
1984	1.054.867.163,6	7.963,79	132.457.926	5,40	3,26	2,07
1985	1.137.674.235,9	8.420,61	135.105.916	7,85	5,74	2,00
1986	1.222.886.036,2	8.880,18	137.709.651	7,49	5,46	1,93
1987	1.266.053.913,3	9.026,24	140.263.693	3,53	1,64	1,85
1988	1.265.294.280,9	8.862,87	142.763.545	-0,06	-1,81	1,78
1989	1.305.277.580,2	8.989,09	145.206.942	3,16	1,42	1,71
1990	1.248.498.005,5	8.459,01	147.593.859	-4,35	-5,90	1,64
1991	1.261.376.066,1	8.413,32	149.926.149	1,03	-0,54	1,58
1992	1.254.519.479,9	8.241,11	152.226.988	-0,54	-2,05	1,53
1993	1.316.301.631,2	8.519,05	154.512.692	4,92	3,37	1,50
1994	1.393.343.165,2	8.887,52	156.775.230	5,85	4,33	1,46
1995	1.452.195.092,6	9.132,36	159.016.334	4,22	2,75	1,43
1996	1.490.803.001,5	9.245,46	161.247.046	2,66	1,24	1,40
1997	1.539.567.167,7	9.418,01	163.470.521	3,27	1,87	1,38
1998	1.541.598.105,9	9.304,25	165.687.517	0,13	-1,21	1,36
1999	1.553.706.956,4	9.253,23	167.909.738	0,79	-0,55	1,34
2000	1.621.448.579,7	9.529,91	170.143.121	4,36	2,99	1,33
2001	1.642.689.556,1	9.529,15	172.385.826	1,31	-0,01	1,32
2002	1.674.393.464,6	9.492,51	176.391.015	1,93	-0,38	2,32
2003	1.683.518.152,4	9.405,90	178.985.306	0,54	-0,91	1,47
2004	1.766.621.034,0	9.728,84	181.586.030	4,94	3,43	1,45
Taxa média de crescimento no período				2,17	0,48	1,68

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do IPEADATA (2005).

A Tabela 3 mostra as taxas geométricas de crescimento do PIB real deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004), do PIB real *per capita* deflacionado pelo deflator implícito do PIB (ano-base 2004) e da população brasileira no período de 1980 a 2004 e nos subperíodos de 1980 a 1989, 1990 a 1999 e 2000 a 2004. Em relação ao PIB real, nota-se maior crescimento na década de 1980 (3,08% a.a.) em relação às décadas de 1990 (2,96% a.a.) e 2000 (1,98% a.a.), o que pode ser explicado pelo crescimento significativo no período 1984/87 (Tabela 2). Cabe ressaltar também que, apesar de a década de 2000 apresentar menor taxa de crescimento do período analisado, os anos de 2000 e 2004 tiveram crescimento significativo, sendo de 4,36% e 4,94%, respectivamente. Apenas o coeficiente do PIB real *per capita* do período de 2000 a 2004 não foi estatisticamente significativo, o que pode ser explicado, em parte, pelo pequeno número de observações.

Tabela 3 – Taxa de crescimento<sup>3</sup> do PIB real, do PIB real *per capita* e da população – Brasil, 1980-2004 (%)

Período	1980-2004	1980-1989	1990-1999	2000-2004
PIB real	2,34*** (22,42)	3,08*** (5,80)	2,96*** (11,61)	1,98** (5,08)
PIB real <i>per capita</i>	0,70*** (6,61)	1,06* (1,96)	1,50*** (5,97)	0,28 NS (067)
População	1,63*** (63,14)	1,99*** (66,14)	1,44*** (107,46)	1,69*** (19,41)

Fonte: Elaborada pelo autor a partir de dados do IPEADATA (2005).

Estatística t entre parênteses.

\*\*\* Significativo a 1%; \*\*Significativo a 5%; \* Significativo a 10%; NS = não-significativo.

<sup>3</sup> A taxa geométrica de crescimento foi obtida através da regressão ( $\ln Y_t = \alpha + \beta_t + \varepsilon_t$ ), sendo tomado como o antilog de  $\beta_t$  menos 1.

Diferentemente dos países desenvolvidos, onde existem expressivos subsídios a políticas de crédito rural e de sustentação de preços e renda, no Brasil, os gastos<sup>4</sup> com a agricultura caíram, em média, de 6,6% dos gastos totais da união, na década de 1980, para 1,1% entre os anos de 2000 e 2001. Esses gastos representam as menores despesas no setor desde 1985, ficando 50% abaixo do verificado na década de 1990 (GASQUES e VILLA VERDE, 2003). Já a produção brasileira de grãos cresceu 62% no período de 1994 a 2003, passando de 76 milhões para 123 milhões de toneladas, devido ao aumento da produtividade média, que representou 44% de crescimento, e à expansão da fronteira agrícola, com 12% de participação (NOGUEIRA Jr. e TSUNECHIRO, 2005).

No entanto, a capacidade de armazenagem no Brasil não tem acompanhado o ritmo de crescimento da produção ao longo dos anos, crescendo 7,4% no período citado e resultando em déficits no setor de armazenagem em determinadas regiões, particularmente nas áreas recentemente incorporadas à produção. Embora programas governamentais, como o Programa Nacional de Armazenagem (PRONAZEM), tenham obtido resultados significativos, observa-se que a não-continuidade para os anos posteriores compromete o equilíbrio entre a oferta e a demanda de serviços de armazenagem (NOGUEIRA Jr. e TSUNECHIRO, 2005).

Tomando-se a safra 2002/2003, quando houve recorde da produção brasileira de grãos, a capacidade estática de armazenagem era de 90,5 milhões de toneladas e a oferta de produtos agrícola totalizou 155,2 milhões de toneladas (cereais, oleaginosas, açúcar, café e trigo importado). Devido à rotação de estoque, em razão de variações estacionais e da perecibilidade, essa capacidade (capacidade dinâmica) aumenta em 50% em função do giro dos produtos (giro de 1,5), o que resultou em déficit de 19,4 milhões de toneladas. Em agosto de 2004, a capacidade estática de armazenagem de grãos passou para 95,9 milhões de

---

<sup>4</sup> Os gastos na função agricultura referem-se à administração direta e compreendem serviços como vigilância sanitária, abastecimento, irrigação, recuperação de áreas degradadas etc. O crédito rural não está incluído nesta função, ficando a cargo do BACEN. Para maiores detalhes, ver o Balanço Geral da União.



toneladas, dos quais 54,1% estão localizados nos perímetros urbanos. Nos Estados Unidos, no ano de 2002, a capacidade de armazenamento total era para 500 milhões de toneladas, para uma produção de 400 milhões (NOGUEIRA JÚNIOR e TSUNECHIRO, 2005).

No setor de transporte, a queda significativa dos investimentos, particularmente em ferrovias, aeroportos, portos e rodovias, eleva o custo da produção agrícola, afetando negativamente a produtividade do setor. A expansão da fronteira agrícola, verificada em anos recentes, eleva o custo, resultado não só do aumento da distância percorrida em relação aos grandes centros urbanos e portos, mas também em decorrência da baixa qualidade das vias de acesso. Além disso, as especificidades que envolvem a produção agropecuária, como sazonalidade, perecibilidade, sensibilidade aos preços internacionais e produção pulverizada espacialmente, requerem estratégias de escoamento e armazenamento adequadas.

Outro problema decorrente da queda dos investimentos em infraestrutura é a desigualdade regional. Embora uma parcela significativa da população pobre viva nas áreas rurais, as restrições orçamentárias e políticas de influência urbana dificultam os investimentos públicos nessas áreas. Isso contradiz estudos que indicam que os investimentos em infraestrutura, nos países em desenvolvimento, têm resultado em taxas de crescimento da produção e produtividade maiores que as taxas de crescimento da população nesses países (ZHANG e FAN, 2004).

Diversos trabalhos analisaram os efeitos dos investimentos em infraestrutura no crescimento econômico, os quais elevam a PTF, deslocando a fronteira de possibilidade de produção para cima e aumentando o produto e a renda. A existência de correlação positiva entre os efeitos desses investimentos na elevação da PTF e o crescimento econômico, aliada à restrição orçamentária do governo, evidencia a priorização de investimentos públicos com maiores impactos, conforme estimado por FERREIRA e MALLIAGROS (1998).

Este trabalho difere dos demais pelo fato de estudar os efeitos dos investimentos em infraestrutura na PTF do setor agropecuário brasileiro; além

disso, adiciona variáveis relevantes, como P&D, investimentos em armazenagem e telecomunicações. Outra contribuição da pesquisa é a utilização do modelo analítico (Método Generalizado de Momentos), aplicado pela primeira vez no setor, para verificar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura, o tempo de defasagem ótimo entre esses investimentos e a mudança na Produtividade Total dos Fatores agrícola, mesmo com a existência de causalidade bidirecional.

Os investimentos em infra-estrutura caracterizam-se por grandes volumes de recursos e retorno de longo prazo e, por isso, muitas vezes ficam a cargo do Estado. Neste trabalho, o capital de infra-estrutura é composto pelas seguintes *proxies*: extensão total de rodovias federais pavimentadas e em tráfego; capacidade nominal total instalada de geração de energia elétrica, hidráulica ou térmica; terminais telefônicos fixos em serviço (residenciais e públicos); relação entre a área total irrigada e a área plantada total; e capacidade estática de armazenagem. Outra variável importante no modelo é o gasto com pesquisa agrícola, sendo considerado o número total de pesquisadores da EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA (2005)<sup>5</sup>. Como se pretende verificar os efeitos dos investimentos líquidos, será usada a taxa de depreciação de 5% a.a., assim como utilizado por LANGONI (1974). Segundo FERREIRA e MALLIAGROS (1998), as estimativas das elasticidades dos investimentos dos setores rodovias, energia elétrica, telecomunicações, portos e ferrovias não diferem muito, com taxas de depreciação de 6, 8 e 10% a.a.<sup>6</sup>

Diante da queda desses investimentos, torna-se importante verificar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na eficiência da agricultura brasileira, quais tipos apresentam maiores impactos, qual o sentido de causalidade, bem como se os efeitos são no curto ou longo prazo. Esse conhecimento é importante no sentido de prover as melhores alternativas de políticas de investimento para o crescimento econômico de curto e longo prazo.

---

<sup>5</sup> Os dados sobre o montante de recursos investidos pela CAPES e pelo CNPq, bem como o número total de bolsas concedidas por estas instituições, não estão disponíveis para o período estudado.

<sup>6</sup> LANGONI (1974) justifica a taxa de depreciação utilizada citando autores que utilizaram taxas de depreciação muito próximas da usada neste trabalho.

### **1.3. Hipótese**

Investimentos em infra-estrutura afetam positivamente a Produtividade Total dos Fatores de produção na agricultura brasileira.

### **1.4. Objetivos**

#### **1.4.1. Objetivo geral**

Determinar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na Produtividade Total dos Fatores na agropecuária brasileira, no período de 1985 a 2004.

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Determinar quais os tipos de investimentos em infra-estrutura têm maiores efeitos na Produtividade Total dos Fatores agrícola.
- Determinar a defasagem no tempo dos efeitos dos investimentos em infra-estrutura na Produtividade Total dos Fatores agrícola.
- Determinar o sentido da causalidade entre a Produtividade Total dos Fatores agrícola e os diversos tipos de investimentos em infra-estrutura.

## 2. REFERENCIAL TEÓRICO

Países em desenvolvimento, como o Brasil, apresentam dificuldades em prover investimentos e financiamento em infra-estrutura devido à baixa taxa de poupança interna, ao endividamento público ao fato de esses investimentos serem capital-intensivo. Além disso, a execução envolve longo prazo de maturação, elevada especificidade e significativo custo irrecuperável (*sunk costs*). Assim, a alocação setorial eficiente dos recursos e o conhecimento da taxa de retorno tornam-se importantes. O investimento em infra-estrutura eleva a taxa de retorno do investimento privado com o crescimento da PTF, que provoca o deslocamento da curva de produção para cima, induzindo o crescimento econômico, que por sua vez eleva os investimentos, gerando mais emprego e renda.

Muitos países apresentaram, nos últimos anos, taxas de crescimento econômico elevadas, enquanto outros tiveram taxas pequenas ou negativas. Para perceber essas diferenças, pode-se aplicar o Modelo de Crescimento Neoclássico ou Modelo de Solow e Swan (SOLOW, 1956). Em sua versão simplificada, o mundo é formado por países que produzem e consomem um único bem homogêneo, implicando que não há comércio internacional. A tecnologia é exógena, indicando que todas as empresas têm acesso à mesma tecnologia e não são afetadas pela pesquisa e desenvolvimento (P&D). Os agentes econômicos são maximizadores da utilidade, sintetizada pela fração constante de sua renda

poupada e do tempo gasto em treinamento, relacionando-se ao consumo presente e futuro e ao tempo gasto em qualificação ou ingresso no mercado de trabalho (JONES, 2000). Todas essas suposições do modelo são alvos de diversas críticas por pesquisadores do crescimento econômico que, a partir de ROMER (1990), endogeneizaram o progresso tecnológico ao introduzir a pesquisa e o desenvolvimento (P&D) na função de produção.

O modelo constitui-se das equações da função de produção<sup>7</sup> e acumulação de capital. A função de produção considerada tem a forma funcional, que agrega todos os insumos em duas categorias: Capital (K) e Trabalho (L). Esta função apresenta retornos constantes à escala, é homogênea de grau 1 e produtividade marginal positiva e decrescente nos insumos, pois a cada unidade adicional de trabalho ou capital o produto cresce a taxas menores. Segundo JONES (2000), essa função pode ser expressa como:

$$Y = F(K, L) = K^\alpha L^{1-\alpha} \quad (1)$$

em que  $\alpha$  é qualquer número entre 0 e 1. Nesse caso, espera-se:

$$\frac{\partial F}{\partial K} > 0, \quad \frac{\partial F}{\partial L} > 0, \quad \frac{\partial^2 F}{\partial K^2} < 0 \quad \text{e} \quad \frac{\partial^2 F}{\partial L^2} < 0 \quad (2)$$

$$F(\lambda K, \lambda L) = \lambda F(K, L) \quad \forall \lambda > 0 \quad (3)$$

A remuneração dos fatores de produção é dada por  $w$ , para cada unidade de trabalho, e  $r$ , para cada unidade de capital, no período de tempo. Outra pressuposição do modelo é a existência de grande número de firmas, vigorando a concorrência perfeita e sendo estas tomadoras de preço. Normalizando o preço do produto para a unidade, a maximização dos lucros pelas empresas é dada por:

$$\max_{K, L} F(K, L) - rK - wL \quad (4)$$

---

<sup>7</sup> Segundo FROYEN (2001), a forma funcional da função de produção  $Y = Af(K, L)$  é conhecida como Hicks-neutra.

A condição de primeira ordem é que as firmas contratarão a mão-de-obra até o valor do produto marginal do trabalho se igualar ao preço do trabalho ( $w$ ) e contratarão o capital até o valor do produto marginal do capital se igualar a  $r$ , o preço do aluguel do capital. Tem-se assim:

$$r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha Y/K \quad (5)$$

$$w = \frac{\partial F}{\partial L} = (1 - \alpha) Y/L \quad (6)$$

O pagamento dos insumos exaure o valor total do produto, não sendo auferido lucro econômico:  $wL + rK = Y$ . A equação (1) pode ser escrita em produto *per capita*, tendo-se que o produto por trabalhador é dado por  $y = Y/L$  e o capital por trabalhador, por  $k \equiv K/L$ . Assim, tem-se:

$$Y/L = (K/L)^\alpha (L/L)^{1-\alpha} \Rightarrow y = k^\alpha \quad (7)$$

A segunda equação fundamental do modelo é a equação do acúmulo de capital, sendo dada, conforme JONES (2000), por:

$$\dot{K} = sY - dK \quad (8)$$

em que  $\dot{K}$  é a variação no estoque de capital no tempo,  $sY$  é o investimento bruto e  $dK$  a depreciação do processo produtivo. As pressuposições de que os agentes poupam uma fração constante da renda, além da economia fechada, implicam a identidade macroeconômica da Poupança (S) igual investimento (I); nesse caso, a única utilização do investimento é a acumulação de capital.

Por hipótese, a taxa de participação da força do trabalho é constante e o crescimento populacional é dado por  $n$ . Nesse caso, conforme JONES (2000), a equação do crescimento da força de trabalho pode ser expressa como:

$$L(t) = L_0 \lambda^{nt} \quad (9)$$

em que  $L_0$  e  $L(t)$  é o estoque de mão-de-obra no período inicial e no instante  $t$ , respectivamente, e  $n$  a taxa de crescimento da força de trabalho da economia. Tomando o logaritmo e derivando em relação ao tempo, tem-se pela equação (9):

$$\frac{\dot{L}}{L} = n \quad (10)$$

Com a expressão do capital *per capita* ( $k$ ), tem-se que  $k = K/L$ .

Logaritmizando e derivando, tem-se:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} \quad (11)$$

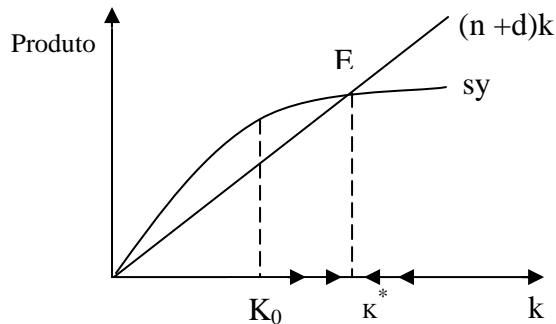
Substituindo as equações (8) e (10) na equação (11), obtém-se a equação de acumulação de capital por trabalhador:

$$\dot{k} = sy - (n + d)k \quad (12)$$

Essa equação apresenta a variação do capital por trabalhador no tempo em função do investimento por trabalhador ( $sy$ ), a depreciação do capital por trabalhador ( $dk$ ) e o crescimento populacional ( $n$ ).

Dado um estoque de capital inicial  $K_0$ , a taxa de crescimento populacional ( $n$ ), a depreciação e o investimento, a economia crescerá até o estado estacionário (E), ponto em que o capital por trabalhador permanece constante. A Figura 2 mostra que, com estoque de capital  $K_0$ , o montante de investimento por trabalhador é superior ao necessário para manter constante a relação  $K/L$ , dado pela curva  $(n+d)k$ . O investimento *per capita* deve aumentar até o ponto  $k^*$ , onde o capital por trabalhador é constante e é atingido o ponto estacionário (E). Quando essa mudança é positiva e ocorre o aumento do capital, diz-se que houve aprofundamento do capital, pois o aumento é mais que suficiente para compensar a depreciação e o aumento da população. Do mesmo

modo, se  $k$  for superior a  $k^*$ , o investimento é menor que o necessário para manter a relação constante e, nesse caso, o montante de capital tende a cair.



Fonte: JONES (2000).

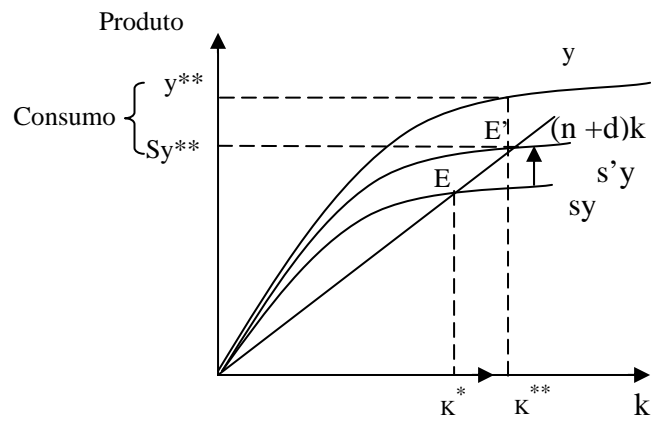
Figura 2 – Diagrama básico de Solow.

Qualquer política governamental que incentive o crescimento econômico, de acordo com esse modelo, só teria impacto no curto prazo, pois os retornos marginais decrescentes fariam com que a taxa de crescimento do capital voltasse a zero, não afetando a taxa de crescimento de longo prazo. A suposição de convergência deriva do retorno marginal decrescente do capital, indicando que países com maior estoque de capital inicial tendem a crescer menos em relação àqueles com menor estoque (BARRO e SALA-I-MARTIN, 1995).

Nesse sentido, quando a economia atinge o estado estacionário ( $E^*$ ) ocorre o fim do aprofundamento do capital, ponto no qual o estoque de capital por trabalhador é constante (Figura 3). Após atingir esse ponto, se for aumentada a taxa de investimento permanentemente de  $s$  para  $s'$ , a curva  $sy$  deslocará até  $s'y$ , fazendo com que a economia cresça. Dado o valor corrente do estoque de capital  $k^*$ , o investimento por trabalhador é agora superior ao montante necessário para manter constante o capital por trabalhador, reiniciando-se o aprofundamento do capital. Esse aprofundamento ocorre até o ponto em que  $s'y = (n+d)k$  e o estoque de capital por trabalhador aumentar para  $k^{**}$  (novo



ponto estacionário). Assim, com a função de produção  $y$ , o aumento dos investimentos em todos os setores, inclusive em infra-estrutura, eleva o capital por trabalhador, aumentando o produto *per capita* e tornando a economia mais rica, comparativamente ao período anterior (Figura 3).



Fonte: JONES (2000).

Figura 3 – Diagrama básico de Solow com o aumento na taxa de investimento.

### **3. METODOLOGIA**

#### **3.1. Influência do capital, trabalho e PTF no crescimento econômico**

De acordo com o trabalho de SOLOW (1956), a taxa de crescimento da economia americana, ao longo do século XX, não pode ser explicada apenas pelos fatores de produção Capital e Trabalho. Nesse sentido, para analisar o crescimento do setor agropecuário brasileiro, torna-se importante verificar os efeitos de variações do capital e do trabalho no produto ou na renda agrícola, bem como o comportamento da PTF do setor no período estudado. Após a publicação do artigo sobre Crescimento Econômico, em 1956, SOLOW (1957) publicou artigo explicitando a taxa agregada de crescimento do produto no modelo, em relação às contribuições da tecnologia e dos insumos capital e trabalho.

A suposição do modelo é de que a mudança tecnológica é neutra, pois a taxa marginal de substituição é constante e o aumento, ou diminuição, na produção é determinado pelos insumos. Segundo JONES (2000), a função de produção<sup>8</sup> pode ser representada por:

---

<sup>8</sup> Devido à importância no setor agrícola, o fator de produção “terra” está incluído no fator “capital”.

$$Y_t = A_t f(K, L) \quad (13)$$

em que Y é a produção; A é a PTF; K é o capital; L é o trabalho; e t é o tempo.

Fazendo o diferencial total em relação ao tempo em (13), tem-se:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} f(K, L) + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\partial K}{\partial t} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial t} \quad (14)$$

Dividindo (14) por Y:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Y} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Y} \quad (15)$$

em que  $\dot{Y}$ ,  $\dot{A}$ ,  $\dot{K}$  e  $\dot{L}$  são as derivadas em relação ao tempo.

Fazendo:

$$\varepsilon_K = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y} \text{ e } \varepsilon_L = \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L}{Y} \quad (16)$$

em que  $\varepsilon_K$  e  $\varepsilon_L$  são as elasticidades de produção do capital e do trabalho, respectivamente. Sendo:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = A \frac{\partial f}{\partial K} \text{ e } \frac{\partial Y}{\partial L} = A \frac{\partial f}{\partial L} \quad (17)$$

tem-se:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{\dot{A}}{A} + \varepsilon_K \frac{\dot{K}}{K} + \varepsilon_L \frac{\dot{L}}{L} \quad (18)$$

em que  $\frac{\dot{Y}}{Y}$ ,  $\frac{\dot{A}}{A}$ ,  $\frac{\dot{K}}{K}$  e  $\frac{\dot{L}}{L}$  são as taxas de crescimento no tempo do produto, da PTF,

do capital e do trabalho, respectivamente.

A equação (18) decompõe a taxa de crescimento agregado em crescimento da PTF e o crescimento dos insumos capital e trabalho ponderados, por suas respectivas participações na função de produção. A elevação da PTF aumenta a eficiência dos fatores produtivos, aumentando a produção para a

mesma quantidade de insumo, induzindo o investimento privado e tendo efeitos positivos no PIB. Nesse sentido, as elasticidades de produção do capital e do trabalho, o termo de intercepto e a PTF da função de produção agregada do setor agropecuário brasileiro serão estimados utilizando-se a seguinte equação:

$$\ln(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(K_t) + \beta_3 \ln(L_t) + \varepsilon \quad (19)$$

em que Y é o produto; K é o capital; L é o trabalho;  $\varepsilon$  é a PTF;  $\beta_k$  ( $k= 1, 2, 3$ ) são os parâmetros; e t é o tempo. A equação (19) será utilizada para verificar o aumento do produto, do capital, do trabalho e da PTF ( $\frac{Y}{Y}$ ,  $\frac{K}{K}$ ,  $\frac{L}{L}$  e  $\frac{A}{A}$ ) mostrados na equação (18).

Em virtude da existência de séries temporais para o produto e trabalho e da estimação do capital através da lei do Movimento do Capital e do Permanent Inventory Method (PIM), é possível estimar a elasticidade de produção de cada insumo na produção total, bem como a PTF. A variável “produto”, neste trabalho, é o PIB agropecuário anual, deflacionado pelo deflator implícito do PIB nacional, em Reais de 2000. A variável “trabalho” refere-se ao número de trabalhadores formais empregados na agricultura. A variável “capital” é o valor monetário, acumulado ao longo do tempo, das aquisições de ativo imobilizado, excluindo-se a depreciação e a inflação. O estoque de capital da economia, acumulado ao longo do tempo, promove o uso de atividades intensivas em capital, o qual afeta significativamente o progresso tecnológico. A PTF são os fatores que afetam positivamente o produto da economia e não são explicados pelo capital e pelo trabalho. Para estimar essa produtividade em logaritmo, foi utilizada a equação (19), com o resíduo sendo dado por:

$$PTF_t = \varepsilon_t = \ln(Y_t) - \beta_1 - \beta_2 \ln(K_t) - \beta_3 \ln(L_t) \quad (19a)$$

Visto por outro ângulo, o uso de técnicas intensivas em capital também promove o aumento do estoque de capital na economia e, nos dois casos, o

aumento do produto e da renda interna. Para CYPRIANO (2004), a escolha da técnica de produção é endógena ao sistema econômico e está relacionada com o progresso tecnológico, com a abundância de capital e com o ambiente econômico. TEIXEIRA (1991) analisou a escolha da técnica de produção no setor agrícola, desagregando-a em capital-intensiva e mão-de-obra intensiva. Seus resultados mostram que a utilização da técnica intensiva no fator abundante resulta em receita maior que o custo de produção, comparativamente à outra técnica.

Segundo YOUNG (1995), para calcular o estoque de capital inicial da economia, partindo-se da lei de movimento do capital, tem-se:

$$K_t = (1 - \delta)^t K_0 + \sum_{j=0}^{t-1} (1 - \delta)^j I_{t-j} \quad t = 1, 2, 3, \dots \quad (20)$$

em que  $K$  é o estoque de capital no período  $t$ ;  $K_0$  é o estoque de capital inicial da economia;  $I$  é o investimento realizado no período; e  $t$  é o tempo. Para estimar o estoque de capital no período  $t$ , é necessário obter o estoque de capital inicial. Assim, tem-se:

$$K_0 = I_0 + (1 - \delta)I_{-1} + (1 - \delta)^2 I_{-2} + \dots \quad (21)$$

Utilizando a taxa média de crescimento  $g$  do investimento no período, obtém-se:

$$I_j = (1 + g)I_{j-1} \quad (22)$$

em que  $I_j$  e  $I_{j-1}$  são os investimentos no período  $J$  e  $J-1$ , respectivamente.

A partir das equações (21) e (22), obtém-se o estoque de capital inicial:

$$K_0 = \frac{I_0}{\delta + g} \quad (23)$$

Para estimar a taxa de depreciação do capital, bem como a forma funcional, é necessário estimar os  $\phi$ 's, sendo esse um problema complexo, pois envolve o conhecimento de como o capital se deprecia ao longo do tempo e como é afetado pelo progresso tecnológico. Assim, em razão dos resultados estimados por FERREIRA e MALLIAGROS (1998), que utilizaram várias taxas de depreciação para o cálculo do estoque de capital de infra-estrutura e obtiveram elasticidades-renda muito próximas, neste trabalho utilizou-se a taxa de depreciação de 5% a.a.

Para obtenção das elasticidades de produção do capital e do trabalho, bem como da taxa de crescimento da PTF, este trabalho estimou a equação (19) e utilizou dados em painel, considerando os estados brasileiros como unidade de corte seccional e o tempo o período de 1985 a 2004. A taxa de crescimento da PTF desloca a curva de produção para cima, aumentando o produto para a mesma quantidade de insumos utilizados.

### **3.2. Estimação com dados em painel**

Algumas pesquisas, de acordo com os objetivos, combinam dados de diferentes unidades econômicas, coletados em diferentes períodos de tempo. Segundo CRUZ JÚNIOR (2004), os métodos estatísticos que possibilitam a combinação de dados de seção cruzada e série temporal surgiram na década de 1960 e tiveram significativo desenvolvimento em função da frequência de publicação de dados sobre observações individuais em diferentes períodos, do avanço na tecnologia dos *hardwares e softwares* e do progresso na elaboração e implementação de métodos estatísticos apropriados à pesquisa econômica.

O método agrupa informações sobre um conjunto de indivíduos ou unidades econômicas em períodos de tempo diferentes, dando-lhe característica bidimensional. Essa propriedade assegura vantagens na utilização do método, em relação aos mesmos dados analisados como uma série temporal ou seção cruzada, sendo amplamente difundida na literatura. Entre as principais vantagens está o aumento no número de observações (o que aumenta os graus de liberdade),

a eficiência dos parâmetros estimados devido à redução do problema de colinearidade entre as variáveis explicativas, a adoção de estrutura adequada para a covariância dos erros e a resolução do problema de omissão de variáveis. Existem diferentes modelos de regressão que possibilitam utilizar a combinação de dados. HILL et al. (2003) destacam o Modelo de Equações Aparentemente Não-relacionadas (SUR), de efeitos fixos (EF) e de efeitos aleatórios (EA).

Segundo SILVA e CRUZ JÚNIOR (2004), um modelo com dados em painel que tenha N seções cruzadas, T observações de série temporal e (K-1) variáveis explicativas, em sua forma geral, pode ser escrito como:

$$Y_{it} = \alpha_i + \sum_{k=2}^K \beta_k X_{it} + \varepsilon_{it} \quad i= 1, 2, \dots, N \text{ e } t= 1, 2, \dots, T \quad (24)$$

em que  $\alpha_i$  e  $\beta_k$  são os diferentes termos de intercepto e de inclinação e  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro aleatório de cada unidade de seção cruzada  $i$  no período  $t$ , respectivamente. Assume-se que as variáveis explicativas são não-correlacionadas com o erro, sendo o tratamento dado a  $\varepsilon_{it}$  essencial para definir o método de estimação. No método SUR, os coeficientes  $\beta$ 's são considerados constantes no tempo, porém específicos para cada unidade da seção cruzada, e os fatores não-observáveis estão incluídos no erro; o modelo EF assume que as diferenças das unidades são captadas nos diferentes interceptos, mas têm as mesmas inclinações, e que o erro é independente, distribuído aleatoriamente com média zero e variância  $\sigma^2$ ; e o modelo EA assume intercepto aleatório para todas as unidades da seção cruzada. Além disso, o modelo EA permite coletar diferentes amostras da população para estimar o mesmo efeito, já que os parâmetros são aleatórios. Nos modelos estáticos, assume-se que as variáveis explicativas (X) não dependem do erro aleatório ( $\varepsilon_{it}$ ), sendo  $\varepsilon_{it}$  essencial para a definição do modelo mais apropriado. Se o modelo for estimado em logaritmo, os coeficientes indicam as elasticidades de produção do capital (K) e do trabalho (L) em relação ao produto.

Para o modelo EF, segundo JUDGE et al. (1988), o método tem a seguinte formulação geral:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^N \beta_j D_j + \sum_{i=2}^I \beta_k X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (25)$$

em que  $\beta_j$  é o parâmetro de intercepto;  $D_j$  é a variável *dummy*, que assume valores 1 ou 0, se  $j = i$  ou  $j \neq i$ , respectivamente;  $\beta_k$  é a inclinação constante para todas as unidades de seção cruzada; e  $\varepsilon_{it}$  é o erro aleatório. Conhecido como Método dos Mínimos Quadrados das Variáveis *Dummies* (MQVD), consiste na obtenção de N interceptos para cada seção cruzada, considerando o mesmo coeficiente de inclinação para todas as unidades. Para esta pesquisa, a expressão a ser estimada é:

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^N \beta_j D_j + \sum_{i=2}^I \beta_K K_{it} + \sum_{i=2}^I \beta_L L_{it} + \varepsilon_{it} \quad (26)$$

em que  $D_j$  é a variável *dummy*, que assume valores de 0 ou 1 (se  $j \neq i$  e se  $j = i$ , respectivamente) para cada unidade de seção cruzada analisada; K é o capital; L é o trabalho;  $\beta_j$ ,  $\beta_K$  e  $\beta_L$  são os parâmetros; e  $\varepsilon_{it}$  é o erro aleatório. Todas as variáveis, exceto as variáveis *dummies*, são mensuradas em logaritmo.

Para verificar se o modelo é adequado ao fenômeno estudado, ou seja, se o termo de intercepto capta as diferenças entre as seções, HSIAO (1991) propôs a realização do teste de Chow. o teste consiste em comparar as Somas dos Quadrados dos Resíduos (SQR) de regressões estimadas com interceptos comuns para todas as seções cruzadas (forma restrita) e com variáveis *dummies* representando as diferenças (forma irrestrita). A hipótese nula a ser testada é a de que todos os parâmetros de interceptos são iguais, e a hipótese alternativa é a existência de pelo menos um diferente dos demais. Assim, a estatística F é dada por:

$$F = \frac{(SQR^R - SQR^I)/(N - 1)}{SQR^I / (NT - N - K)} \quad (27)$$



em que R e I representam a forma restrita e irrestrita, respectivamente; N é o número de seções cruzadas; T é o número de observações temporais para as seções; e K é o número de parâmetros estimados do modelo irrestrito. Os graus de liberdade são dados por (N-1) e (NT-N-K) do numerador e do denominador, respectivamente. Se o  $F_{\text{calculado}}$  exceder o  $F_{\text{tabelado}}$ , para (N-1) e (NT-N-K) graus de liberdade, rejeita-se a hipótese nula de que todos os parâmetros do intercepto são iguais.

O modelo EA, segundo SANTOS e VIEIRA (2004), difere do modelo EF, pois neste o coeficiente  $\beta_k$  é uma variável aleatória representativa de uma população maior. Admitindo-se o erro com média zero e variância constante, tem-se:

$$Y_{it} = \bar{\beta}_1 + \sum_{k=2}^K \beta_k X_{it} + \varepsilon_{it} \quad (28)$$

em que  $\bar{\beta}_1$  é o parâmetro desconhecido que representa o intercepto populacional médio;  $\beta_k$  são os diferentes coeficientes de cada unidade seccional; e  $\varepsilon_{it}$  é o termo de erro estocástico que reúne o termo de erro do coeficiente aleatório e o da função estimada.

O modelo SUR tem sido utilizado em modelos onde o número de observações é grande, pois considera a suposição de interdependência entre as equações. No entanto, quando o número de seção cruzada é grande e o número de observações é relativamente pequeno, ocorre grande perda de graus de liberdade, inviabilizando a utilização do modelo.

Para verificar qual o modelo a ser utilizado (EF ou EA), deve-se fazer o teste de especificação de HAUSMAN (1978). O teste baseia-se na hipótese de não-correlação entre as variáveis explicativas e o erro estocástico. Os modelos EF e EA são consistentes, mas o modelo EF é ineficiente; sob a hipótese alternativa, o modelo EF é consistente e o AE é ineficiente. Assim, sob a hipótese nula, as duas estimativas não deveriam diferir sistematicamente; o teste é baseado nesta diferença. Além disso, o teste considera a variância do vetor de

diferença entre os estimadores do modelo EF ( $b$ ) e o modelo EA ( $\hat{\beta}$ ). Assim, tem-se:

$$Var[b - \hat{\beta}] = Var[b] + Var[\hat{\beta}] - Cov[b, \hat{\beta}] - Cov[b, \hat{\beta}] \quad (29)$$

Para este teste, a diferença entre a covariância de um estimador eficiente e o estimador ineficiente é zero. Isso implica que:

$$Cov[(b, \hat{\beta}), \hat{\beta}] = Cov[b, \hat{\beta}] - Var[\hat{\beta}] = 0 \quad (30)$$

ou que:

$$Cov[b, \hat{\beta}] = Var[\hat{\beta}] \quad (31)$$

Substituindo a equação (31) na equação (29), tem-se a matriz de variância requerida para o teste:

$$Var[b - \hat{\beta}] = Var[b] - Var[\hat{\beta}] = \Sigma \quad (32)$$

O teste Qui-quadrado é baseado no critério de Wald, dado por:

$$W = \chi^2[K] = [b - \hat{\beta}] \hat{\Sigma}^{-1} [b - \hat{\beta}] \quad (33)$$

Para  $\hat{\Sigma}$ , usa-se a matriz de variância estimada do estimador no modelo LSDV e a matriz de variância estimada no modelo de efeitos aleatórios, excluindo o termo constante. Sob a hipótese nula,  $W$  é assintoticamente distribuído como qui-quadrado com  $K$  graus de liberdade.

Definido o método a ser utilizado, torna-se necessário verificar os principais problemas que possam levar os estimadores a não serem eficientes,

não-tendenciosos e consistentes. Nas duas seções seguintes discutem-se dois problemas comumente encontrados nas estimativas de dados em painel: a autocorrelação e a heterocedasticidade.

### 3.2.1. Autocorrelação

Segundo GUJARATI (2004), a autocorrelação pode ser definida como a correlação entre os membros de séries de observações ordenadas no tempo (como séries temporais) ou no espaço (como dados em corte seccional). No modelo de dados em painel, assim como no Modelo de Regressão Clássico, supõe-se que não existe a autocorrelação nas perturbações. O termo de erro estimado para uma seção, em um período, não influencia as estimativas do período seguinte; assim, tem-se:

$$E(u_{it}u_{it-1}) = 0 \quad (34)$$

O teste proposto por Breusch-Godfrey possui vantagem em relação a outros, pois possibilita o teste conjunto de autocorrelação de ordem superior.

#### 3.2.1.1. Teste de Breusch-Godfrey

O teste de Breusch-Godfrey permite detectar o problema de autocorrelação de P-ésima ordem. De acordo com GUJARATI (2004), ele pode ser realizado supondo-se, inicialmente, que os erros sejam gerados por um processo auto-regressivo de P-ésima ordem. Logo, tem-se:

$$\varepsilon_t = \alpha_1\varepsilon_{t-1} + \alpha_2\varepsilon_{t-2} + \dots + \alpha_p\varepsilon_{t-p} + v_t \quad (35)$$

em que  $v_t$  é o termo de erro, com média zero e variância constante.

A hipótese nula do teste BG é de que  $\alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_p = 0$ , ou seja, que todos os coeficientes do processo auto-regressivo são simultaneamente iguais a zero, não existindo, dessa forma, autocorrelação de nenhuma ordem. Esta mesma hipótese pode ser testada após obter os resíduos do modelo original e regredi-los contra todos os regressores do modelo e contra eles próprios defasados na ordem predeterminada. A estatística do teste de BG pode ser obtida por meio da multiplicação do coeficiente de determinação da regressão de teste ( $R^2$ ), pela diferença do número de observações (N) e pelo número de defasagens utilizadas (P):

$$R^2(N-p) \sim \chi^2_p \quad (36)$$

A estatística do teste BG segue a distribuição qui-quadrado com p graus de liberdade. Caso a hipótese nula seja rejeitada, o teste t pode ser aplicado aos termos de erro defasados para se testar a significância individual destes e, dessa forma, determinar corretamente o padrão de autocorrelação serial.

### 3.2.2. Heterocedasticidade

A heterocedasticidade pode ser descrita como a violação da hipótese de que os resíduos tenham variância constante. Apesar de não ser motivo para se rejeitar um modelo que de outro modo seria bom (GUJARATI, 2004), esse problema não deve ser ignorado. A heterocedasticidade pode ser representada por:

$$E(u_i^2) = \sigma_i^2, \quad i = 1, 2, \dots, i \quad (37)$$

em que u é o erro aleatório,  $\sigma^2$  é a variância e i é o número de observações. Na presença de heterocedasticidade, a propriedade de inexistência de viés de consistência dos estimadores não é destruída, mas estes não são mais eficientes,

mesmo assintoticamente. Essa falta de eficiência coloca em dúvida o valor do teste de hipótese.

Segundo GUJARATI (2004), a variância do estimador  $\beta$  na presença de homocedasticidade é dada por:

$$\text{var}(\hat{\beta}_2) = \frac{\sigma^2}{\sum x_i^2} \quad (38)$$

Enquanto na presença de heterocedasticidade é dada por:

$$\text{var}(\hat{\beta}_2) = \frac{\sum x_i^2 \sigma_i^2}{(\sum x_i^2)^2} \quad (39)$$

Para a variância de  $x_i$ , tem-se a hipótese nula de que a variância de  $x_i$  é constante. A estatística utilizada segue a distribuição  $\chi^2$ , com  $(N - 1)$  graus de liberdade, sendo  $N$  o número de observações, e assume que  $X$  seja normalmente distribuído. Para verificar heterocedasticidade em dados em painel, Quantitative Micro Software QMS (2004) cita os testes de Bartlett, Levene e Brown-Forsythe.

### 3.2.2.1. Teste de Bartlett

Supondo  $k$  variâncias amostrais independentes  $s_1^2, s_2^2, \dots, s_k^2$  com  $f_1, f_2, \dots, f_k$  graus de liberdade, distribuídas normalmente com média  $\mu$  e variância  $\sigma_i^2$  e sob a hipótese nula ( $H_0$ ) de que as variâncias dos subgrupos são iguais e normalmente distribuídas, então, se a hipótese nula do teste for verdadeira, tem-se:

$$s^2 = \frac{\sum_{i=1}^k f_i s_i^2}{\sum f_i} = \frac{\sum f_i s_i^2}{f} \quad (40)$$

em que  $f_i=(n_i - 1)$ , sendo  $n_i$  o número de observações do  $i$ -ésimo grupo e

$$f = \sum_{i=1}^k f_i .$$

De acordo com GUJARATI (2004), a hipótese nula pode ser testada pela razão A/B, em que A e B são, respectivamente:

$$A = f \ln s_i^2 - \sum (f_i \ln s_i^2) \quad (41)$$

$$B = 1 + \frac{1}{3(K-1)} \left[ \sum \left( \frac{1}{f_i} \right) - \frac{1}{f} \right] \quad (42)$$

A hipótese nula de que cada variância amostral é a mesma na população pode ser testada pela distribuição  $\chi^2$  com  $(k-1)$  graus de liberdade.

### 3.2.2.2. Teste de Levene

O teste de Levene é baseado na Análise de Variância (ANOVA) do valor absoluto da diferença em relação à média. A distribuição do teste de Levene aproxima-se da F com G graus de liberdade no numerador e  $(N-G)$  graus de liberdade no denominador, diante da hipótese nula de que a variância é a mesma em cada subgrupo.

### 3.2.2.3. Teste de Brown-Forsythe

O teste de Brown-Forsythe, também conhecido como teste de Levene modificado, como o próprio nome diz, é uma modificação do teste anteriormente apresentado, fazendo-se a substituição do valor absoluto da diferença em relação à média pela diferença absoluta em relação à mediana. Tal teste é apontado como superior ao teste de Levene em termos de poder e robustez.

Estimando a função de produção, obtêm-se as elasticidades de produção do capital e do trabalho, as quais serão comuns para todas as unidades seccionais pesquisadas, bem como os diferentes termos de intercepto e a taxa de

crescimento da PTF para cada unidade seccional. Estimada essa taxa, pode-se verificar, pelo Método Generalizado dos Momentos (GMM), quais serão os impactos dos investimentos em infra-estrutura.

### **3.3. Método Generalizado dos Momentos (GMM)**

Várias pesquisas utilizaram variáveis em nível para estimar os efeitos da infra-estrutura no crescimento da economia. Existem inúmeras críticas a esse procedimento, pois as variáveis apresentam tendências comuns e pode-se estar regredindo uma série temporal não-estacionária sobre outra série temporal não-estacionária, gerando resultados espúrios. Além disso, com a existência de causalidade bidirecional, as estimativas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) seriam inconsistentes. Regressões na variável, em sua primeira diferença, resolvem o problema da não-estacionariedade, mas perde-se a relação de longo prazo, captando somente o curto prazo (GUJARATI, 2004).

Erro estocástico homocedástico e distribuído normalmente, linearidade nos parâmetros e presença de todas as variáveis relevantes no modelo são as pressuposições para se estimar a equação pelo método MQO. Às vezes essas condições não podem ser satisfeitas. Na tentativa de resolver esses problemas, a pesquisa utiliza o método GMM. O estimador GMM pertence à classe conhecida como estimadores que minimizam a função-objetivo, sendo um estimador robusto, pois, assintoticamente, não requer a informação da distribuição exata das perturbações (QMS, 2004). A estimação GMM é baseada na suposição de que as perturbações nas equações não são relacionadas com um conjunto de variáveis instrumentais. O estimador seleciona estimativas de parâmetro de forma que as correlações entre os instrumentos e as perturbações sejam tão perto de zero quanto possível. As vantagens do método são: a) não requerer suposição da distribuição, tal como a normalidade dos erros; b) permitir heterocedasticidade de forma desconhecida; e c) calcular parâmetros, até mesmo se o modelo não pode ser resolvido analiticamente nas condições de primeira ordem. O método é

consistente e assintoticamente normal, sob algumas condições de regularidade (VERBEEK, 2002).

Segundo JOHNSTON e DINARDO (1997), dada uma equação linear simples:

$$Y = X\beta + \varepsilon \quad (43)$$

em que  $\varepsilon$  é o erro estocástico e tem distribuição qualquer com média zero e variância  $\sigma^2$  e  $X$  é uma matriz  $N \times K$ . Assumindo que o modelo está corretamente especificado, tem-se:

$$E(X' \varepsilon) = 0 \quad (44)$$

Sendo

$$\varepsilon = Y - X\beta, \quad (45)$$

tem-se:

$$E[X'(Y - X\beta)] = 0 \quad (46)$$

Segundo HANSEN (1982), a equação (46) é a condição de ortogonalidade usada para estimar um vetor de parâmetros desconhecidos. O caminho comum para obter essa condição é explorar a suposição de que os erros estocásticos são ortogonais a um conjunto de variáveis observadas. O método sugere substituir o momento populacional pelo momento amostral; assim, tem-se:

$$\frac{1}{n} [X'(Y - X\beta)] = 0 \quad (47)$$



Nesse caso, tem-se K equações simultâneas com K parâmetros desconhecidos e, caso a condição de momento seja linear, obtém-se o mesmo estimador do modelo de MQO. Assim:

$$\beta = (X'X)^{-1}Xy \quad (48)$$

Igualando a condição de momento populacional ao amostral e utilizando uma matriz ponderada aleatória (W) que garante a consistência do estimador, obtém-se a função-objetivo amostral, que é minimizada por  $\beta$ . A função é dada por:

$$\min_{\beta} Y(\beta) = m(Y, X, \beta)^{-1}W(Y, X, \beta) \quad (49)$$

em que W é uma estimativa consistente da  $\text{var}[m(\cdot)]^{-1}$ , como a matriz de covariância de White<sup>9</sup>. Como o método utiliza variáveis instrumentais, o teste J-estatístico é usado para testar a validade de restrições de sobre-identificação, quando houver mais instrumentos que parâmetros a calcular. Sob a hipótese nula de que as restrições de sobre-identificação estão satisfeitas, o teste J-estatístico assintoticamente tem distribuição qui-quadrado com grau de liberdade igual ao número de restrições de sobre-identificação (QMS, 2004).

Tendo-se estimado a PTF para o Brasil e adaptando-se ao modelo de ZHANG e FAN (2004), que estimaram os efeitos dos investimentos em infraestrutura na PTF para a Índia rural, pode-se verificar, para o Brasil, os impactos de longo prazo dos investimentos em infraestrutura na PTF através da seguinte equação:

$$\begin{aligned} PTF_{it} = & \beta_0 + \beta_1 Rod_{it} + \beta_2 Energ_{it} + \beta_3 Irrig_{it} + \beta_4 Tele_{it} + \beta_5 Armaz_{it} \\ & + \beta_6 Pesq_{it} + \beta_7 Ferrov_{it} + \beta_8 Y_t + \beta_9 n_i + v_{it} \end{aligned} \quad (50)$$

---

<sup>9</sup> Para informações mais detalhadas, ver FLÔRES Jr. (2003).

em que PTF é a produtividade total dos fatores na agricultura; Rod são as rodovias federais pavimentadas e em tráfego, mensuradas em quilômetros; Energ é a capacidade nominal total instalada de geração de energia elétrica (hidráulica e térmica) das usinas de energia elétrica, em megawatts (MW); Irrig é a razão entre a área total irrigada e a área total cultivada, medida em mil hectares; Tele são todos os terminais telefônicos fixos em serviço (residenciais e públicos), em unidades; Armaz é a capacidade estática de armazenagem dos armazéns cadastrados na Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), mensurada em mil toneladas; Pesq é o número de pesquisadores da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA); Ferrov é a extensão da rede ferroviária federal, em km; n é a *dummy* para captar os efeitos regionais; Y é a *dummy* utilizada para captar os efeitos de políticas macroeconômicas;  $\beta_s$  são os parâmetros do modelo; v é o erro aleatório; i indica a unidade seccional; e t o período de tempo. Todas as variáveis foram mensuradas em logaritmo, exceto as variáveis *dummies*.

Os resultados esperados são:

$$\begin{aligned} \frac{\partial PTF_{it}}{\partial Rod_{it}} > 0; \quad \frac{\partial PTF_{it}}{\partial Energ_{it}} > 0; \quad \frac{\partial PTF_{it}}{\partial Irrig_{it}} > 0; \quad \frac{\partial PTF_{it}}{\partial Tele_{it}} > 0 \\ \frac{\partial PTF_{it}}{\partial hArmaz_{it}} > 0; \quad \frac{\partial PTF_{it}}{\partial Pesq_{it}} > 0; \quad \frac{\partial PTF_{it}}{\partial Ferrov_{it}} > 0 \end{aligned} \quad (51)$$

Com os parâmetros dos investimentos em infra-estrutura estimados, podem-se verificar os efeitos na PTF agrícola, bem como os setores que têm maior influência. Do teste de causalidade, pode-se verificar se esses efeitos são de curto ou longo prazo.

Antes de estimar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF, é necessário assegurar a existência de uma relação causal entre as variáveis, bem como verificar o sentido de causalidade. O teste de causalidade de Granger é simplesmente o teste de hipótese nula de que  $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_n$  são todos iguais a zero (equação 52). Se a hipótese nula é aceita, significa que a variável independente (X) não causa a variável dependente (Y). Assim:

$$Y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^n \alpha_i Y_{t-i} + \sum_{k=1}^n \beta_k X_{t-k} + \varepsilon_t \quad (52)$$

em que  $i$  e  $k$  são as defasagens de tempo,  $\alpha$  e  $\beta$  são parâmetros e  $\varepsilon_t$  é o erro estocástico.

Similarmente, deve-se verificar a existência de relação causal entre a variável independente (X) e a dependente (Y), assim como a relação bidirecional. Para o primeiro caso, tem-se:

$$X_t = \gamma_0 + \sum_{i=1}^m \gamma_i X_{t-i} + \sum_{j=1}^m \delta_j Y_{t-j} + u_t \quad (53)$$

em que  $i$  e  $j$  são as defasagens de tempo,  $\gamma$  e  $\delta$  são parâmetros e  $u_t$  é o erro estocástico. A hipótese nula é de que todos os  $\delta$  são iguais a zero ( $H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \dots = \delta_j = 0$ ) e, neste caso, Y não causa X (equação 53). Se for recusada a hipótese nula nos dois casos, tem-se o sentido de causalidade bidirecional (equações 52 e 53).

O tempo de defasagem ótimo será obtido pelo método GMM, devido a suas propriedades, sendo comparado ao critério de informação de Akaike e Schwarz, no qual a defasagem ótima será dada pelo menor valor obtido. Segundo Davidson e Mackinnon, citados por GUJARATI (2004), o teste de causalidade de Granger é muito sensível à defasagem utilizada, sendo necessário utilizar mais períodos de defasagens para verificar o tempo ótimo. Estimadas essas defasagens ótimas, podem-se verificar os efeitos dos diferentes tipos de investimentos em infra-estrutura através da equação de longo prazo (50).

### 3.4. Fontes e tratamento dos dados

Os dados foram obtidos de fontes secundárias. As séries PIB nominal nacional e PIB agropecuário nominal nacional, no período de 1985 a 2004, o PIB

real nacional deflacionado pelo deflator implícito do PIB, em Reais de 2000, e o PIB agropecuário estadual, deflacionado pelo deflator implícito do PIB, em Reais de 2000, para o período de 1985 a 2002 foram obtidos no IPEA (2005). Foi utilizada a taxa média de crescimento do PIB agropecuário nominal nacional para obter o PIB agropecuário real estadual para o período de 2003 a 2004.

A Formação Bruta de Capital Fixo (FBKF), no período de 1912 a 2004, deflacionada pelo IPC<sup>10</sup> geral, ano-base 2000, foi obtida no Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA, 2005). O estoque inicial real de capital da economia brasileira foi calculado a partir de 1947 (período em que se iniciou a Contabilidade Nacional), considerando a taxa média do crescimento da FBKF de 1912 a 1946, período no qual o índice de inflação (IPC) está disponível, e a taxa de depreciação de 5% a.a. A partir de 1947, o estoque real de capital do país foi calculado utilizando-se a FBKF, deflacionada pelo IPC geral, ano-base 2000, a taxa de depreciação de 5% a.a. e o método do Inventário Permanente.

O estoque real de capital do setor agropecuário brasileiro ( $EstK_{RealAgrop.BR}$ ) foi calculado a partir do estoque real de capital brasileiro ( $EstK_{RealBR}$ ), ponderado pela participação do PIB agropecuário real nacional ( $PIB_{RealAgrop.BR}$ ) no PIB real nacional ( $PIB_{RealBR}$ ). No período analisado, houve a estabilidade na relação  $PIB_{Agrop.}/PIB_{Total}$ , que variou entre 8% e 10%, sendo que essa estabilidade foi transferida para a razão Estoque de Capital agropecuário/estoque de capital total brasileiro<sup>11</sup>. Assim, tem-se:

$$EstK_{RealAgrop.BR} = EstK_{RealBR} \times \frac{PIB_{RealAgrop.BR}}{PIB_{RealBR}} \quad (54)$$

O estoque real de capital agropecuário dos estados ( $EstK_{Realestado}$ ) foi obtido do estoque de capital do setor agropecuário brasileiro ( $EstK_{RealAgrop.BR}$ ),

---

<sup>10</sup> Foi utilizado o Índice geral de inflação, calculado pela FGV (ano-base 1994) para o Rio de Janeiro, pois é o único índice que tem a série disponível para o período de 1912 a 2004. Para o estudo foi realizada a mudança de ano-base para 2000.

<sup>11</sup> Se ocorrer muita variação na utilização do estoque de capital disponível de ano para ano, a razão de fluxo pode não ser um bom estimador para a razão do estoque de capital.

ponderado pela participação estadual na área total plantada. Verificou-se que o coeficiente de variação na razão área estadual plantada e área plantada total é muito baixo no período, conferindo significativa estabilidade do coeficiente. Neste caso, tem-se:

$$EstK_{RealAgrop.Est.} = EstK_{RealAgrop.BR} \times \frac{Áreaplantada_{estado}}{Áreaplantada_{BR}} \quad (55)$$

A área total plantada foi obtida nos censos agropecuários do Brasil, realizados pelo IBGE nos anos de 1985 e 1995 (IBGE, 2005), e interpolada e extrapolada pela taxa geométrica de crescimento no período.

O número de trabalhadores formais empregados nos setores agricultura, borracha, fumo, couro, madeira e mobiliário foi obtido no Cadastro Geral de Empregado e Desempregado (CAGED), do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE, 2005). A extensão das rodovias federais pavimentadas e em tráfego foi obtida nos anuários estatísticos do INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA – IBGE (2005) e do DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA TERRESTRE – DNIT (2005); a capacidade nominal total instalada das usinas de energia elétrica (hidráulica e térmica) foi obtida nos anuários estatísticos do IBGE (2005) e da AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL (2005). Os terminais telefônicos fixos totais do Brasil (residenciais e públicos), em serviço, foram obtidos nos anuários estatísticos do IBGE (2005) e da AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL (2005).

A área total irrigada foi obtida nos censos agropecuários do Brasil (IBGE, 2005), em publicações especializadas, e interpolada pela taxa de crescimento do período. A área total cultivável foi obtida nos censos agropecuários do Brasil, em 1985 e 1995 (IBGE, 2005), e interpolada e extrapolada com a taxa geométrica de crescimento do período. A pesquisa utilizou a relação entre a área total irrigada e a plantada. A capacidade estática dos armazéns foi obtida na COMPANHIA NACIONAL DE

ABASTECIMENTO – CONAB (2005). O número de pesquisadores<sup>12</sup> foi obtido na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2005); os pesquisadores lotados na “sede” foram distribuídos nos estados, de acordo com a participação estadual no PIB agropecuário real nacional.

---

<sup>12</sup> Os investimentos monetários e o número de bolsas de estudo da CAPES e do CNPq não estão disponíveis para o período pesquisado.

## **4. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo discutem-se os principais resultados encontrados nas estimativas das funções de produção do setor agropecuário dos estados brasileiros, os efeitos dos investimentos em infra-estrutura no crescimento da PTF do setor agropecuário brasileiro e o sentido de causalidade. Além disso, são apresentados os resultados dos testes de Hausman para definição do modelo a ser utilizado e os testes de heterocedasticidade e de autocorrelação serial da função de produção.

### **4.1. Determinação da taxa de crescimento da PTF**

Antes de verificar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF, primeiramente é estimada a função de produção tipo Cobb-Douglas para o setor agropecuário brasileiro. O modelo de dados em painel, a ser utilizado, é definido pelo teste de Hausman.

A Tabela 4 mostra o resultado do teste, bem como os coeficientes estimados para capital e trabalho nos modelos EF e EA. O teste sugere que o modelo a ser utilizado é o EF, pois o critério de Wald (W) resultante é de 51,74 sendo estatisticamente significativa a 1% e podendo-se rejeitar a hipótese nula de que as variáveis explicativas e o erro estocástico não são correlacionados.

Tabela 4 – Elasticidades de produção do capital e do trabalho da função do produto agregado do setor agropecuário nos modelos EF e EA e o teste de Hausman

	Elasticidade (EF)	Elasticidade (EA)	W
Capital	0,46***	0,52***	
Trabalho	0,23***	0,34***	
W			51,74***

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%.

Definido o modelo a ser utilizado, tem-se pela equação (26):

$$Y_{it} = \sum_{j=1}^N \beta_j D_j + \sum_{i=2}^I \beta_K K_{it} + \sum_{i=2}^I \beta_L L_{it} + \varepsilon_{it}$$

em que Y é o produto; K é o capital; L é o trabalho;  $\beta$ 's são os parâmetros;  $D_j$  é a variável *dummy*;  $\varepsilon$  é o resíduo da expressão, denominado PTF por Solow; i é a unidade de seção cruzada; j é a unidade de seção cruzada menos a unidade que é tomada como base; e t é o tempo. Todas as variáveis, exceto a *dummy*, são estimadas em logaritmo. Esse procedimento é necessário para obter inicialmente as elasticidades-renda do capital e do trabalho e a taxa de crescimento da PTF.

Verifica-se que alguns estados (CE, RJ, AL, AC e RR) apresentam elasticidades de produção do capital e do trabalho muito baixas ou estatisticamente não-significativas a 10%. Como esses estados têm pequena participação no PIB agropecuário nacional (2,60% conjuntamente, em 2004) e devido às respostas insatisfatórias quanto ao efeito do capital e do trabalho no PIB, optou-se por excluí-los da função de produção agregada do setor



agropecuário<sup>13</sup>. As elasticidades de produção do capital e do trabalho, bem como a estatística t, são apresentadas na Tabela 8B (Apêndice B). As elasticidades de produção do capital e do trabalho estimados para os demais 22 estados, assim como os testes t estimados para os estados selecionados, são mostrados na Tabela 9B (Apêndice B).

Excluídos os estados, é estimada a função de produção agregada para o setor agropecuário brasileiro. Como os dados utilizados são de 22 estados da União, para 20 anos do período de 1985 a 2004, utilizou-se o formato de dados em painel. Devido ao problema da heterocedasticidade e autocorrelação, a variância dos parâmetros não será mínima, não se podendo fazer nenhuma inferência. A Tabela 5 mostra os coeficientes estimados para a função de produção agregada no setor agropecuário dos 22 estados analisados.

Tabela 5 – Elasticidades de produção do capital e do trabalho da função do produto agregado do setor agropecuário – Brasil, 1985-2004

	Elasticidade	Estatística t	P-valor
Constante	0,10 NS	0,13	0,90
Capital	0,46***	7,03	0,00
Trabalho	0,23***	7,66	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

<sup>13</sup> Foi realizado o teste de hipótese conjunto para os estados excluídos, mas os resultados não foram satisfatórios.

SOLOW (1957) sugeriu que o modelo utilizado não estava especificado corretamente e que, portanto, existiam outros fatores, além do capital e do trabalho, que afetavam o produto. Esta pesquisa, corroborando seus resultados, identifica o problema de especificação com a presença heterocedasticidade e autocorrelação. Nesse sentido, os parâmetros estimados não são eficientes, visto que não têm a variância mínima e o teste de hipótese não é válido. Uma alternativa para se corrigir o modelo é utilizar o método dos Mínimos Quadrados Generalizados (MQG); contudo, nesta pesquisa, optou-se por não utilizá-lo, pois se pretendeu verificar o efeito de outras variáveis no resíduo, denominado PTF.

A Tabela 6 mostra os resultados dos testes de Bartlett, Levene e Brown-Forsythe. Os três testes rejeitam a hipótese nula de igualdade da variância dos resíduos no período analisado, confirmando a existência de heterocedasticidade a 1% de significância.

Tabela 6 – Resultados dos testes de heterocedasticidade selecionados

Teste	Graus de liberdade	Valor da estatística
Bartlett <sup>a</sup>	21	125,39 (0,00)
Levene <sup>b</sup>	21,414	4,54 (0,00)
Brown-Forsythe <sup>b</sup>	21,414	3,87 (0,00)

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* significativo a 1%; \*\* significativo a 5%; \* significativo a 10%; a – segue a distribuição  $\chi^2$ ; b – segue a distribuição F; P-valor entre parênteses.

Na Tabela 7 são mostrados os resultados do teste LM proposto por Breusch-Godfrey para a autocorrelação serial. O processo é descrito como autoregressivo, pois a estatística calculada do teste é maior que a estatística tabelada para os períodos defasados.

Tabela 7 – Teste de Breusch-Godfrey para autocorrelação serial

Variável	Coefficiente estimado	R <sup>2</sup>	Estatística calculada	Estatística tabelada (1%)
Ln (resíduos <sub>(t-1)</sub> )	0,32*** (4,24)	0,16	68,35	6,63
Ln (resíduos <sub>(t-2)</sub> )	0,07 NS (0,70)	0,17	68,19	9,21

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* significativo a 1%; \*\* significativo a 5%; \* significativo a 10%; NS: não-significativo; N = 440.

Assim, dados os problemas de autocorrelação e heterocedasticidade, o teste de hipótese não é válido, não se podendo fazer nenhuma inferência sobre os parâmetros estimados. Os resultados confirmam os encontrados por SOLOW (1957), estando o modelo incorretamente especificado e tendo outras variáveis, além de capital e trabalho, afetando o produto.

Estimada a função de produção agregada, obtêm-se as elasticidades de produção do capital e do trabalho (Tabela 9B – Apêndice B) e a taxa de crescimento da PTF (Tabela 10B – Apêndice B). Como os valores estão em logaritmo, toma-se o antilogaritmo da PTF, podendo-se, assim, verificar o comportamento desta no período analisado (Tabela 8). Dividindo o período estudado em 1985/94 e 1995/04, verifica-se que, coincidentemente, metade dos estados pesquisados apresenta taxa média de crescimento da PTF no segundo período superior à do primeiro. Tomando-se os seis estados com maior participação média no PIB real agropecuário em ordem decrescente (SP, RS, PR,

MG, BA e SC), no período de 1985/2004, verifica-se que estes representam 68% do PIB real agropecuário do Brasil (Tabela 6B – Apêndice B). Além disso, constata-se que os estados de SP, RS e PR apresentam tendência de crescimento da PTF no segundo período, sendo a maior em 2004. Os estados de MG e BA, com as maiores taxas no primeiro período, apresentam tendência de queda da PTF em grande parte do período analisado, voltando a crescer no final do segundo período. Dos estados de maior participação no PIB agropecuário, apenas SC apresenta a maior e a menor taxa de crescimento no primeiro período; a partir daí, apresenta tendência de crescimento.

Tabela 8 – Taxa anual de crescimento da PTF dos estados selecionados – Brasil, 1985-2004 (%)

Ano	SP	RS	PR	MG	BA	SC	GO	PA	MT	MS	PE	MA	PB	RO	AM	ES	RN	SE	PI	TO	DF	AP	Média
1985	0,84	0,87	1,36	1,34	1,37	0,84	0,99	0,62	0,76	1,00	1,03	0,86	1,07	1,08	1,10	1,79	1,12	0,98	1,02	0,00	0,50	0,51	0,96
1986	0,54	1,13	1,13	1,28	1,27	1,02	1,08	0,81	1,11	1,24	1,10	1,05	1,08	1,91	1,01	2,32	1,31	0,94	1,12	0,00	0,67	0,64	1,08
1987	0,72	1,09	1,06	1,51	1,23	0,74	1,01	0,82	0,87	1,15	1,22	0,67	1,27	1,65	1,01	0,92	1,59	0,88	0,84	0,00	0,53	0,43	0,96
1988	0,69	1,08	0,90	1,35	1,42	0,86	0,84	0,86	1,19	1,05	0,97	0,90	0,96	1,15	1,42	1,30	1,48	0,94	0,80	0,00	1,42	0,56	1,01
1989	0,77	1,15	1,04	1,51	1,38	1,47	0,62	1,54	1,02	1,03	0,90	1,14	1,42	1,63	1,25	1,78	3,16	0,92	0,87	1,32	0,58	1,12	1,25
1990	0,85	0,79	0,86	0,98	0,80	0,86	0,82	1,28	0,54	0,93	1,06	0,93	1,03	0,81	1,51	0,69	0,93	1,00	0,98	0,91	0,77	0,81	0,92
1991	0,87	0,73	0,59	0,99	0,83	0,72	0,84	1,12	0,58	0,95	0,95	0,80	0,79	0,85	0,87	0,71	1,17	0,93	0,92	0,86	2,07	0,62	0,90
1992	0,92	0,79	0,63	0,85	0,82	0,90	0,76	0,84	0,51	0,74	0,92	0,79	0,85	0,85	0,96	0,76	1,08	1,00	0,81	1,15	1,16	0,97	0,87
1993	0,93	0,85	0,78	1,00	0,84	0,80	1,06	1,92	0,54	0,95	0,69	0,64	0,82	0,99	0,64	0,94	0,69	1,50	0,94	1,09	1,13	0,91	0,94
1994	1,01	1,01	1,02	1,21	0,94	1,09	1,02	1,20	1,01	0,92	0,85	0,94	1,05	0,87	0,83	1,25	1,02	1,21	1,26	1,58	1,58	1,10	1,10
<b>Média 1.º período</b>	<b>0,82</b>	<b>0,95</b>	<b>0,94</b>	<b>1,20</b>	<b>1,09</b>	<b>0,93</b>	<b>0,90</b>	<b>1,10</b>	<b>0,81</b>	<b>1,00</b>	<b>0,97</b>	<b>0,87</b>	<b>1,03</b>	<b>1,18</b>	<b>1,06</b>	<b>1,25</b>	<b>1,35</b>	<b>1,03</b>	<b>0,96</b>	<b>0,66</b>	<b>1,04</b>	<b>0,82</b>	<b>1,00</b>
1995	0,98	0,99	0,62	0,83	0,91	0,99	0,95	1,05	0,83	0,87	0,94	0,95	1,26	0,76	0,66	1,04	0,92	1,09	1,34	1,11	0,77	1,29	0,96
1996	0,85	1,00	0,98	0,84	0,91	1,01	0,88	0,94	0,88	0,89	1,09	1,42	1,26	0,79	0,51	1,22	1,03	1,11	1,31	0,80	0,86	1,63	1,01
1997	1,01	0,93	1,09	0,83	0,91	0,96	0,89	0,84	1,02	0,86	0,99	1,32	0,99	0,79	0,54	0,95	0,82	0,93	1,01	0,83	0,91	1,25	0,94
1998	1,18	0,99	1,10	0,87	0,76	0,96	0,93	0,85	0,97	0,85	0,94	0,92	0,64	0,78	0,74	1,09	0,96	0,98	0,84	0,94	1,05	0,91	0,92
1999	1,03	0,99	1,13	0,88	0,75	1,05	0,86	0,91	1,21	1,00	0,87	1,06	0,88	1,01	0,84	0,96	0,56	0,95	1,04	1,07	0,79	1,12	0,95
2000	0,91	0,93	1,08	0,84	0,91	1,15	1,03	0,89	1,57	0,95	0,99	1,10	0,99	0,93	0,84	1,17	0,43	0,83	1,10	0,87	1,04	1,09	0,98
2001	1,45	1,14	1,04	0,72	0,86	1,13	1,10	0,94	1,38	1,13	1,01	1,14	1,00	0,83	0,85	0,66	0,36	0,84	1,06	0,96	0,98	1,39	1,00
2002	1,74	1,18	1,33	0,83	1,11	1,19	1,59	1,02	1,82	1,16	1,17	1,20	0,91	0,98	1,96	0,59	1,13	0,98	0,92	0,96	1,46	1,55	1,22
2003	1,90	1,27	1,42	0,90	1,19	1,29	1,67	1,08	1,89	1,23	1,22	1,28	0,99	1,03	2,10	0,65	1,19	1,06	0,99	0,99	1,60	1,52	1,29
2004	2,00	1,33	1,49	0,95	1,26	1,35	1,76	1,12	1,96	1,29	1,30	1,36	1,05	1,06	2,22	0,68	1,26	1,12	1,04	1,05	1,72	1,62	1,36
<b>Média 2.º período</b>	<b>1,30</b>	<b>1,08</b>	<b>1,13</b>	<b>0,85</b>	<b>0,96</b>	<b>1,11</b>	<b>1,17</b>	<b>0,96</b>	<b>1,35</b>	<b>1,02</b>	<b>1,05</b>	<b>1,17</b>	<b>1,00</b>	<b>0,90</b>	<b>1,13</b>	<b>0,90</b>	<b>0,87</b>	<b>0,99</b>	<b>1,07</b>	<b>0,96</b>	<b>1,12</b>	<b>1,34</b>	<b>1,06</b>
<b>Média total</b>	<b>1,06</b>	<b>1,01</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,03</b>	<b>1,03</b>	<b>1,08</b>	<b>1,01</b>	<b>1,01</b>	<b>1,02</b>	<b>1,02</b>	<b>1,04</b>	<b>1,09</b>	<b>1,07</b>	<b>1,11</b>	<b>1,01</b>	<b>1,01</b>	<b>0,81</b>	<b>1,08</b>	<b>1,08</b>	<b>1,03</b>

Fonte: Resultados da pesquisa.

A pesquisa revela que a taxa média de crescimento da PTF no segundo período foi superior à do primeiro em 60%, 13%, 20% e 19% para os estados de SP, RS, PR e SC, respectivamente (Tabela 8). Isso pode ser explicado, em parte, pelo avanço tecnológico e pela utilização de insumos modernos no setor. Dos estados com a maior parcela do PIB agropecuário, somente MG e BA apresentam as maiores taxas de crescimento da PTF no primeiro período (1989 e 1988, respectivamente), com tendência de queda até o ano de 2001 para MG e até o ano de 1999 para BA. Apesar da mudança no segundo período, a taxa média de crescimento da PTF foi inferior, em relação ao primeiro período, em 29% e 12% nos estados de Minas Gerais e Bahia, respectivamente (Tabela 8), o que pode ser explicado, em parte, pelos problemas ocorridos nestas regiões no período estudado, como as freqüentes geadas em Minas e a doença na cultura do cacau na Bahia, afetando significativamente a produção.

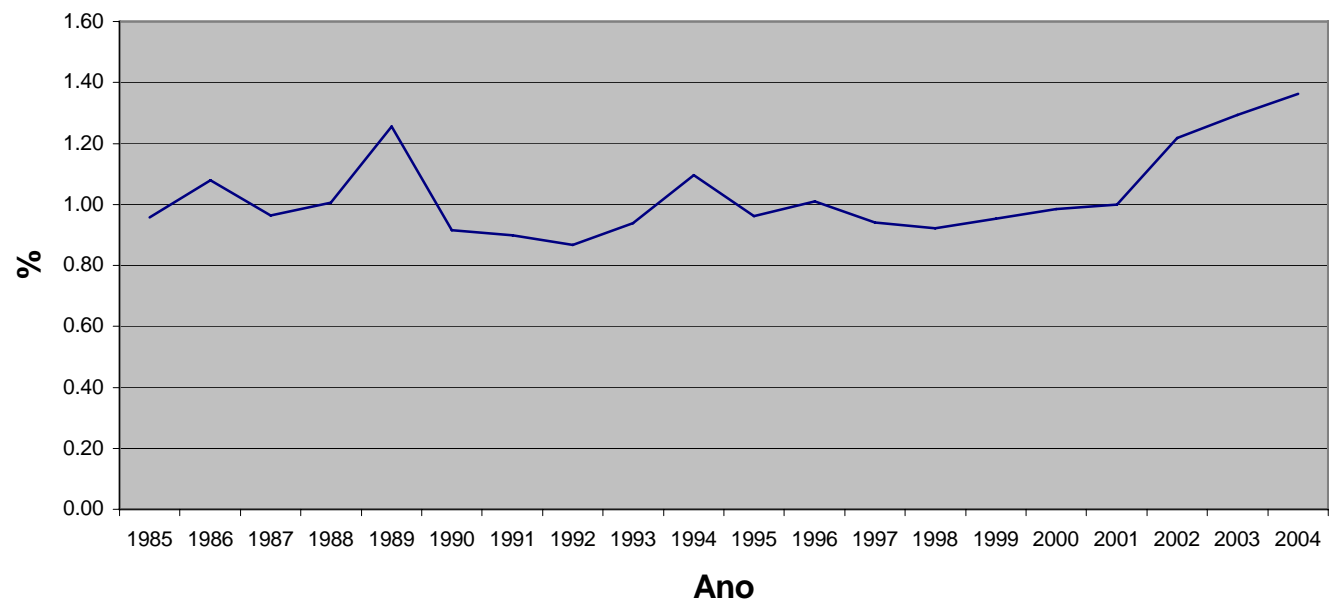
Os outros estados apresentam grande variabilidade; os estados da região Centro-Oeste têm crescimento da PTF expressivo no segundo período, com exceção de Tocantins, o que pode ser explicado pelo aumento da área plantada e, segundo GASQUEZ e CONCEIÇÃO (2000), pelo aumento da produtividade terra. Os estados das regiões Norte e Nordeste, por serem estados não tradicionais na produção agropecuária, apresentam taxa de crescimento da PTF não-uniforme (Tabela 8). Os valores das estimativas encontradas, na forma de logaritmo, são apresentados na Tabela 10B (Apêndice B).

Tomando todos os estados conjuntamente, verifica-se que, no período de 1995 a 2004, a taxa de crescimento média da PTF aumentou em 6,0% comparativamente ao período de 1985 a 1994, sendo de 1,00% e 1,06% no primeiro e segundo períodos, respectivamente. A taxa de crescimento média para todo o período foi de 1,03%. O resultado difere do encontrado por GASQUEZ e CONCEIÇÃO (2000), que, verificando a taxa anual média de crescimento da PTF da agricultura brasileira no período de 1975 a 1995, encontraram 2,33%, sendo considerada elevada, comparativamente a países com os Estados Unidos e a Austrália.

A Figura 4 mostra a taxa de crescimento média da PTF no Brasil, no período de 1985 a 2004. Uma possível explicação para a tendência de aumento até 1989 e queda no período 1990-1992, voltando a aumentar em 1993 e ficando estável até o final da década de 1990, pode ser o gasto feito na agricultura pela União. Segundo GASQUES e VILLA VERDE (2003), a década de 1980 foi caracterizada por gastos públicos na agricultura relativamente elevados em relação aos dispêndios totais da união. No período de 1980 a 1988, os gastos da União na agricultura foram, em média, 6,64% dos gastos totais, enquanto no período de 1990 a 2001 caíram para 2,17%. Neste período, a maior taxa de crescimento da PTF média brasileira foi no ano de 1989, ano em que os estados de MG, SC, PB, RN e TO tiveram a maior taxa de crescimento da PTF. De maneira semelhante, o ano de 1992 apresentou a menor taxa média brasileira, e os estados MT e MS tiveram a menor taxa de crescimento da PTF.

Apesar da queda desses gastos, no período de 2000 e 2001, que representaram apenas 1,0% dos dispêndios totais da união, a PTF apresenta significativo crescimento até 2004. Uma possível explicação para o crescimento médio da PTF, a partir de 2001, é a introdução de mecanismos modernos de financiamento agrícola. A equalização das taxas de juros incentivou a iniciativa privada a conceder crédito para a agricultura, e a introdução desses mecanismos pode ter sido uma das causas do crescimento constante da taxa média, que atinge a maior taxa de crescimento do período analisado em 2004. Neste ano, os estados com maior participação no PIB agrícola (SP, RS, PR, GO, MT, MS e PE), além de AM, apresentam as maiores taxas de crescimento da produtividade analisada.

A pesquisa mostra que os estados não-tradicionais no setor agropecuário brasileiro tiveram taxa de crescimento expressivo da PTF. Esse resultado confirma os encontrados por GASQUEZ e CONCEIÇÃO (2000), que constataram que, apesar do aumento na PTF em vários estados no período de 1985 a 1995, o crescimento da produção agropecuária brasileira foi impulsionado por estados do Centro-Oeste.

**Taxa de crescimento médio da PTF - Brasil 1985-2004**

Fonte: Resultado da pesquisa.

Figura 4 – Taxa de crescimento médio da PTF – Brasil, 1985-2004.



Esta pesquisa concorda com o encontrado por esses pesquisadores quando informam que o coeficiente de variação da taxa média de crescimento anual da PTF, no período de 1975 a 1995, reduziu entre os estados pesquisados. Assim, estados não-tradicionais têm aumentado sua participação no PIB agropecuário, comparativamente aos estados tradicionais. Para verificar o coeficiente de variação da taxa média de crescimento anual da PTF ( $CV_m$ ), utilizou-se a seguinte expressão:

$$CV_m = \frac{\sigma}{\mu} \times 100 \quad (56)$$

em que  $\sigma$  é o desvio-padrão e  $\mu$  é a média da taxa de crescimento da PTF.

O resultado encontrado demonstra que esse coeficiente reduziu 26,47%, caindo de 38% para 28%, no período de 1985 a 2004 (Tabela 9). Esse fato pode ser explicado pelo crescimento da participação no PIB agropecuário de estados não-tradicionais, como GO, MT e MS, e pelo aumento da taxa de crescimento da PTF nos estados de GO, MT, MS, PE, MA, AM, PI, TO e DF.

Tabela 9 – Coeficientes de variação da PTF entre os estados selecionados – Brasil, 1985-2004 (%)

Ano	Coeficiente de variação	Ano	Coeficiente de variação
1985	38,02	1995	19,42
1986	41,96	1996	24,12
1987	39,83	1997	16,74
1988	34,01	1998	13,71
1989	42,42	1999	15,23
1990	21,61	2000	20,69
1991	33,62	2001	24,82
1992	17,73	2002	28,22
1993	31,96	2003	27,83
1994	18,74	2004	27,95

Fonte: Resultados da pesquisa.

## 4.2. Impactos dos investimentos em infra-estrutura na PTF

Antes de regredir a PTF em função dos investimentos em infra-estrutura para estimar seus efeitos na PTF, é preciso verificar o tempo de defasagem, no qual os investimentos em infra-estrutura afetam a PTF e o sentido de causalidade. No sentido de Granger, se a variável independente causa a variável dependente, então mudanças na primeira devem preceder as mudanças na segunda. De acordo com Holtz-Eakin, Newey e Rosen, citados por ZHANG e FAN (2004), o tempo de defasagem deve ser menor que um terço do período total observado, pois, caso contrário, a matriz de covariância não poderia ser corretamente estimada, devido ao problema de sobre-identificação. Para esta pesquisa, o período de defasagem teria que ser menor que 7 anos, já que o período estudado é de 20 anos. Seguindo esses procedimentos, foram estimadas as equações irrestritas da PTF em relação aos investimentos em infra-estrutura com defasagens de 1 a 6 anos. A equação irrestrita é aquela na qual a variável dependente é regredida em função da própria variável dependente e das independentes defasadas do período selecionado. A decisão da defasagem de tempo é obtida quando o valor do critério de Akaike e/ou Schwarz é mínimo. Os resultados mostram que o período de defasagem adequado é de um ano para esse trabalho. Os resultados do teste são mostrados na Tabela 18B (Apêndice B).

Além do tempo de defasagem, torna-se necessário verificar o sentido de causalidade. Esse procedimento é importante, pois, ocorrendo a existência de causalidade bidirecional, as estimativas por Mínimos Quadrados Ordinários (MQO) seriam inconsistentes (GUJARATI, 2004). Para isso, utilizou-se o teste de Granger, que, apesar de apresentar o problema da sensibilidade ao tempo de defasagem, permite examinar a existência ou não de causalidade bidirecional. O teste consiste em verificar, através das equações (52) e (53), se os coeficientes das variáveis defasadas são estatisticamente iguais a zero. A hipótese nula ( $H_0$ ) é a de não-existência de causalidade, que deve ser testada com mais períodos de tempo (GUJARATI, 2004). O programa EVIEWS disponibiliza esse teste para

dados em painel, indicando a estatística F e o P-valor para os dois sentidos de causalidade.

A Tabela 10 mostra os principais resultados encontrados no teste de causalidade de Granger para diferentes estados. Devido ao número significativo de variáveis, optou-se por apresentar os principais resultados, sendo o teste completo com o período de defasagem de um ano apresentado na Tabela 19B (Apêndice B). Verifica-se a existência de causalidade bidirecional entre a PTF e rodovia, energia elétrica, armazenagem, irrigação e pesquisa em diferentes estados, tornando as estimativas de MQO inconsistentes. Os resultados indicam que a PTF induz o desenvolvimento de rodovia nos estados de MA, MS, TO e SE, contrariando o estudo de ZHANG e FAN (2004), no qual a rodovia é determinada por outros setores da economia. Isso pode ser explicado, em parte, pelo avanço da fronteira agrícola brasileira principalmente na região Centro-Oeste.

O teste mostrou que a PTF promove o desenvolvimento de irrigação em alguns estados, confirmando o estudo destes autores. O resultado mostra que em SP, estado com a maior participação no PIB agropecuário, a PTF promove o desenvolvimento da irrigação no ano posterior, contrariando o estudo para Índia, no qual o retorno é no longo prazo. Em relação aos outros setores, conforme esperado, o aumento da PTF incrementa a produção e promove o desenvolvimento desses tipos de infra-estrutura, sendo o período de defasagem diferente para cada estado. Apenas o setor telecomunicações não é afetado pela PTF, o que pode ser explicado pela utilização do número total de telefones instalados no país, sendo a maior parte na área urbana, e a não-disponibilidade de dados para este tipo de infra-estrutura na área rural.

Tabela 10 – Teste de causalidade de Granger entre infra-estrutura e PTF nos estados selecionados, período de defasagem, estatística F e P-valor

Sentido de causalidade	estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
Pesquisa não causa PTF	AM	1	5,61	0,03
PTF não causa Pesquisa	AM	1	5,35	0,03
Rodovia não causa PTF	MA	1	3,28	0,09
PTF não causa Rodovia	MA	1	6,46	0,02
Irrigação não causa PTF	RO	1	4,39	0,05
PTF não causa Irrigação	RO	1	3,03	0,10
Irrigação não causa PTF	SP	1	13,88	0,00
PTF não causa Irrigação	SP	1	21,95	0,00
Pesquisa não causa PTF	TO	1	6,96	0,02
PTF não causa Pesquisa	TO	1	3,53	0,08
Pesquisa não causa PTF	MG	2	8,48	0,00
PTF não causa Pesquisa	MG	2	9,80	0,00
Rodovia não causa PTF	MS	2	3,46	0,06
PTF não causa Rodovia	MS	2	3,05	0,08
Armazenagem não causa PTF	RN	2	5,97	0,01
PTF não causa Armazenagem	RN	2	2,79	0,10
Rodovia não causa PTF	TO	2	2,69	0,10
PTF não causa Rodovia	TO	2	5,62	0,02
Energia não causa PTF	TO	2	3,97	0,04
PTF não causa Energia	TO	2	3,90	0,05
Pesquisa não causa PTF	TO	2	2,65	0,10
PTF não causa Pesquisa	TO	2	3,77	0,05
Armazenagem não causa PTF	AP	3	3,40	0,06
PTF não causa Armazenagem	AP	3	2,78	0,10
Armazenagem não causa PTF	DF	3	3,40	0,06
PTF não causa Armazenagem	DF	3	2,78	0,10
Pesquisa não causa PTF	MG	3	4,78	0,03
PTF não causa Pesquisa	MG	3	4,72	0,03
Armazenagem não causa PTF	SE	3	2,71	0,10
PTF não causa Armazenagem	SE	3	3,07	0,08
Rodovia não causa PTF	MS	4	4,46	0,05
PTF não causa Rodovia	MS	4	7,56	0,01
Armazenagem não causa PTF	PA	4	7,26	0,01
PTF não causa Armazenagem	PA	4	10,52	0,00
Irrigação não causa PTF	PA	4	7,36	0,01
PTF não causa Irrigação	PA	4	4,19	0,05
Rodovia não causa PTF	SE	4	3,02	0,10
PTF não causa Rodovia	SE	4	3,65	0,07
Pesquisa não causa PTF	SE	4	4,52	0,04
PTF não causa Pesquisa	SE	4	4,91	0,03
Energia não causa PTF	TO	4	2,87	0,10
PTF não causa Energia	TO	4	3,74	0,06

Fonte: Resultados da pesquisa.

No sentido inverso, o teste mostra que os investimentos em infraestrutura afetam a PTF no curto prazo. O período de defasagem encontrado foi de um a quatro anos para algumas áreas de infraestrutura e em determinados estados. Esses resultados contrariam os encontrados por ZHANG e FAN (2004), em que a infraestrutura afeta a PTF no longo prazo. No Brasil, a significativa carência neste setor pode explicar, em parte, o retorno no curto prazo. Apenas o setor de telecomunicações não apresentou duplo sentido de causalidade, podendo ser explicado pela utilização da variável, como salientado anteriormente.

No entanto, segundo Davidson e Mackinnon, citado por GUJARATI (2004), o teste de causalidade de Granger é muito sensível à defasagem utilizada, sendo necessário utilizar mais períodos de defasagens. Além disso, segundo ZHANG e FAN (2004), por causa do problema da multicolinearidade entre as variáveis defasadas, o teste de causalidade oferece pouca informação sobre a magnitude e a natureza do impacto dos investimentos em infraestrutura na PTF. Diante disso, nesta pesquisa optou-se por utilizar o teste de causalidade de Granger apenas para verificar o sentido de causalidade, deixando a definição da defasagem de tempo para o método GMM, devido às vantagens que este apresenta.

Assim, verificada a relação de causalidade bidirecional entre algumas das variáveis, descartou-se o uso do método MQO e utilizou-se o método GMM para verificar os impactos dos investimentos em infraestrutura no aumento da PTF da agropecuária brasileira. O método permite utilizar condições iniciais e valores históricos como instrumentos para a estimação, resultando em melhoria da eficiência na presença de causalidade bidirecional. Ademais, utiliza instrumentos adicionais, como não requerer a distribuição normal e permitir heterocedasticidade de forma desconhecida, que garantem a eficiência assintoticamente, selecionando estimativas de parâmetro de forma que as correlações entre os instrumentos e a função sejam mais próximas de zero possível, garantindo a condição de ortogonalidade (ZHANG e FAN, 2004).

A necessidade de adição de instrumentos para estimação cria o problema de sobre-identificação, sendo necessário testá-la. O teste J-estatístico é utilizado

para verificar a existência do problema de sobre-identificação. O valor do teste é o que minimiza a função-objetivo (expressão 35). A hipótese nula ( $H_0$ ) é de que as restrições de sobre-identificação estão satisfeitas. Para esta pesquisa, o valor encontrado é estatisticamente significativo a 5%, o que assegura que não há sobre-identificação ou instrumentos em excesso sendo utilizados na estimação. Como a utilização de diversos instrumentos resulta em diferentes estimativas, utiliza-se estimativas médias significativas a 10% para diferentes modelos testados, os quais são apresentados na Tabela 20B a 25B (Apêndice B)

Os resultados encontrados pelo método corroboraram os observados pelo critério de Akaike e Schwarz para a defasagem. As estimativas foram feitas em logaritmo, obtendo-se as elasticidades-renda média dos investimentos em infraestrutura na PTF (Tabela 11). O incremento de 1% nos investimentos em rodovia aumenta a PTF, em média, 0,72%, em nível de significância de 5%. A elasticidade-investimento de rodovias da PTF foi significativamente superior à encontrada por ZHANG e FAN (2004), que foi estimada em 0,042% pelo mesmo método, para a Índia rural. O período de tempo encontrado entre o desenvolvimento de rodovias e o efeito na PTF foi de um ano, diferindo do período de 3 anos verificado na pesquisa para a Índia. Isso pode ser explicado pelas dificuldades encontradas no escoamento da produção, principalmente nas áreas da nova fronteira agrícola, na perecibilidade e na sazonalidade dos produtos agrícolas, garantindo a qualidade e a competitividade interna e externa. Esse fato é importante, pois provê os subsídios necessários aos órgãos competentes, dada a escassez de recursos para investimentos em infra-estrutura no Brasil, visto que os resultados sugerem que o retorno desse tipo de investimento ocorre no curto prazo.

Tabela 11 – Efeito médio dos investimentos em infra-estrutura selecionada na PTF pelo método GMM – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes médios
Constante	-8,29 ***
Rodovia (1)*	0,72**
Energia elétrica (2)*	0,15*
Telecomunicações (1)*	0,31*
Irrigação (0)*	0,20*
Pesquisa (0)*	0,43*
Armazenagem (0)*	-0,52***
DPR	-0,20 NS
DC	0,17 NS
DR <sub>1</sub>	-0,76*
DR <sub>2</sub>	0,49 NS
DR <sub>3</sub>	-0,13 NS
DR <sub>4</sub>	-1,48***

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

DPR: *dummy* do Plano Real; DC: *dummy* cambial; DR<sub>1</sub>: *dummy* da região Sul; DR<sub>2</sub>: *dummy* da região Centro-Oeste; DR<sub>3</sub>: *dummy* da região Norte e DR<sub>4</sub>: *dummy* da região Nordeste. Em todos os modelos o teste J foi estatisticamente significante a 5%.

\* Os números entre parênteses das variáveis referem-se ao período de defasagem de tempo.

Em relação aos investimentos em energia elétrica, a pesquisa mostra que um aumento de 1% nos investimentos neste setor aumenta a PTF, em média, 0,15%, em nível de significância de 10%. O tempo de defasagem ótimo estimado pelo modelo foi de dois anos, indicando que o efeito na PTF ocorre dois anos após a expansão do setor elétrico nas áreas agrícolas (Tabela 11). O fornecimento de energia elétrica promove a utilização de equipamentos mais sofisticados nas áreas agrícolas. O coeficiente menor, em relação à rodovia, pode ser explicado, em parte, pelo avanço significativo do setor energético em todas as regiões do país, inclusive no meio rural, com os programas de eletrificação rural.

Outro setor que afeta significativamente a PTF é a telecomunicação, podendo isso ser explicado pelo acesso às informações e cotações de preços, nos mercados à vista e futuro, bem como pela facilidade nas negociações de longa distância. Outra grande vantagem desse tipo de infra-estrutura é o acesso

irrestrito a todo tipo de informação. Os resultados mostram que o aumento de 1% nos investimentos em telecomunicações aumenta a PTF, em média, 0,31%, em nível de 10% de significância. O efeito é no curto prazo, pois o impacto ocorre no ano posterior aos investimentos (Tabela 11). Todavia, cabe ressaltar que esse coeficiente pode estar superestimado, uma vez que os dados disponíveis referem-se à totalidade dos terminais telefônicos instalados e a grande expansão ocorrida, no período analisado, foi significativamente maior na área urbana. A facilidade atual de acesso à telefonia fixa e móvel no país, bem como a utilização de satélites nas telecomunicações, pode, no curto prazo, facilitar o acesso das áreas mais distantes a esse tipo de infra-estrutura.

A variável irrigação, confirmando os resultados da pesquisa feita para a Índia, mostrou que este setor afeta significativamente a PTF agrícola. Os resultados mostraram que o aumento de 1% nos investimentos na relação área irrigada/área plantada aumenta a PTF, em média, 0,20%, em nível de 10% de significância (Tabela 11). Esse resultado poderia ser mais expressivo se a relação considerada fosse apenas a área plantada com cultura temporária, na qual se concentra grande parte desses investimentos; entretanto, considerou-se a área total cultivada. Optou-se por considerar toda a área disponível aos diversos tipos de culturas (lavouras permanentes, temporárias e temporárias em descanso, pastagens naturais e plantadas, matas naturais e plantadas e terras produtivas não utilizadas), deixando para trabalhos posteriores a sugestão de se trabalhar com a relação área irrigada/área plantada com cultura temporária. A pesquisa mostra que o retorno do investimento (instalação dos equipamentos, treinamento da mão-de-obra e tempo entre o início do cultivo e colheita da cultura considerada) é no mesmo ano, diferindo da pesquisa para a Índia, que obteve elasticidade-investimento para irrigação da PTF de 0,081 e tempo de defasagem de três anos. Os resultados encontrados neste estudo mostram que, no Brasil, o efeito é significativamente maior e em período de tempo menor.

Conforme esperado, a pesquisa afetou significativamente a PTF já no primeiro ano. Os resultados mostram que o incremento de 1% em pesquisa aumenta a PTF, em média, 0,43%, em nível de 10% de significância (Tabela 11).



Esse resultado comprova a contribuição das agências de fomento e pesquisa no avanço significativo na utilização de tecnologias, insumos e métodos de plantio modernos. Esses procedimentos, aliados ao desenvolvimento de outras áreas, fizeram com que a produção de grãos no país aumentasse substancialmente, fazendo com que o PIB agropecuário e o PIB do Agronegócio representassem em 2004, aproximadamente, 10% e 33% do PIB nacional, mostrando a importância do setor para a economia brasileira. Cabe ressaltar ainda que, como os dados disponíveis para o período referem-se apenas ao número de pesquisadores da EMBRAPA, esse coeficiente pode estar subestimado. Como sugestão, trabalhos futuros poderão acrescentar pesquisadores de universidades e institutos.

Diferindo do esperado, a variável armazenagem apresentou sinal contrário, indicando que o aumento de 1% neste tipo de infra-estrutura reduz a PTF, em média, 0,52% em nível de 1% de significância. Esperava-se que o aumento do investimento nesse tipo de infra-estrutura influenciasse positivamente a PTF agrícola (Tabela 11). O teste de causalidade de Granger entre armazenagem e PTF, para o período de defasagem de um ano, mostra a existência de causalidade unidirecional em poucos estados, conforme mostra a Tabela 19B (Apêndice B). De modo semelhante, a Tabela 10 mostra que existe causalidade bidirecional apenas em alguns estados e com tempo de defasagem a partir do segundo ano, sugerindo dificuldades em captar esse efeito inesperado. Cabe ressaltar que os dados disponíveis para o setor contemplam apenas os armazéns cadastrados na CONAB, não refletindo a capacidade nominal total instalada para armazenagem, no Brasil. Deve-se destacar ainda que esse tipo de infra-estrutura, segundo NOGUEIRA JÚNIOR e TSUNECHIRO (2005), está concentrado na área urbana (54,1%). Nesse sentido, investimentos neste tipo de infra-estrutura, em áreas urbanas, não teriam os efeitos esperados.

A fim de verificar os efeitos de políticas macroeconômicas na PTF, foram utilizadas *dummies* de intercepto referentes à implantação do Plano de Estabilização da Moeda (Plano Real) em 1994 (DPR) e à desvalorização cambial em 1999 (DC), com a adoção do câmbio flutuante. No entanto, ambas não foram

estatisticamente significantes a 10%, não sendo estatisticamente diferentes de zero (Tabela 11).

Para verificar os efeitos de políticas regionais, como as que favoreçam determinadas regiões, foram utilizadas quatro variáveis *dummies* de intercepto para as cinco macrorregiões brasileiras, tendo-se a região Sudeste como base. Verificou-se que as regiões Sul (DR<sub>1</sub>) e Nordeste (DR<sub>4</sub>) apresentam coeficientes de intercepto menores que a região-base: -0,76 e -1,48, respectivamente, sendo estatisticamente significante em níveis de 5% e 1%. Os resultados mostram que o aumento dos investimentos em infra-estrutura tem maior impacto na região Sudeste, comparativamente às regiões Sul e Nordeste. Similarmente, o efeito desse aumento seria maior na região Sul, comparativamente à região Nordeste, devido ao menor efeito no termo de intercepto desta região. As regiões Centro-Oeste (DR<sub>2</sub>) e Norte (DR<sub>3</sub>) não foram estatisticamente significantes a 10% (Tabela 11).

A variável ferrovia não foi considerada na estimativa, devido à não-disponibilidade de dados para o período analisado. Cabe ressaltar que a queda significativa dos investimentos nesse setor fez com que a disponibilidade de locomotivas da empresa Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) caísse de 86,3%, em 1980, para 56,9%, em 1996. O estado de manutenção do material de tração é usualmente utilizado como indicador de qualidade do setor (FERREIRA e MALLIAGROS, 1998). Dada a sua importância para o crescimento da economia nacional, e particularmente para o setor agropecuário, torna-se importante, em trabalhos futuros, estimar o efeito desses investimentos na economia nacional e no setor agropecuário.

## 5. RESUMO E CONCLUSÕES

A partir de 1980, os investimentos em infra-estrutura, no Brasil reduziram-se significativamente. O efeito dessa redução foi a queda da lucratividade e da competitividade das empresas, levando à diminuição dos investimentos privados e à queda do PIB. Na agropecuária, o efeito foi o aumento menor da produtividade agrícola e da produção, com efeitos negativos na competitividade externa e nas perspectivas de crescimento sustentado de longo prazo.

O objetivo geral deste trabalho foi determinar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na Produtividade Total dos Fatores (PTF) no setor agropecuário brasileiro. Pretendeu-se também verificar quais tipos de investimentos em infra-estrutura têm maiores efeitos na PTF; a defasagem no tempo dos efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF; e o sentido da causalidade entre a PTF e os diversos tipos de investimentos em infra-estrutura.

Utilizou-se o modelo de crescimento de Solow para verificar o efeito dos fatores capital e trabalho na produção e para obter estimativas da PTF. Considerando os estados brasileiros como unidade de corte seccional e o período de 1985 a 2004, foi estimada a PTF com os dados em formato painel. Após obter a PTF, utilizou-se o Método Generalizado dos Momentos (GMM) para verificar os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF agrícola. Verificou-se que

a taxa de crescimento da PTF no período de 1995 a 2004 foi superior ao período anterior (1985 a 1994), mesmo com a redução dos dispêndios públicos, sugerindo que a implementação de instrumentos modernos de política agrícola, a partir de 1994, tenha contribuído para o crescimento da PTF.

Os investimentos em infra-estrutura influenciam positivamente a Produtividade Total dos Fatores (PTF), deslocando a função de produção para cima, aumentando a produção para a mesma quantidade de insumos, melhorando a eficiência na alocação dos recursos e a competitividade do agronegócio.

O investimento em rodovia tem o maior efeito positivo sobre a PTF, seguido, em ordem decrescente, pelos investimentos em pesquisa, telecomunicações, irrigação e energia elétrica. O período de defasagem encontrado, para os efeitos dos investimentos em infra-estrutura na PTF agropecuária, variou de zero a dois anos, o que sugere retorno aos investimentos no curto prazo.

A magnitude dos resultados, significativamente maiores, e o período de tempo de retorno menor, em relação ao estudo realizado para a Índia sugerem que maiores esforços devem ser feitos na alocação de recursos para investimentos em infra-estrutura no Brasil, pois a pesquisa demonstra que os retornos são elevados e ocorrem no curto prazo. Esses investimentos incrementam a produtividade total dos fatores de produção, aumentando a lucratividade e a competitividade do setor.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br/fiscalizacao>>. Acesso em: 10 jun. 2005.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES – ANATEL. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 10 jun. 2005.

ASCHAUER, D.A. Is public expenditure productive? **Journal of Monetary Economics**, v. 23, n. 2, p. 177-200, 1989.

BARRO, R.J.; SALA-I-MARTIN, X. **Economic growth**. New York: McGraw-Hill, 1995. 539 p.

BERNARD, A.B.; GARCIA, M.G.P. **Public and private provision of infrastructure and economic development**. Rio de Janeiro: PUC-Rio, 1997. (Texto para discussão, 375).

CANNING, D. **Infrastructure's contribution to aggregate output**. Washington, DC: World Bank, 1999. (Policy Research Working Paper, 2246).

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/armazenagem>>. Acesso em: 15 jun. 2005.

CHRISTOFIDIS, D. Os recursos hídricos e a prática da irrigação no Brasil e no mundo. **Revista Item**, Rio de Janeiro, n. 49, 2002.

CRUZ Jr, J.C. **Repassé das variações cambiais para os preços de exportação: Brasil, 1993-2004**. 2004. 92 f. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

CYPRIANO, L.A. **Crescimento setorial no Brasil, 1960 a 2001**: simulações de políticas macroeconômicas alternativas. 2004. 179 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRA-ESTRUTURA TERRESTRE – DNIT. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br/pnv>>. Acesso em: 20 jun. 2005.

EASTERLY, W.; REBELO, S. Fiscal policy and economic growth: an empirical investigation. **Journal of Monetary Economics**, v. 32, n. 3, p. 417-458, 1993.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Disponível em: <<http://www.embrapa.gov.br>>. Acesso em: 15 jun. 2005.

FAN, S.; ZHANG, L.; ZHANG, X. **Growth, inequality, and poverty in rural China**: the role of public investments. Washington: IFPRI, 2002. 72 p.

FERREIRA, P.C.; MALLIAGROS, T.G. Impactos produtivos da infra-estrutura no Brasil: 1950-1995. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 2, p. 315-338, 1998.

FERREIRA, P.C.; MALLIAGROS, T.G. **Investimentos, fontes de financiamentos e evolução do setor de infra-estrutura no Brasil: 1950–1996**. Rio de Janeiro: FGV, 1999. (Ensaio Econômico, 346).

FLÔRES Jr., R.G. **O método generalizado de momentos (MGM)**: conceitos básicos. Rio de Janeiro: FGV, 2003. (Ensaio Econômico, 515).

FROYEN, R. **Macroeconomia**. 5. ed. São Paulo: Saraiva, 2001. 635 p.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **IGP-M 2005**. Disponível em: <<http://www.fgv.br>>. Acesso em: 10 fev. 2005.

GASQUES, J.G.; CONCEIÇÃO, J.C.P.R. Produtividade total dos fatores na agricultura. **Preços Agrícolas**, Piracicaba, n. 165, p. 3-7, 2000.

GASQUES, J.G.; VILLA VERDE, C.M. **Gastos públicos na agricultura**: evolução e mudanças. Rio de Janeiro: IPEA, 2003. 31 p. (Texto para discussão, 948).

GIAMBIAGI, F.; ALÉM, A.C. A lógica da privatização e o PND. In: \_\_\_\_\_. **Finanças públicas**: teoria e prática no Brasil. 2. ed. Rio de Janeiro: Campus, 2000. p. 371-397.

GOLDENSTEIN, S. **A dívida externa brasileira: 1964-1982 – evolução e crise**. Rio de Janeiro: Guanabara, 1986. 169 p.

GOMES, V.; PESSÔA, S.A.; VELOSO, F.A. **Evolução da produtividade total dos fatores na economia brasileira**: uma visão comparativa. Rio de Janeiro: FGV, 2003. (Ensaio Econômico).

- GUJARATI, D.N. **Econometria básica**. São Paulo: Makron Books, 2004. 846 p.
- HANSEN, L.P. Large sample properties of generalized method of moments estimators. **Econométrica**, v. 50, n. 4, p. 1029-1054, 1982.
- HAUSMAN, J.A. Specification Tests in Econometrics. **Econometrica**, v.46, n° 6, p.1251-1271, 1978.
- HILL, R.C.; GRIFFITHS, W.E.; JUDGE, G.G. **Econometria**. 2. ed. São Paulo: Saraiva, 2003. 471 p.
- HSIAO, C. **Analysis of panel data**. Cambridge: Cambridge University Press, 1991. 246 p.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/pam>>. Acesso em: 15 jun. 2005.
- INSTITUTO DE ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS – INESC. Disponível em: <<http://www.inesc.org.br>>. Acesso em: 10 fev. 2005.
- INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **IPCA**: séries históricas – 2005. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 10 fev. 2005.
- ISSLER, J.V.; FERREIRA, P.C. **Growth, increasing returns, and public infrastructure**: times series evidence. Rio de Janeiro: FGV, 1995. (Ensaio Econômico, 258).
- JOHNSTON, J.; DINARDO, J. **Econometric methods**. 3. ed. New York: The McGraw-Hill, 1997. 368 p.
- JONES, C.I. **Teoria do crescimento econômico**. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 178 p.
- JUDGE, G.G.; GRIFFITHS, W.E.; HILL, R.C.; LUTKEPOHL, H; LEE, T.C. **Introduction to the theory and practice of econometrics**. 2. ed. New York: Wiley, 1988. 1024 p.
- LANGONI, C.G. **As causas do crescimento econômico do Brasil**. Rio de Janeiro: APEC, 1974. 217 p.
- MORRISON, C.J.; SCHWARTZ, A. State infrastructure and productive performance. **The American Economic Review**, v. 86, n. 5, p. 1095-1111, 1996.
- Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). Disponível em: <<http://www.mte.gov.br/caged>>. Acesso em: 25 jun. 2005.
- NADIRI, M.I.; MAMUEAS, T.P. **The effects of public infrastructure and R&D capital on the cost structure and performance of US manufacturing industries**. New York: University of New York, 1991. p. 22-37.

NOGUEIRA JÚNIOR, S.; TSUNECHIRO, A. Produção agrícola e infraestrutura de armazenagem no Brasil. **Informações Econômicas**, v. 35, n. 2, p. 7-18, 2005.

PEREIRA, C.M.; ARAÚJO, J.T. Crescimento econômico: uma resenha da literatura. In: FONTES, R. (org). **Estabilização e crescimento**. Viçosa: UFV, 1997.

PIRES, J.C.L.; PICCININI, M.S. A regulação dos setores de infra-estrutura no Brasil. In: GIAMBIAGI, F.; MOREIRA, M.M. (org.). **A economia brasileira nos anos 90**. Rio de Janeiro: BNDES, 1999. p. 217-260.

QUANTITATIVE MICRO SOFTWARE – QMS. **Eviews 5 user's guide**. Irvine, Califórnia, 2004. 978 p.

RIGOLON, F.J.Z.; PICCININI, M.S. **O investimento em infra-estrutura e a retomada do crescimento econômico sustentado**. Texto para discussão, 63. Rio de Janeiro: BNDES, 1997.

ROCHA, C.H.; TEIXEIRA, J.R. Complementaridade versus substituição entre investimento público e privado na economia brasileira: 1965-1990. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 50, n. 3, 1996.

ROMER, P. Endogenous technological. **Journal of Political Economy**, v. 98, n. 5, p. 71-102, 1990.

SILVA, O.M.; CRUZ JÚNIOR, J.C. Dados em painel: uma análise do modelo estático. In: SANTOS, M.L.; VIEIRA, W.C. (ed.). **Métodos quantitativos em economia**. Viçosa: UFV, 2004. p. 577-601.

SOLOW, R.M. A contribution to the theory of economic growth. **Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 2, p. 65-94, 1956.

SOLOW, R.M. Technical and the aggregate production function. **Review of Economics and Statistics**, v. 39, n. 8, p. 312-320, 1957.

TEIXEIRA, E.C. **Investment policy and agricultural growth in Brazil**. New York: Garland Publishing, 1991. 177 p.

UCHIMURA, K.; GAO, H. **The importance of infrastructure on economic development**. World Bank, 1993. (Mimeogr.).

VERBEEK, M. **A guide to modern econometrics**. New York: John Wiley & Sons, 2002. 386 p.

YOUNG, A. The tyranny of numbers: confronting the statistical realities of the East Asian growth experience. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 110, n. 3, p. 641-680, 1995.



ZHANG, X.; FAN, S. How productive is infrastructure? A new approach and evidence from rural India. **American Journal of Agricultural Economics**, v. 86, n. 2, p. 492-501, 2004.

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

### DEDUÇÕES DE ALGUMAS FÓRMULAS UTILIZADAS

#### Equação (4)

$$\max_{K,L} F(K,L) - rK - wL \quad \Rightarrow \text{Esta expressão é igual a maximizar:}$$

$$\text{Max}_{K,L} Y = K^\alpha L^{1-\alpha} - rK - wL$$

#### Equação (5)

$$r = \frac{\partial F}{\partial K} = \alpha \frac{Y}{K}$$

$$\text{Max}_{K,L} Y = F(K,L) - rK - wL = K^\alpha L^{1-\alpha} - rK - wL \Rightarrow \frac{\partial Y}{\partial K} = \alpha K^{\alpha-1} L^{1-\alpha} - r = 0$$

$$\Rightarrow r = \alpha \frac{K^\alpha}{K} L^{1-\alpha} \Rightarrow r = \alpha \frac{Y}{K}$$

#### Equação (6)

$$w = \frac{\partial F}{\partial L} = (1-\alpha) \frac{Y}{L}$$

$$\text{Max}_{K,L} Y = F(K,L) - rK - wL = K^\alpha L^{1-\alpha} - rK - wL$$

$$\Rightarrow \frac{\partial Y}{\partial L} = (1-\alpha)K^\alpha L^{1-\alpha-1} - w = 0$$

$$\Rightarrow w = (1-\alpha)\frac{K^\alpha L^{1-\alpha}}{L} \quad \Rightarrow \quad w = (1-\alpha)\frac{Y}{L}$$

### Equação (7)

$$y = k^\alpha$$

$Y = K^\alpha L^{1-\alpha}$  Tomando o produto *per capita*, tem-se:

$$\frac{Y}{L} = \left(\frac{K}{L}\right)^\alpha \left(\frac{L}{L}\right)^{1-\alpha} \Rightarrow y = k^\alpha$$

### Equação (10)

$$\frac{\dot{L}}{L} = n$$

$L(t) = L_0 \lambda^{nt}$  Logaritmizando a equação (9)

$\ln L(t) = \ln L_0 + \ln \lambda^{nt} = \ln L_0 + nt$  e derivando-a em relação ao tempo, tem-se:

se:

$$\frac{\partial \ln L(t)}{\partial t} = \frac{\partial \ln L_0}{\partial t} + \frac{\partial nt}{\partial t} \Rightarrow \frac{\dot{L}}{L} = n$$

(já que  $\ln L_0$  é constante, e a derivada de uma constante é zero).

### Equação (11)

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$$

Capital *per capita*  $k(t) = \frac{K(t)}{L(t)}$

Logaritmizando a equação, tem-se:

$$\ln(k(t)) = \ln\left(\frac{K(t)}{L(t)}\right) = \left(\frac{\ln K(t)}{\ln L(t)}\right) = \ln K(t) - \ln L(t)$$

derivando-a em relação ao tempo, tem-se:

$$\frac{\partial \ln(k(t))}{\partial t} = \frac{\partial \ln K(t)}{\partial t} - \frac{\partial \ln L(t)}{\partial t} \Rightarrow \frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L}$$

### Equação (12)

$$\dot{k} = sy - (n + d)k$$

Substituindo as equações (8) e (10) na equação (11), obtém-se a equação de acumulação de capital por trabalhador.

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{L}}{L} = \frac{sY - dK}{K} - n = \frac{sY}{K} - \frac{dK}{K} - n \Rightarrow$$

$$\dot{k} = \left( \frac{sY}{K} - d - n \right) k = \frac{sYk}{K} - (d + n)k, \text{ mas}$$

$$k = \frac{K}{L} \Rightarrow \dot{k} = \frac{sY}{K} \frac{K}{L} - (d + n)k \quad \text{sendo} \quad \frac{Y}{L} = y$$

$$\Rightarrow \dot{k} = sy - (n + d)k$$

### Equação (14)

Tomando o diferencial total da equação (13),  $Y_t = A_t f(KL)$  em relação ao tempo em, tem-se:

$$\frac{\partial Y}{\partial t} = \frac{\partial A}{\partial t} f(K, L) + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\partial K}{\partial t} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\partial L}{\partial t}$$

$$\dot{Y} = A \dot{f}(K, L) + A \frac{\partial f}{\partial K} \dot{K} + A \frac{\partial f}{\partial L} \dot{L}$$

### Equação (15)

Dividindo (14) por Y, tem-se:

$$\frac{\dot{Y}}{Y} = \frac{A \dot{f}(K, L)}{A f(K, L)} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Y} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Y}$$

### Equação (18)

Fazendo  $\varepsilon_K = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{K}{Y}$  e  $\varepsilon_L = \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{L}{Y}$  e sendo  $\frac{\partial Y}{\partial K} = A \frac{\partial f}{\partial K}$ ;  $\frac{\partial Y}{\partial L} = A \frac{\partial f}{\partial L}$

tem-se:  $\varepsilon_K = A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{K}{Y}$   $\varepsilon_L = A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{L}{Y}$

Substituindo na equação (15) e multiplicando e dividindo o segundo e o terceiro membro (lado esquerdo da equação) por K e L, respectivamente, tem-se:

$$\frac{Y}{Y} = \frac{A}{A} + \varepsilon_K \frac{K}{K} + \varepsilon_L \frac{L}{L}$$

### Prova da equação (18)

$$\frac{Y}{Y} = \frac{A}{A} + A \frac{\partial f}{\partial K} \frac{K}{Y} \frac{K}{K} + A \frac{\partial f}{\partial L} \frac{L}{Y} \frac{L}{L} \Rightarrow \frac{Y}{Y} = \frac{A}{A} + \varepsilon_K \frac{K}{K} + \varepsilon_L \frac{L}{L}$$

### Equação (20)

$$K_t = (1 - \delta)K_{t-1} + I_t$$

$$\Rightarrow K_1(1 - \delta)K_0 + I_1$$

$$\Rightarrow K_2 = (1 - \delta)K_1 + I_2 = (1 - \delta)^2 K_0 + (1 - \delta)I_1 + I_2$$

$$\Rightarrow K_3 = (1 - \delta)K_2 + I_3 = (1 - \delta)^3 K_0 + (1 - \delta)^2 I_1 + (1 - \delta)I_2 + I_3$$

⋮  
⋮  
⋮

$$\Rightarrow K_t = (1 - \delta)^t K_0 + \sum_{j=0}^{t-1} (1 - \delta)^j I_{t-j}$$

### Equação (21)

$$K_0 = \sum_{i=0}^{\infty} (1 - \delta)^i I_{-i} = I_0 + (1 - \delta)I_{-1} + (1 - \delta)^2 I_{-2} + \dots$$

### Equação (23)

$$K_0 = I_0 \sum_{i=0}^{\infty} \left[ \frac{(1 - \delta)^i}{(1 - g)^i} \right] = I_0 \frac{1}{1 - \frac{1 - \delta}{1 - g}} = \frac{I_0}{1 + g - 1 + \delta}$$

$$\Rightarrow K_0 = \frac{I_0}{g + \delta}$$

## APÊNDICE B

**Tabela 1B – Formação bruta de capital fixo (FBKF) nominal e real deflacionado pelo IPC – ano-base 2000 R\$ (mil) – Brasil, 1912-2004**

Ano	Capital fixo – formação bruta – anual – R\$ (mil) – IPEA – HIST_FBKFN e SCN/IBGE	IPC – geral – índice (ago. 1994 = 100) – RJ – anual – FGV/Conj. Econômica – IGP_ICVRJ	IPC – geral – índice ano-base 2000=100	Capital fixo deflacionado IPC ano-base 2000 R\$ (mil)
1912	3,64021E-10	1,332E-14	6,849E-15	53148,07
1913	4,37965E-10	1,359E-14	6,986E-15	62690,26
1914	1,77313E-10	1,359E-14	6,986E-15	25380,61
1915	1,23279E-10	1,479E-14	7,603E-15	16215,43
1916	1,98382E-10	1,586E-14	8,151E-15	24339,82
1917	2,13309E-10	1,745E-14	8,972E-15	23773,83
1918	1,76325E-10	1,959E-14	1,007E-14	17512,84
1919	3,68461E-10	2,025E-14	1,041E-14	35392,33
1920	5,16569E-10	2,225E-14	1,144E-14	45161,98
1921	6,68642E-10	2,292E-14	1,178E-14	56757,89
1922	6,51651E-10	2,505E-14	1,288E-14	50607,92
1923	5,62591E-10	2,758E-14	1,418E-14	39681,09
1924	7,35785E-10	3,224E-14	1,658E-14	44391,17
1925	9,33928E-10	3,451E-14	1,774E-14	52647,11
1926	7,62048E-10	3,544E-14	1,822E-14	41827,52
1927	1,01459E-09	3,637E-14	1,870E-14	54261,03
1928	1,04635E-09	3,584E-14	1,842E-14	56791,93
1929	1,20663E-09	3,557E-14	1,829E-14	65981,96
1930	8,30807E-10	3,238E-14	1,664E-14	49917,73
1931	5,62450E-10	3,118E-14	1,603E-14	35093,71
1932	5,64834E-10	3,131E-14	1,610E-14	35092,46
1933	7,29992E-10	3,104E-14	1,596E-14	45742,85
1934	1,02370E-09	3,344E-14	1,719E-14	59547,31

Tabela 1B, Continuação

Ano	Capital fixo – formação bruta – anual – R\$ (mil) – IPEA – HIST_FBKFN e SCN/IBGE	IPC – geral – índice (ago. 1994 = 100) – RJ – anual – FGV/Conj. Econômica – IGP_ICVRJ	IPC – geral – índice ano-base 2000=100	Capital fixo deflacionado IPC ano- base 2000 R\$ (mil)
1935	1,36284E-09	3,531E-14	1,815E-14	75086,41
1936	1,58972E-09	4,050E-14	2,082E-14	76349,94
1937	1,93080E-09	4,357E-14	2,240E-14	86208,53
1938	2,19658E-09	4,543E-14	2,336E-14	94048,81
1939	2,20876E-09	4,663E-14	2,397E-14	92138,62
1940	2,46280E-09	4,990E-14	2,565E-14	96014,87
1941	2,44680E-09	5,596E-14	2,877E-14	85057,21
1942	2,64982E-09	6,529E-14	3,356E-14	78955,36
1943	2,78072E-09	6,808E-14	3,500E-14	79450,53
1944	3,39636E-09	7,788E-14	4,003E-14	84837,90
1945	4,14454E-09	9,093E-14	4,674E-14	88664,21
1946	6,42633E-09	1,059E-13	5,446E-14	117994,81
1947	9,67273E-09	1,291E-13	6,637E-14	145740,06
1948	9,60000E-09	1,334E-13	6,860E-14	139944,26
1949	1,14545E-08	1,391E-13	7,150E-14	160205,35
1950	1,30909E-08	1,521E-13	7,820E-14	167392,78
1951	1,96000E-08	1,705E-13	8,764E-14	223641,43
1952	2,21091E-08	2,000E-13	1,028E-13	215031,13
1953	2,68000E-08	2,286E-13	1,175E-13	228017,22
1954	3,84727E-08	2,801E-13	1,440E-13	267190,63
1955	3,99636E-08	3,447E-13	1,772E-13	225524,81
1956	5,41091E-08	4,172E-13	2,145E-13	252301,65
1957	6,83273E-08	4,841E-13	2,489E-13	274568,62
1958	9,60364E-08	5,556E-13	2,856E-13	336217,06
1959	1,51709E-07	7,733E-13	3,975E-13	381625,70
1960	1,81927E-07	1,001E-12	5,146E-13	353520,01
1961	2,21745E-07	1,334E-12	6,857E-13	323375,79
1962	4,20436E-07	1,994E-12	1,025E-12	410077,27
1963	8,28764E-07	3,445E-12	1,771E-12	467926,89
1964	1,42869E-06	6,606E-12	3,396E-12	420707,46
1965	2,28247E-06	1,094E-11	5,626E-12	405685,99
1966	3,63429E-06	1,547E-11	7,950E-12	457130,43
1967	4,87578E-06	2,017E-11	1,037E-11	470148,22
1968	7,82516E-06	2,461E-11	1,265E-11	618401,68
1969	1,05183E-05	3,019E-11	1,552E-11	677782,61
1970	1,33084E-05	3,695E-11	1,899E-11	700630,02
1971	1,86982E-05	4,439E-11	2,282E-11	819321,68
1972	2,56244E-05	5,175E-11	2,660E-11	963272,67
1973	3,79105E-05	5,831E-11	2,997E-11	1264755,63
1974	0,000059192	7,440E-11	3,825E-11	1547621,47
1975	8,90327E-05	9,595E-11	4,932E-11	1805035,96
1976	0,000133201	1,361E-10	6,998E-11	1903447,13
1977	0,000193505	1,957E-10	1,006E-10	1923785,63
1978	0,000292867	2,714E-10	1,395E-10	2099193,88
1979	0,000506396	4,144E-10	2,130E-10	2377097,97
1980	0,001071535	7,575E-10	3,894E-10	2751700,95
1981	0,002122909	1,557E-09	8,005E-10	2651940,94
1982	0,004069091	3,083E-09	1,585E-09	2567366,19



Tabela 1B, Continuação

Ano	Capital fixo – formação bruta – anual – R\$ (mil) – IPEA – HIST_FBKFN e SCN/IBGE	IPC – geral – índice (ago. 1994 = 100) – RJ – anual – FGV/Conj. Econômica – IGP_ICVRJ	IPC – geral – índice ano-base 2000=100	Capital fixo deflacionado IPC ano- base 2000 R\$ (mil)
1983	0,007929455	7,461E-09	3,835E-09	2067534,72
1984	0,023913818	2,214E-08	1,138E-08	2101258,17
1985	0,085650182	7,239E-08	3,721E-08	2301730,75
1986	0,254909091	1,764E-07	9,070E-08	2810514,51
1987	0,935625818	5,852E-07	3,008E-07	3110100,66
1988	7,15	4,578E-06	2,353E-06	3036235,55
1989	114,33	6,350E-05	3,264E-05	3502474,65
1990	2386,39	0,002	0,001	2383135,88
1991	10917,24	0,010	0,005	2044889,54
1992	118085,50	0,114	0,059	2008721,36
1993	2718362,91	2,521	1,296	2097138,47
1994	72453282,00	68,992	35,466	2042872,85
1995	132753432,00	125,698	64,617	2054467,97
1996	150050300,00	150,089	77,155	1944783,17
1997	172939223,00	161,958	83,257	2077180,80
1998	179982386,00	170,786	87,795	2050035,46
1999	184097870,00	180,204	92,636	1987323,48
2000	212384234,00	194,529	100,000	2123842,34
2001	233384257,00	208,012	106,932	2182558,51
2002	246605571,00	225,096	115,714	2131168,98
2003	276741361,00	258,386	132,827	2083476,75
2004	346335107,00	274,793	141,261	2451732,53

Fonte: IPEA (2005).

O ano-base do índice de preço ao consumidor (IPC) geral é 2000 (2000 = 100) e o capital fixo deflacionado foi calculado pelo autor.

Tabela 2B – Cálculo do estoque de capital real inicial de 1947 R\$ (mil) – ano-base 2000 – Brasil, de acordo com o modelo de YOUNG (1995)

Ano	FBKF deflacionada – ano-base 2000	Taxa de cresc. anual (%)
1912	53148,07	
1913	62690,26	17,95
1914	25380,61	-59,51
1915	16215,43	-36,11
1916	24339,82	50,10
1917	23773,83	-2,33
1918	17512,84	-26,34
1919	35392,33	102,09
1920	45161,98	27,60
1921	56757,89	25,68
1922	50607,92	-10,84
1923	39681,09	-21,59
1924	44391,17	11,87
1925	52647,11	18,60
1926	41827,52	-20,55
1927	54261,03	29,73
1928	56791,93	4,66
1929	65981,96	16,18
1930	49917,73	-24,35
1931	35093,72	-29,70
1932	35092,47	0,00
1933	45742,85	30,35
1934	59547,31	30,18
1935	75086,41	26,09
1936	76349,94	1,68
1937	86208,53	12,91
1938	94048,81	9,09
1939	92138,62	-2,03
1940	96014,87	4,21
1941	85057,21	-11,41
1942	78955,36	-7,17
1943	79450,53	0,63
1944	84837,90	6,78
1945	88664,21	4,51
1946	117994,81	33,08
Taxa média de crescimento no período		6,24

Fonte: IPEA (2005).

As taxas de crescimento anual da FBKF, no período de 1913 a 1946, foram calculadas pelo autor.

Tabela 3B – Estoque de capital pelo método PIM com taxa de depreciação de 5%  
– Brasil, 1947-2004 R\$ (mil)

Ano	FBKF deflacionada	Estoque de capital BR
1947		702632,13
1948	139944,26	807444,78
1949	160205,35	925521,31
1950	167392,78	1042775,00
1951	223641,43	1207907,71
1952	215031,13	1353248,04
1953	228017,22	1500822,91
1954	267190,63	1676170,32
1955	225524,81	1796492,38
1956	252301,65	1932315,05
1957	274568,62	2077789,60
1958	336217,06	2271184,16
1959	381625,70	2493176,51
1960	353520,01	2667981,88
1961	323375,79	2794967,03
1962	410077,27	2992484,87
1963	467926,89	3227348,46
1964	420707,46	3391596,28
1965	405685,99	3519787,27
1966	457130,43	3679138,39
1967	470148,22	3828650,77
1968	618401,68	4138040,82
1969	677782,61	4482888,93
1970	700630,02	4824705,58
1971	819321,68	5258552,03
1972	963272,67	5806565,46
1973	1264755,63	6618649,77
1974	1547621,47	7661763,00
1975	1805036,96	8898269,18
1976	1903447,13	10154210,97
1977	1923785,63	11347933,99
1978	2099193,88	12634604,40
1979	2377097,97	14111030,07
1980	2751700,96	15862285,11
1981	2651940,94	17393871,08
1982	2567366,19	18724454,05
1983	2067534,72	19447341,10
1984	2101258,17	20123971,21

Tabela 3B, Continuação

Ano	FBKF deflacionada	Estoque de capital BR
1985	2301730,75	20917046,36
1986	2810514,51	22124103,03
1987	3110100,66	23513076,65
1988	3036235,56	24696187,55
1989	3502474,65	26224645,84
1990	2383135,88	26492530,77
1991	2044889,54	26338044,05
1992	2008721,36	26086110,77
1993	2097138,47	25870322,16
1994	2042872,85	25558648,79
1995	2054467,97	25233807,97
1996	1944783,17	24786810,74
1997	2077180,80	24470144,35
1998	2050035,46	24118662,86
1999	1987323,48	23706927,32
2000	2123842,34	23451199,35
2001	2182558,51	23285580,49
2002	2131168,98	23092041,22
2003	2083476,75	22872619,58
2004	2451732,53	23020656,62

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados do IPEADATA (2005).

Tabela 4B – Estoque de capital agropecuário em função da participação do PIB agropecuário no PIB nacional – Brasil, 1980-2004

Ano	PIB – anual – R\$ (mil) – IBGE/SCN anual – Scn_PIBN	PIB – agropecuária – valor adicionado – preços básicos – anual – R\$(mil)	Relação entre o PIB agropecuário nominal nacional e o PIB nominal total	Estoque agropecuário BR.PIM5 R\$ (mil)
1980	0.004548293	0.000448036	0,10	1562537.94
1981	0.008733014	0.000875097	0,10	1742963.69
1982	0.017702079	0.001535945	0,09	1624652.84
1983	0.039776849	0.004419659	0,11	2160820.10
1984	0.126504005	0.015733337	0,12	2502823.70
1985	0.475534042	0.054286874	0,11	2387885.95
1986	1.273683928	0.136266177	0,11	2366966.30
1987	4.037805735	0.391411715	0,10	2279280.94
1988	29.37563025	3.000443213	0,10	2522482.33
1989	425.5953104	37.69695494	0,09	2322838.78
1990	11548.79455	804.1934545	0,07	1844791.66
1991	60285.99927	4124.350909	0,07	1801866.72
1992	640958.7676	43624.23964	0,07	1775444.54
1993	14097114.18	955517.8202	0,07	1753518.74
1994	349204679	30457595.02	0,09	2229222.63
1995	646191517	51492824	0,08	2010797.11
1996	778886727	57811201	0,07	1839748.00
1997	870743034	62109015	0,07	1745424.89
1998	914187877	67549769	0,07	1782139.26
1999	973845966	71856236	0,07	1749240.25
2000	1101255078	78258295	0,07	1666508.44
2001	1198736188	89287012	0,07	1734409.89
2002	1346027553	104907511	0,08	1799761.50
2003	1556182114	138190815	0,09	2031115.71
2004	1766621034	159642751	0,09	2080288.23

Fonte: Resultados da pesquisa, a partir de dados do IPEADATA (2005).

Tabela 5B – Estoque de capital estadual deflacionado pelo IPC – ano-base 2000 – em função da participação estadual na utilização total da terra segundo as Unidades da Federação – Brasil, 1985-2004, em mil R\$

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
KAgr.BR	2387885.9	2366966.3	2279280.9	2522482.3	2322838.8	1844791.7	1801866.7	1775444.5	1753518.7	2229222.6	2010797.1	1839748.0	1745424.9	1782139.3	1749240.3	1666508.4	1734409.9	1799761.5	2031115.7	2080288.2
RO	39951,0	41524,4	41914,1	48606,6	44694,1	37162,8	37990,0	39164,7	40456,9	53775,2	50698,3	48465,3	48025,1	51197,6	52449,7	52135,0	56590,6	61223,5	72009,0	76835,3
AC	34667,6	32980,1	30469,3	32340,8	27218,2	20714,3	19381,4	18287,9	17290,8	21035,7	18151,9	15882,3	14404,7	14055,2	13179,1	11990,2	11912,2	11795,6	12698,2	12401,4
AM	38804,7	36658,9	33632,3	35449,6	29626,9	22390,5	20804,0	19493,6	18302,4	22111,5	18947,4	16462,9	14827,4	14367,0	13377,7	12086,1	11924,0	11725,1	12534,4	12156,2
RR	14235,1	14704,0	14750,0	16999,1	15533,9	12836,3	13040,7	13360,5	13715,8	18118,0	16975,5	16127,2	15881,6	16825,8	17130,5	16922,2	18254,5	19626,5	22940,9	24326,8
PA	163760,5	162211,4	156039,9	172451,7	151119,1	119749,6	116662,8	114618,4	112836,4	142934,0	128423,6	116998,0	110487,4	112251,3	109592,7	103816,3	107393,3	110725,6	124111,9	126207,4
AP	8000,0	7574,0	6963,8	7356,0	6161,1	4666,4	4345,1	4080,3	3839,2	4648,3	3991,8	3475,9	3137,4	3046,6	2842,9	2574,0	2545,0	2508,0	2686,9	2611,5
TO	0,0	0,0	0,0	0,0	108591,0	86558,8	84826,5	83833,3	83018,2	105784,6	95608,0	87617,4	83231,4	85060,6	83537,5	79602,7	82832,7	85908,3	96864,2	99082,5
MA	122836,6	118122,4	110311,0	118354,0	100685,6	77455,9	73256,3	69871,4	66776,9	82119,2	71628,6	63350,8	58079,0	57283,5	54294,1	49930,8	50143,3	50189,8	54615,2	53915,9
PI	78331,2	76749,4	73029,3	79835,7	69201,7	54242,5	52271,6	50799,1	49467,3	61983,0	55087,1	49642,2	46371,8	46601,5	45004,7	42170,6	43150,9	44007,7	48793,5	49079,6
CE	72908,0	71414,0	67931,7	74240,3	64332,0	50410,1	48563,6	47181,1	45930,2	57533,4	51116,9	46050,4	43003,5	43203,3	41710,3	39071,7	39967,7	40748,9	45166,5	45417,5
RN	29026,5	28560,3	27290,6	29959,9	26078,9	20527,6	19865,2	19387,0	18958,4	23855,2	21290,6	19267,2	18073,8	18239,9	17689,2	16645,2	17103,9	17517,1	19504,0	19701,1
PB	32265,6	31716,0	30276,1	33204,6	28874,6	22705,8	21951,4	21401,8	20908,0	26282,4	23433,7	21185,6	19853,7	20016,4	19392,9	18230,3	18714,2	19147,4	21298,1	21492,1
PE	44370,3	43560,0	41530,3	45490,5	39509,0	31029,4	29960,9	29174,3	28465,5	35737,9	31824,5	28735,5	26895,3	27081,8	26205,4	24603,6	25225,2	25776,7	28636,3	28861,0
AL	15654,3	15498,8	14901,9	16461,3	14418,0	11419,6	11119,9	10919,7	10744,8	13604,2	12217,2	11124,9	10500,8	10663,3	10405,7	9852,5	10187,0	10498,0	11761,5	11954,3
SE	12705,3	12552,6	12043,8	13276,2	11603,8	9171,3	8911,8	8733,0	8575,0	10834,3	9709,2	8822,6	8310,1	8420,9	8200,3	7748,0	7994,2	8221,0	9191,0	9322,1
BA	221400,3	218122,4	208691,2	229396,0	199934,4	157576,7	152686,3	149201,0	146088,6	184057,1	164479,4	149037,3	139984,2	141451,4	137355,9	129414,0	133150,4	136541,0	152222,3	153957,0
MG	303554,0	300003,9	287938,4	317504,7	277600,7	219479,5	213339,1	209127,5	205411,3	259614,8	232732,6	211548,3	199325,3	202050,2	196819,6	186024,8	191999,9	197510,5	220889,1	224111,6
ES	25797,4	25510,6	24498,9	27030,3	23647,0	18707,0	18194,2	17845,5	17538,6	22179,6	19894,6	18094,3	17058,8	17302,2	16864,1	15948,5	16470,4	16953,0	18970,8	19258,8
RJ	21617,2	20973,5	19761,7	21392,2	18361,4	14251,5	13599,3	13086,9	12619,2	15657,3	13779,2	12295,8	11373,4	11317,9	10823,2	10042,4	10175,3	10275,8	11281,9	11237,0
SP	134075,0	132016,1	126237,4	138684,2	120805,2	95158,5	92153,6	89999,8	88073,0	110901,2	99049,5	89700,1	84204,3	85039,3	82531,0	77715,5	79914,6	81903,7	91259,1	92247,5
PR	110588,9	110063,5	106379,2	118126,7	104006,2	82808,2	81057,0	80015,2	79145,5	100733,1	90937,0	83240,3	78981,9	80624,2	79088,8	75276,3	78240,1	81051,2	91281,8	93264,2
SC	49135,8	48566,1	46617,6	51409,6	44953,0	35544,7	34553,8	33875,1	33276,5	42061,7	37710,1	34281,0	32303,6	32748,5	31904,0	30157,2	31129,0	32025,6	35820,0	36346,3
RS	157759,8	156343,6	150468,6	166375,5	145865,5	115642,9	112716,8	110795,5	109126,0	138301,3	124321,7	113316,3	107062,7	108824,8	106299,2	100745,4	104267,4	107555,0	120616,7	122713,0
MS	206018,8	205877,1	199798,0	222767,7	196939,6	157440,6	154740,5	153375,1	152327,6	194667,8	176454,3	162179,1	154510,6	158367,3	155985,8	149072,6	155574,5	161822,2	182992,2	187729,7
MT	250567,9	257534,3	257055,3	294778,7	268031,2	220382,7	222778,4	227108,1	231987,5	304921,8	284272,6	268723,9	263316,5	277583,6	281204,1	276403,1	296682,6	317395,0	369150,1	389503,9
GO	197775,8	196101,9	188830,5	208901,0	183243,6	145351,7	141747,2	139403,3	137373,8	174191,4	156665,1	142870,5	135055,8	137349,7	134231,6	127284,3	131802,3	136028,5	152627,2	155360,1
DF	2078,1	2027,0	1920,0	2089,4	1802,9	1406,7	1349,5	1305,5	1265,5	1578,5	1396,6	1252,8	1165,0	1165,4	1120,4	1045,1	1064,5	1080,8	1192,9	1194,4

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 6B – Produto Interno Bruto (PIB) agropecuário estadual deflacionado pelo deflator implícito do PIB nacional – Brasil, 1985-2004, em mil R\$ de 2000

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
SP	15827,2	10444,1	13291,8	13269,5	14223,8	13791,8	13773,6	14624,5	14645,7	18514,4	16986,3	13930,0	16020,7	18563,9	16145,8	13922,5	22592,5	27474,5	31474,2	33610,0
RS	9896,7	13180,0	12900,8	12978,1	13293,4	7980,4	7169,4	7879,9	8482,3	11754,9	11029,5	10687,6	9650,8	10347,2	10273,7	9531,6	11856,8	12487,0	14304,9	15275,6
PR	11134,7	9465,6	9377,2	7600,3	8452,8	6111,1	4080,2	4518,7	5654,5	8761,7	5071,0	7671,7	8468,4	8711,6	8910,9	8353,8	8208,5	10608,1	12152,4	12977,1
MG	12933,8	12437,1	13443,6	13441,4	14762,4	8497,7	8358,3	7268,9	8724,7	13145,9	8961,6	8727,6	8384,5	8843,4	8892,6	8355,0	7285,9	8522,1	9762,7	10425,2
BA	7443,8	7062,2	6486,0	8274,3	7574,9	3813,7	3884,0	3765,9	3824,2	5365,1	5226,9	5017,5	4820,2	4059,4	4005,0	4764,5	4691,4	6267,2	7179,6	7666,8
SC	4600,1	5682,3	4518,4	4933,1	8009,6	4060,9	3317,1	4115,1	3744,0	5855,7	4988,4	4846,5	4559,8	4504,3	4985,1	5404,5	5447,2	5915,0	6776,1	7235,9
GO	2738,0	3074,2	2561,9	2444,1	1679,6	1994,7	2033,9	1909,1	2681,8	3232,4	3044,1	2783,0	2808,8	3042,7	2849,2	3397,6	3724,4	5521,2	6325,0	6754,2
PA	3089,2	4148,7	4540,7	4596,3	7948,6	5870,3	5080,4	3740,5	8893,8	6375,0	5153,5	4416,0	3892,1	3939,2	4269,3	4139,5	4475,8	5187,3	5942,5	6345,8
MT	1061,1	1671,3	1310,8	2002,5	1656,4	791,0	835,9	758,0	832,9	1846,9	1507,5	1611,9	1916,7	1916,2	2506,6	3282,9	3007,7	4190,5	4800,6	5126,4
MS	2719,7	3405,7	2995,1	2816,3	2692,5	2226,7	2259,8	1910,6	2548,7	3110,7	2937,2	2892,8	2753,9	2779,7	3263,0	3113,5	3793,3	4017,7	4602,6	4914,9
PE	2636,9	2836,2	2624,9	2277,8	2052,7	2174,6	1884,1	1845,0	1432,9	2443,4	2604,0	2801,0	2410,2	2275,4	2022,8	2295,1	2324,9	2826,6	3238,1	3457,8
MA	1584,5	2031,1	1347,4	1682,0	2034,0	1354,7	1199,7	1142,7	947,4	1584,4	1569,1	2110,1	1882,9	1277,4	1423,8	1443,8	1531,4	1629,9	1867,2	1993,9
CE	2149,2	2043,9	2527,4	2421,6	2064,9	1768,1	1720,9	1772,9	1313,1	2135,9	1741,1	1861,8	1269,5	1148,7	1126,0	1159,8	966,7	1162,7	1332,0	1422,4
PB	1121,9	1167,8	1258,4	1136,4	1597,5	1033,3	787,5	798,3	734,6	1263,0	1501,3	1423,6	1130,4	754,1	950,8	1084,7	1083,0	1043,7	1195,6	1276,7
RO	653,0	1225,2	1065,5	828,3	1147,3	499,5	531,1	515,6	655,6	680,6	613,1	626,2	670,3	657,9	886,9	850,6	786,2	986,7	1130,3	1207,0
AM	997,2	911,0	946,3	1258,9	1060,9	1049,0	554,9	574,0	379,1	508,7	382,4	275,9	297,9	375,3	413,4	392,0	398,2	905,9	1037,8	1108,2
ES	2660,5	3391,3	1392,1	1902,1	2509,8	845,5	844,8	878,6	1078,9	1796,5	1467,3	1662,4	1284,4	1495,2	1327,7	1626,3	938,2	865,7	991,7	1059,0
RJ	1243,3	1300,6	1244,4	1468,4	1658,3	1013,2	871,2	575,1	665,0	938,9	1087,9	986,7	912,8	909,1	905,4	934,7	898,5	812,2	930,4	993,5
RN	555,8	594,4	689,0	788,3	1668,0	437,9	536,7	482,4	315,1	560,8	508,9	507,8	394,3	483,6	283,2	222,6	194,9	618,8	708,9	757,0
AL	1314,5	788,5	1422,5	950,0	1247,1	1299,0	676,6	810,4	501,3	1004,4	773,4	507,2	528,0	647,5	552,5	674,4	700,4	568,2	650,9	695,1
SE	570,1	575,3	503,5	574,6	519,0	500,9	448,7	484,5	597,9	653,9	569,3	565,8	469,8	500,6	478,2	413,9	431,0	503,8	577,1	616,3
PI	533,7	605,5	447,4	455,9	467,4	452,8	411,6	353,3	405,1	663,5	697,0	640,7	497,2	404,8	491,4	516,0	506,9	449,1	514,5	549,4
TO	0,0	0,0	0,0	0,0	387,4	244,4	276,0	318,5	299,8	407,9	360,7	285,2	298,1	345,1	389,9	315,4	366,9	388,9	445,5	475,7
DF	92,0	127,9	97,1	282,2	107,2	124,8	316,2	171,1	165,3	273,9	129,7	134,4	139,1	163,0	126,4	148,6	150,5	221,6	253,9	271,1
AP	82,7	107,2	71,9	87,7	151,1	63,6	55,7	66,0	69,5	129,0	132,5	153,6	92,4	91,4	87,7	86,5	101,9	116,8	133,8	142,9
AC	235,8	267,4	174,1	186,3	94,7	68,7	62,3	60,7	70,1	78,0	97,5	85,3	59,7	65,8	75,2	76,6	94,8	103,1	118,1	126,1
RR	65,0	146,0	158,1	150,2	32,6	26,7	28,6	16,3	23,0	30,5	31,2	24,9	22,5	15,9	33,7	43,0	46,5	47,0	53,8	57,5
Total	87940,4	88690,5	87396,3	88806,6	99093,9	68095,0	61999,2	61356,6	69686,3	93116,0	79172,4	77237,2	75635,4	78318,4	77676,2	76549,4	86604,4	103441,3	118500,2	126541,5

Fonte: IPEA (2005).

\* Os dados para os anos 2003 e 2004 foram obtidos utilizando-se a taxa média de crescimento do PIB agropecuário brasileiro no período.

Tabela 7B – Número de trabalhadores formais empregados nos setores agricultura, borracha, fumo, couro, madeira, mobiliária por estado – Brasil, 1985-2004

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RO	4323	5211	5294	6209	6711	5655	5511	4690	6235	7394	9624	9606	12696	10922	12816	14979	14800	16380	17072	18155
AC	1054	801	1060	958	1095	1069	992	1002	973	2630	2276	2433	2634	2019	2054	2299	2446	2859	3807	3770
AM	12015	13320	18252	13131	15429	11431	9398	7876	8507	7007	7245	7170	9471	7446	7292	7188	7567	7222	8461	9385
RR	202	280	392	216	211	145	174	216	301	273	505	416	361	385	362	488	566	615	787	930
PA	21965	25787	39418	27683	30678	29151	29620	28317	34889	39113	34513	34280	36230	34180	38884	42380	42674	52771	59905	64388
AP	1211	1555	1838	1243	950	162	330	120	217	198	708	645	283	1074	430	557	409	472	800	846
TO	0	0	0	0	1267	1393	3007	1659	1644	2047	2535	4420	4996	5419	5408	5886	6599	7804	9756	9807
MA	6473	8595	11412	7475	8510	5934	7441	6926	8381	9619	11568	9647	9703	8937	8294	9121	10000	10485	11931	12354
PI	2403	2852	3031	3288	3500	2935	2704	2598	2605	3973	4644	4419	5150	4678	4708	5209	5237	5561	6090	6434
CE	15234	17840	11250	18341	20214	20391	19365	17550	16876	16478	15816	15818	16981	16625	17102	19283	23448	25651	27785	29381
RN	5002	3552	3184	6276	7993	7963	7586	7146	8080	11172	14494	10827	10986	13162	13873	17152	19749	20103	23707	24325
PB	3767	4536	3339	5881	6283	6290	6660	5297	4497	10199	12043	12016	14200	15746	11703	13953	12713	15808	15394	15587
PE	23633	24870	12603	15695	18448	18259	16846	19383	23438	59985	61997	55751	50593	48823	44166	49104	46257	52539	64646	65076
AL	9847	8649	3790	7096	5722	6417	6711	4788	4241	14910	17890	19886	16095	20490	20210	21866	13359	18628	19642	19792
SE	6358	8061	6562	7094	6825	6385	5659	6132	2763	6405	6960	7436	7949	8334	8228	8787	9353	8844	9151	9314
BA	26035	29702	25712	32672	33545	29184	29195	27649	28010	46862	58427	59237	58070	59130	61913	64144	70156	78382	83612	84937
MG	86262	90522	67846	88376	107458	103540	94971	106567	119230	189320	227881	233788	239980	240497	248444	252484	251201	262436	264322	269658
ES	16595	15849	19986	14224	15993	13714	12957	11839	11877	19436	22551	23396	24939	25806	27932	32795	33903	35782	34817	35926
RJ	76775	92225	100598	80707	90917	78914	67271	60828	63215	57871	58373	57482	53838	53172	51699	50040	48359	48147	49025	49741
SP	398808	442345	406137	407020	440259	403399	391510	415365	428365	510378	514118	489045	482455	457294	463144	485096	482369	491318	490106	503431
PR	98590	109377	147568	101744	111127	95367	90504	106613	117017	146471	146787	147215	154564	164513	165488	165067	166141	167110	175553	182109
SC	76228	83553	131685	83980	87970	75034	73479	73870	81949	93137	87445	87326	91439	85694	96298	100710	105958	115779	117668	125656
RS	104176	116897	132844	118548	127280	113379	105781	116832	123825	149947	150612	150967	150391	146305	152635	156771	156839	163269	166627	173508
MS	11212	11808	9948	9396	10525	11283	11192	16134	19137	31959	38516	38871	40656	41828	43594	47338	49062	51411	56692	56916
MT	12897	17405	17655	20882	21725	20522	19240	21248	23777	28406	31584	35867	41566	46219	55365	60339	63072	69719	79276	80511
GO	9991	11876	7635	11096	10852	10924	11223	13391	14024	23220	29579	33766	38536	42493	47349	50849	54360	56493	64890	65869
DF	4324	5285	4918	5877	5608	5334	4574	4136	4236	5780	6646	5947	6201	6475	7839	5662	7548	6873	6842	6698

Fonte: MTE - CAGED (2005).



Tabela 8B – Elasticidades de produção do capital e do trabalho estimados para os estados selecionados – 1985-2004

Unidade da Federação	Intercepto	Elasticidade do capital (K)	Elasticidade do trabalho (L)
Ceará	-3,11 NS -1,17	0,03*** (7,34)	-0,02 NS (-1,35)
Rio de Janeiro	0,60 NS 0,29	0,04* (1,75)	0,003 NS (0,59)
Alagoas	-3,35 NS -0,87	0,07** (2,83)	-0,01 NS (-1,73)
Acre	-12,12** -2,53	0,01*** (6,18)	0,03** (2,86)
Roraima	-7,43 NS -0,51	0,003 NS (0,35)	-0,04 NS (-0,36)

Fonte: Resultados da pesquisa.

Estatística t entre parênteses.

\*\*\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Tabela 9B – Elasticidades de produção do capital e do trabalho estimados para os estados selecionados – 1985-2004

Unidade da Federação	Intercepto	Elasticidade do capital (K)	Elasticidade do trabalho (L)
São Paulo	-8,34 NS -0,79	-0,30 NS -0,96	1,65** 2,57
Rio Grande do Sul	-18,65** -2,52	1,16*** 3,14	1,21*** 3,29
Paraná	-18,21*** -3,01	1,33*** 3,38	1,02*** 4,28
Minas Gerais	-9,70 NS -1,46	1,42*** 3,41	0,12 NS 0,79
Bahia	-17,31*** -3,15	1,72*** 4,76	0,50*** 3,24
Santa Catarina	-3,44 NS -0,69	0,33 NS 1,07	0,74** 2,49
Goiás	-10,83* -1,90	1,13*** 2,66	0,52*** 5,93
Pará	1,10 NS 0,20	0,27 NS 0,76	0,40* 1,89
Mato Grosso	-27,51*** -4,97	2,47*** 4,75	0,39*** 2,89
Mato Grosso do Sul	-9,50 NS -1,60	1,19*** 2,61	0,31*** 3,68
Pernambuco	-2,26 NS -0,54	0,65** 2,02	0,32*** 2,74
Maranhão	0,03 NS 0,01	0,21 NS 1,16	0,54** 1,93

Tabela 9B, Continuação

Unidade da Federação	Intercepto	Elasticidade do capital (K)	Elasticidade do trabalho (L)
Paraíba	-7,05 NS -1,45	1,09*** 2,84	0,34** 2,39
Roraima	-5,71 NS -1,36	1,38** 2,53	-0,28 NS -1,24
Amazonas	-4,34*** -2,64	-0,14 NS -0,70	1,33** 4,58
Espírito Santo	-12,78*** -2,98	1,86*** 5,37	0,17 NS 1,12
Rio Grande do Norte	-21,02*** -4,13	2,40*** 5,82	0,37*** 2,72
Sergipe	3,73 NS 1,08	0,36 NS 1,19	-0,09 NS -0,47
Piauí	-2,76 NS -0,58	0,51 NS 1,62	0,41** 1,94
Tocantins	-11,21 NS -1,52	1,38** 2,17	0,16** 1,91
Distrito Federal	7,02* 1,77	-0,36 NS -1,41	0,08 NS 0,24
Amapá	5,86*** 5,39	-0,30* -2,15	0,19*** 2,69

Fonte: Resultados da pesquisa.

Estatística t entre parênteses.

\*\*\* Significativo a 1%; \*\* Significativo a 5%; \* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Tabela 10B – Taxa de crescimento da PTF dos estados selecionados – Brasil, 1985-2004

Ano	SP	RS	PR	MG	BA	SC	GO	PA	MT	MS	PE	MA	PB	RO	AM	ES	RN	SE	PI	TO	DF	AP
1985	-0,18	-0,14	0,31	0,29	0,31	-0,18	-0,01	-0,47	-0,27	0,00	0,03	-0,15	0,07	0,08	0,10	0,58	0,11	-0,02	0,02	0	-0,69	-0,67
1986	-0,61	0,12	0,13	0,24	0,24	0,02	0,07	-0,21	0,10	0,22	0,10	0,05	0,07	0,65	0,01	0,84	0,27	-0,06	0,12	0	-0,40	-0,44
1987	-0,33	0,09	0,06	0,41	0,21	-0,30	0,01	-0,20	-0,14	0,14	0,20	-0,40	0,24	0,50	0,01	-0,08	0,46	-0,13	-0,18	0	-0,63	-0,84
1988	-0,37	0,07	-0,11	0,30	0,35	-0,15	-0,17	-0,15	0,18	0,04	-0,03	-0,11	-0,04	0,14	0,35	0,26	0,39	-0,06	-0,22	0	0,35	-0,57
1989	-0,26	0,14	0,03	0,41	0,32	0,38	-0,48	0,43	0,02	0,03	-0,11	0,13	0,35	0,49	0,22	0,58	1,15	-0,09	-0,14	0,28	-0,54	0,12
1990	-0,16	-0,23	-0,15	-0,02	-0,22	-0,15	-0,20	0,25	-0,61	-0,07	0,06	-0,07	0,03	-0,22	0,41	-0,37	-0,08	0,00	-0,02	-0,10	-0,26	-0,21
1991	-0,14	-0,31	-0,53	-0,01	-0,19	-0,33	-0,18	0,11	-0,55	-0,05	-0,05	-0,22	-0,24	-0,16	-0,14	-0,34	0,15	-0,07	-0,08	-0,15	0,73	-0,47
1992	-0,08	-0,23	-0,46	-0,16	-0,20	-0,11	-0,27	-0,17	-0,68	-0,30	-0,09	-0,23	-0,16	-0,17	-0,04	-0,27	0,07	0,00	-0,21	0,14	0,15	-0,04
1993	-0,08	-0,17	-0,25	0,00	-0,18	-0,22	0,06	0,65	-0,62	-0,05	-0,37	-0,44	-0,20	-0,01	-0,44	-0,06	-0,37	0,41	-0,06	0,09	0,13	-0,09
1994	0,01	0,01	0,02	0,19	-0,07	0,09	0,02	0,18	0,01	-0,08	-0,17	-0,06	0,05	-0,14	-0,19	0,22	0,02	0,19	0,23	0,23	0,46	0,46
1995	-0,02	-0,01	-0,48	-0,18	-0,09	-0,01	-0,05	0,05	-0,19	-0,14	-0,06	-0,05	0,24	-0,28	-0,41	0,04	-0,08	0,08	0,30	0,10	-0,27	0,25
1996	-0,17	0,00	-0,02	-0,17	-0,09	0,01	-0,13	-0,06	-0,12	-0,12	0,09	0,35	0,23	-0,24	-0,67	0,20	0,03	0,10	0,27	-0,22	-0,16	0,49
1997	0,01	-0,07	0,09	-0,19	-0,10	-0,04	-0,12	-0,18	0,02	-0,15	-0,01	0,27	-0,01	-0,23	-0,61	-0,05	-0,20	-0,07	0,01	-0,18	-0,10	0,22
1998	0,16	-0,01	0,09	-0,14	-0,28	-0,04	-0,07	-0,16	-0,03	-0,16	-0,06	-0,09	-0,44	-0,24	-0,31	0,09	-0,04	-0,02	-0,17	-0,07	0,05	-0,09
1999	0,03	-0,01	0,12	-0,13	-0,29	0,05	-0,15	-0,10	0,19	0,00	-0,14	0,06	-0,13	0,01	-0,17	-0,04	-0,57	-0,05	0,04	0,07	-0,23	0,12
2000	-0,10	-0,07	0,08	-0,17	-0,10	0,14	0,03	-0,12	0,45	-0,05	-0,01	0,09	-0,01	-0,07	-0,18	0,16	-0,84	-0,19	0,09	-0,14	0,04	0,09
2001	0,37	0,13	0,04	-0,32	-0,15	0,12	0,09	-0,06	0,32	0,12	0,01	0,13	0,00	-0,18	-0,17	-0,42	-1,01	-0,18	0,06	-0,04	-0,02	0,33
2002	0,55	0,16	0,28	-0,19	0,11	0,17	0,46	0,02	0,60	0,15	0,16	0,18	-0,10	-0,02	0,67	-0,52	0,13	-0,02	-0,08	-0,04	0,38	0,44
2003	0,64	0,24	0,35	-0,11	0,18	0,25	0,51	0,08	0,63	0,20	0,20	0,25	-0,01	0,03	0,74	-0,43	0,17	0,06	-0,01	-0,01	0,47	0,42
2004	0,70	0,29	0,40	-0,05	0,23	0,30	0,57	0,12	0,67	0,26	0,26	0,31	0,05	0,05	0,80	-0,38	0,23	0,11	0,04	0,05	0,54	0,48

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 11B – Período de defasagem ótimo pelos critérios de Akaike e Schwarz, teste F e P-valor do teste

Período de defasagem	Akaike	Schwarz	Teste F	P-valor
1	-0,11	-0,02	18,81	0,00
2	-0,10	0,07	9,71	0,00
3	-0,07	0,17	6,59	0,00
4	-0,06	0,25	5,37	0,00
5	-0,08	0,32	4,97	0,00
6	-0,07	0,41	4,40	0,00

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 12B – Teste de causalidade de Granger entre infra-estrutura e PTF nos estados selecionados com período de defasagem de 1 ano, estatística F e P-valor

Sentido de causalidade	Estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
Rodovia não causa PTF	Amazonas	1	0,00	0,95
PTF não causa Rodovia	Amazonas	1	1,50	0,24
Energia não causa PTF	Amazonas	1	0,33	0,57
PTF não causa Energia	Amazonas	1	3,63	0,07
Telecomunicação não causa PTF	Amazonas	1	3,90	0,06
PTF não causa Telecomunicação	Amazonas	1	0,83	0,38
Armazenagem não causa PTF	Amazonas	1	1,97	0,18
PTF não causa Armazenagem	Amazonas	1	0,26	0,62
Irrigação não causa PTF	Amazonas	1	3,61	0,08
PTF não causa Irrigação	Amazonas	1	0,01	0,92
Pesquisa não causa PTF	Amazonas	1	5,61	0,03
PTF não causa Pesquisa	Amazonas	1	5,35	0,03
Rodovia não causa PTF	Amapá	1	1,32	0,26
PTF não causa Rodovia	Amapá	1	0,75	0,40
Energia não causa PTF	Amapá	1	3,26	0,09
PTF não causa Energia	Amapá	1	1,58	0,23
Telecomunicação não causa PTF	Amapá	1	2,63	0,12
PTF não causa Telecomunicação	Amapá	1	0,48	0,50
Armazenagem não causa PTF	Amapá	1	2,90	0,11
PTF não causa Armazenagem	Amapá	1	0,20	0,66
Irrigação não causa PTF	Amapá	1	1,40	0,25
PTF não causa Irrigação	Amapá	1	3,72	0,07
Pesquisa não causa PTF	Amapá	1	1,67	0,21
PTF não causa Pesquisa	Amapá	1	0,94	0,35
Rodovia não causa PTF	Bahia	1	1,26	0,28
PTF não causa Rodovia	Bahia	1	3,54	0,08
Energia não causa PTF	Bahia	1	0,04	0,85
PTF não causa Energia	Bahia	1	9,69	0,01
Telecomunicação não causa PTF	Bahia	1	1,81	0,20
PTF não causa Telecomunicação	Bahia	1	0,08	0,78
Armazenagem não causa PTF	Bahia	1	0,48	0,50
PTF não causa Armazenagem	Bahia	1	0,95	0,35
Irrigação não causa PTF	Bahia	1	1,82	0,20
PTF não causa Irrigação	Bahia	1	0,51	0,48
Pesquisa não causa PTF	Bahia	1	0,84	0,37
PTF não causa Pesquisa	Bahia	1	1,25	0,28
Rodovia não causa PTF	Distrito Federal	1	1,32	0,27
PTF não causa Rodovia	Distrito Federal	1	0,75	0,40
Energia não causa PTF	Distrito Federal	1	3,26	0,09
PTF não causa Energia	Distrito Federal	1	1,58	0,23
Telecomunicação não causa PTF	Distrito Federal	1	2,63	0,12
PTF não causa Telecomunicação	Distrito Federal	1	0,48	0,50
Armazenagem não causa PTF	Distrito Federal	1	2,90	0,11
PTF não causa Armazenagem	Distrito Federal	1	0,20	0,66
Irrigação não causa PTF	Distrito Federal	1	1,40	0,25
PTF não causa Irrigação	Distrito Federal	1	3,72	0,07
Pesquisa não causa PTF	Distrito Federal	1	1,72	0,21

Tabela 12B, Continuação

Sentido de causalidade	Estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
PTF não causa Pesquisa	Distrito Federal	1	1,20	0,29
Rodovia não causa PTF	Espírito Santo	1	0,54	0,47
PTF não causa Rodovia	Espírito Santo	1	0,71	0,41
Energia não causa PTF	Espírito Santo	1	0,22	0,67
PTF não causa Energia	Espírito Santo	1	NA	NA
Telecomunicação não causa PTF	Espírito Santo	1	0,10	0,76
PTF não causa Telecomunicação	Espírito Santo	1	1,61	0,22
Armazenagem não causa PTF	Espírito Santo	1	0,53	0,47
PTF não causa Armazenagem	Espírito Santo	1	0,02	0,89
Irrigação não causa PTF	Espírito Santo	1	3,24	0,09
PTF não causa Irrigação	Espírito Santo	1	0,09	0,76
Pesquisa não causa PTF	Espírito Santo	1	3,81	0,07
PTF não causa Pesquisa	Espírito Santo	1	2,32	0,15
Rodovia não causa PTF	Goiás	1	0,31	0,59
PTF não causa Rodovia	Goiás	1	1,70	0,21
Energia não causa PTF	Goiás	1	4,16	0,06
PTF não causa Energia	Goiás	1	2,28	0,15
Telecomunicação não causa PTF	Goiás	1	8,80	0,01
PTF não causa Telecomunicação	Goiás	1	0,06	0,80
Armazenagem não causa PTF	Goiás	1	1,02	0,33
PTF não causa Armazenagem	Goiás	1	0,00	0,99
Irrigação não causa PTF	Goiás	1	4,85	0,04
PTF não causa Irrigação	Goiás	1	0,55	0,47
Pesquisa não causa PTF	Goiás	1	1,87	0,19
PTF não causa Pesquisa	Goiás	1	0,27	0,61
Rodovia não causa PTF	Maranhão	1	3,28	0,09
PTF não causa Rodovia	Maranhão	1	6,46	0,02
Energia não causa PTF	Maranhão	1	0,32	0,58
PTF não causa Energia	Maranhão	1	1,84	0,19
Telecomunicação não causa PTF	Maranhão	1	5,45	0,03
PTF não causa Telecomunicação	Maranhão	1	0,21	0,65
Armazenagem não causa PTF	Maranhão	1	0,36	0,56
PTF não causa Armazenagem	Maranhão	1	0,63	0,44
Irrigação não causa PTF	Maranhão	1	3,20	0,09
PTF não causa Irrigação	Maranhão	1	0,53	0,48
Pesquisa não causa PTF	Maranhão	1	2,60	0,13
PTF não causa Pesquisa	Maranhão	1	0,41	0,53
Rodovia não causa PTF	Minas Gerais	1	0,20	0,66
PTF não causa Rodovia	Minas Gerais	1	0,58	0,46
Energia não causa PTF	Minas Gerais	1	0,00	0,99
PTF não causa Energia	Minas Gerais	1	2,24	0,15
Telecomunicação não causa PTF	Minas Gerais	1	0,51	0,48
PTF não causa Telecomunicação	Minas Gerais	1	0,64	0,43
Armazenagem não causa PTF	Minas Gerais	1	16,56	0,00
PTF não causa Armazenagem	Minas Gerais	1	0,00	0,98
Irrigação não causa PTF	Minas Gerais	1	3,06	0,10
PTF não causa Irrigação	Minas Gerais	1	0,13	0,73
Pesquisa não causa PTF	Minas Gerais	1	5,66	0,03
PTF não causa Pesquisa	Minas Gerais	1	2,19	0,16
Rodovia não causa PTF	Mato Grosso do Sul	1	1,01	0,33

Tabela 12B, Continuação

Sentido de causalidade	Estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
PTF não causa Rodovia	Mato Grosso do Sul	1	1,75	0,20
Energia não causa PTF	Mato Grosso do Sul	1	1,24	0,28
PTF não causa Energia	Mato Grosso do Sul	1	1,83	0,19
Telecomunicação não causa PTF	Mato Grosso do Sul	1	2,85	0,11
PTF não causa Telecomunicação	Mato Grosso do Sul	1	2,24	0,15
Armazenagem não causa PTF	Mato Grosso do Sul	1	0,42	0,53
PTF não causa Armazenagem	Mato Grosso do Sul	1	0,53	0,48
Irrigação não causa PTF	Mato Grosso do Sul	1	0,87	0,36
PTF não causa Irrigação	Mato Grosso do Sul	1	0,05	0,82
Pesquisa não causa PTF	Mato Grosso do Sul	1	0,41	0,53
PTF não causa Pesquisa	Mato Grosso do Sul	1	0,14	0,71
Rodovia não causa PTF	Mato Grosso	1	0,37	0,55
PTF não causa Rodovia	Mato Grosso	1	4,15	0,06
Energia não causa PTF	Mato Grosso	1	1,66	0,22
PTF não causa Energia	Mato Grosso	1	2,66	0,12
Telecomunicação não causa PTF	Mato Grosso	1	5,08	0,04
PTF não causa Telecomunicação	Mato Grosso	1	0,00	0,98
Armazenagem não causa PTF	Mato Grosso	1	2,34	0,14
PTF não causa Armazenagem	Mato Grosso	1	0,69	0,42
Irrigação não causa PTF	Mato Grosso	1	0,00	0,93
PTF não causa Irrigação	Mato Grosso	1	7,70	0,01
Pesquisa não causa PTF	Mato Grosso	1	1,65	0,22
PTF não causa Pesquisa	Mato Grosso	1	0,50	0,49
Rodovia não causa PTF	Pará	1	0,00	0,96
PTF não causa Rodovia	Pará	1	0,00	0,98
Energia não causa PTF	Pará	1	0,16	0,69
PTF não causa Energia	Pará	1	0,00	0,99
Telecomunicação não causa PTF	Pará	1	0,11	0,75
PTF não causa Telecomunicação	Pará	1	0,00	0,95
Armazenagem não causa PTF	Pará	1	3,81	0,07
PTF não causa Armazenagem	Pará	1	0,02	0,89
Irrigação não causa PTF	Pará	1	0,02	0,88
PTF não causa Irrigação	Pará	1	3,64	0,07
Pesquisa não causa PTF	Pará	1	0,12	0,74
PTF não causa Pesquisa	Pará	1	0,74	0,40
Rodovia não causa PTF	Paraíba	1	0,01	0,94
PTF não causa Rodovia	Paraíba	1	0,05	0,83
Energia não causa PTF	Paraíba	1	0,66	0,43
PTF não causa Energia	Paraíba	1	0,30	0,59
Telecomunicação não causa PTF	Paraíba	1	0,18	0,68
PTF não causa Telecomunicação	Paraíba	1	0,13	0,73
Armazenagem não causa PTF	Paraíba	1	0,01	0,91
PTF não causa Armazenagem	Paraíba	1	9,93	0,01
Irrigação não causa PTF	Paraíba	1	0,23	0,63
PTF não causa Irrigação	Paraíba	1	0,25	0,63
Pesquisa não causa PTF	Paraíba	1	1,08	0,31
PTF não causa Pesquisa	Paraíba	1	0,08	0,78
Rodovia não causa PTF	Pernambuco	1	0,15	0,70
PTF não causa Rodovia	Pernambuco	1	6,49	0,02
Energia não causa PTF	Pernambuco	1	0,05	0,82



Tabela 12B, Continuação

Sentido de causalidade	Estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
PTF não causa Energia	Pernambuco	1	0,42	0,53
Telecomunicação não causa PTF	Pernambuco	1	3,88	0,07
PTF não causa Telecomunicação	Pernambuco	1	0,36	0,56
Armazenagem não causa PTF	Pernambuco	1	2,33	0,15
PTF não causa Armazenagem	Pernambuco	1	0,17	0,68
Irrigação não causa PTF	Pernambuco	1	0,97	0,34
PTF não causa Irrigação	Pernambuco	1	0,10	0,75
Pesquisa não causa PTF	Pernambuco	1	0,01	0,93
PTF não causa Pesquisa	Pernambuco	1	13,96	0,00
Rodovia não causa PTF	Piauí	1	0,64	0,43
PTF não causa Rodovia	Piauí	1	0,05	0,83
Energia não causa PTF	Piauí	1	0,01	0,92
PTF não causa Energia	Piauí	1	0,29	0,60
Telecomunicação não causa PTF	Piauí	1	0,36	0,56
PTF não causa Telecomunicação	Piauí	1	0,33	0,58
Armazenagem não causa PTF	Piauí	1	0,29	0,60
PTF não causa Armazenagem	Piauí	1	0,78	0,39
Irrigação não causa PTF	Piauí	1	1,66	0,22
PTF não causa Irrigação	Piauí	1	0,07	0,80
Pesquisa não causa PTF	Piauí	1	1,13	0,30
PTF não causa Pesquisa	Piauí	1	1,05	0,32
Rodovia não causa PTF	Paraná	1	0,21	0,65
PTF não causa Rodovia	Paraná	1	2,65	0,12
Energia não causa PTF	Paraná	1	4,49	0,05
PTF não causa Energia	Paraná	1	0,01	0,92
Telecomunicação não causa PTF	Paraná	1	6,71	0,02
PTF não causa Telecomunicação	Paraná	1	0,03	0,87
Armazenagem não causa PTF	Paraná	1	0,20	0,66
PTF não causa Armazenagem	Paraná	1	5,73	0,03
Irrigação não causa PTF	Paraná	1	3,54	0,08
PTF não causa Irrigação	Paraná	1	0,00	0,98
Pesquisa não causa PTF	Paraná	1	0,83	0,38
PTF não causa Pesquisa	Paraná	1	1,61	0,22
Rodovia não causa PTF	Rio Grande do Norte	1	0,25	0,63
PTF não causa Rodovia	Rio Grande do Norte	1	0,06	0,80
Energia não causa PTF	Rio Grande do Norte	1	0,66	0,43
PTF não causa Energia	Rio Grande do Norte	1	3,15	0,09
Telecomunicação não causa PTF	Rio Grande do Norte	1	0,12	0,73
PTF não causa Telecomunicação	Rio Grande do Norte	1	0,03	0,87
Armazenagem não causa PTF	Rio Grande do Norte		1,63	0,22
PTF não causa Armazenagem	Rio Grande do Norte	1	5,41	0,03
Irrigação não causa PTF	Rio Grande do Norte	1	0,09	0,77
PTF não causa Irrigação	Rio Grande do Norte	1	0,33	0,57
Pesquisa não causa PTF	Rio Grande do Norte	1	0,96	0,34
PTF não causa Pesquisa	Rio Grande do Norte	1	0,10	0,75
Rodovia não causa PTF	Rondônia	1	0,22	0,65
PTF não causa Rodovia	Rondônia	1	0,01	0,94
Energia não causa PTF	Rondônia	1	1,46	0,24
PTF não causa Energia	Rondônia	1	1,83	0,20
Telecomunicação não causa PTF	Rondônia	1	4,55	0,05

Tabela 12B, Continuação

Sentido de causalidade	Estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
PTF não causa Telecomunicação	Rondônia	1	0,13	0,72
Armazenagem não causa PTF	Rondônia	1	0,50	0,49
PTF não causa Armazenagem	Rondônia	1	1,95	0,18
Irrigação não causa PTF	Rondônia	1	4,39	0,05
PTF não causa Irrigação	Rondônia	1	3,03	0,10
Pesquisa não causa PTF	Rondônia	1	1,50	0,24
PTF não causa Pesquisa	Rondônia	1	0,17	0,68
Rodovia não causa PTF	Rio Grande do Sul	1	0,95	0,34
PTF não causa Rodovia	Rio Grande do Sul	1	3,69	0,07
Energia não causa PTF	Rio Grande do Sul	1	2,91	0,11
PTF não causa Energia	Rio Grande do Sul	1	1,39	0,26
Telecomunicação não causa PTF	Rio Grande do Sul	1	3,18	0,09
PTF não causa Telecomunicação	Rio Grande do Sul	1	1,92	0,18
Armazenagem não causa PTF	Rio Grande do Sul	1	0,47	0,50
PTF não causa Armazenagem	Rio Grande do Sul	1	0,08	0,78
Irrigação não causa PTF	Rio Grande do Sul	1	1,06	0,32
PTF não causa Irrigação	Rio Grande do Sul	1	1,28	0,27
Pesquisa não causa PTF	Rio Grande do Sul	1	3,05	0,10
PTF não causa Pesquisa	Rio Grande do Sul	1	0,15	0,70
Rodovia não causa PTF	Santa Catarina	1	0,34	0,56
PTF não causa Rodovia	Santa Catarina	1	9,50	0,01
Energia não causa PTF	Santa Catarina	1	4,55	0,05
PTF não causa Energia	Santa Catarina	1	1,25	0,28
Telecomunicação não causa PTF	Santa Catarina	1	9,47	0,01
PTF não causa Telecomunicação	Santa Catarina	1	0,00	0,98
Armazenagem não causa PTF	Santa Catarina	1	1,27	0,28
PTF não causa Armazenagem	Santa Catarina	1	0,04	0,85
Irrigação não causa PTF	Santa Catarina	1	5,94	0,03
PTF não causa Irrigação	Santa Catarina	1	0,07	0,79
Pesquisa não causa PTF	Santa Catarina	1	3,31	0,09
PTF não causa Pesquisa	Santa Catarina	1	0,00	0,97
Rodovia não causa PTF	Sergipe	1	0,22	0,64
PTF não causa Rodovia	Sergipe	1	1,57	0,23
Energia não causa PTF	Sergipe	1	0,97	0,34
PTF não causa Energia	Sergipe	1	0,38	0,55
Telecomunicação não causa PTF	Sergipe	1	0,05	0,83
PTF não causa Telecomunicação	Sergipe	1	0,03	0,87
Armazenagem não causa PTF	Sergipe	1	0,29	0,59
PTF não causa Armazenagem	Sergipe	1	5,40	0,03
Irrigação não causa PTF	Sergipe	1	0,34	0,56
PTF não causa Irrigação	Sergipe	1	0,34	0,57
Pesquisa não causa PTF	Sergipe	1	0,00	0,97
PTF não causa Pesquisa	Sergipe	1	3,80	0,07
Rodovia não causa PTF	São Paulo	1	0,04	0,85
PTF não causa Rodovia	São Paulo	1	1,97	0,18
Energia não causa PTF	São Paulo	1	2,95	0,10
PTF não causa Energia	São Paulo	1	0,13	0,72
Telecomunicação não causa PTF	São Paulo	1	15,38	0,00
PTF não causa Telecomunicação	São Paulo	1	0,23	0,64
Armazenagem não causa PTF	São Paulo	1	0,32	0,58

Tabela 12B, Continuação

Sentido de causalidade	Estado	Período de defasagem	Teste F	P-valor
PTF não causa Armazenagem	São Paulo	1	0,71	0,41
Irrigação não causa PTF	São Paulo	1	13,88	0,00
PTF não causa Irrigação	São Paulo	1	21,95	0,00
Pesquisa não causa PTF	São Paulo	1	0,67	0,43
PTF não causa Pesquisa	São Paulo	1	0,05	0,83
Rodovia não causa PTF	Tocantins	1	6,54	0,02
PTF não causa Rodovia	Tocantins	1	0,88	0,36
Energia não causa PTF	Tocantins	1	5,28	0,03
PTF não causa Energia	Tocantins	1	0,34	0,57
Telecomunicação não causa PTF	Tocantins	1	1,60	0,22
PTF não causa Telecomunicação	Tocantins	1	1,23	0,28
Armazenagem não causa PTF	Tocantins	1	0,94	0,34
PTF não causa Armazenagem	Tocantins	1	0,21	0,65
Irrigação não causa PTF	Tocantins	1	1,71	0,21
PTF não causa Irrigação	Tocantins	1	4,12	0,06
Pesquisa não causa PTF	Tocantins	1	6,96	0,02
PTF não causa Pesquisa	Tocantins	1	3,53	0,08

Fonte: Resultados da pesquisa.

Tabela 13B – Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes	Estatística t
Constante	-8.08***	-3.95
Rodovia (1)	0.65**	2.31
Energia elétrica (2)	0.15*	1.77
Telecomunicações (1)	0.25*	1.72
Irrigação	0.17*	1.66
Pesquisa	0.31*	1.68
Armazenagem	-0.47***	-2.86
DPR	-0.21NS	-0.62
DC	0.17NS	0.52
DR <sub>1</sub>	-0.84**	-2.19
DR <sub>2</sub>	0.31NS	0.74
DR <sub>3</sub>	0.00NS	-0.00
DR <sub>4</sub>	-1.42***	-3.38
Teste estat. J (Pvalor)	0,02	

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Instrumentos: PTF; Log (Rod(-1)); log (Tele(-1)); log (Irrig(-1)); Rod (-1); Log (Pesq(-2)); log (Arm(-2)); DC; DPR; DR<sub>1</sub>; DR<sub>2</sub>; DR<sub>3</sub>; DR<sub>4</sub>; Energ (-1); Arm (1); Pesq; Tele(1); Pesq (-1); Irrig; Irrig (1); Pesq (-2); Log (Tele(-2)); Arm (-1); Irrig (-3); Pesq (3).

Tabela 14B – Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes	Estatística t
Constante	-7.98***	-3.92
Rodovia (1)	0.60**	2.22
Energia elétrica (2)	0.10NS	1.14
Telecomunicações (1)	0.27*	1.73
Irrigação	0.17*	1.68
Pesquisa	0.35*	1.92
Armazenagem	-0.46***	-3.07
DPR	-0.23NS	-0.66
DC	0.12NS	0.38
DR <sub>1</sub>	-0.69*	-1.75
DR <sub>2</sub>	0.29NS	0.68
DR <sub>3</sub>	0.06NS	0.12
DR <sub>4</sub>	-1.27***	-3.03
Teste estat. J (Pvalor)	0,00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Instrumentos: PTF; Log (Rod(-1)); log (Tele(-1)); log (Irrig(-1)); Rod (-1); Log (Pesq(-2)); log (Arm(-2)); DC; DPR; DR<sub>1</sub>; DR<sub>2</sub>; DR<sub>3</sub>; DR<sub>4</sub>; Energ (-1); Arm (1); Pesq; Tele(1); Pesq (-1); Irrig; Irrig (1); Pesq (-2); Log (Tele(-2)).

Tabela 15B – Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes	Estatística t
Constante	-8.14***	-3.92
Rodovia (1)	0.64**	2.29
Energia elétrica (2)	0.14NS	1.35
Telecomunicações (1)	0.26NS	1.59
Irrigação	0.19*	1.76
Pesquisa	0.33*	1.74
Armazenagem	-0.47***	-3.05
DPR	-0.28NS	-0.80
DC	0.22NS	0.66
DR <sub>1</sub>	-0.74*	-1.76
DR <sub>2</sub>	0.41NS	0.93
DR <sub>3</sub>	0.09NS	0.18
DR <sub>4</sub>	-1.33***	-2.97
Teste estat. J (Pvalor)	0,00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Instrumentos: PTF; Log (Rod(-1)); log (Tele(-1)); log (Irrig(-1)); Rod (-1); Log (Pesq(-2)); log (Arm(-2)); DC; DPR; DR<sub>1</sub>; DR<sub>2</sub>; DR<sub>3</sub>; DR<sub>4</sub>; Energ (-1); Arm (1); Pesq; Tele(1); Pesq (-1); Irrig; Irrig (1); Pesq (-2).

Tabela 16B – Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes	Estatística t
Constante	-7.47***	-3.44
Rodovia (1)	0.73***	2.72
Energia elétrica (2)	0.14NS	1.27
Telecomunicações (1)	0.19NS	1.08
Irrigação	0.26**	2.13
Pesquisa	0.33*	1.71
Armazenagem	-0.50***	-3.38
DPR	-0.32NS	-0.91
DC	0.19NS	0.56
DR <sub>1</sub>	-0.38NS	-0.78
DR <sub>2</sub>	0.67NS	1.30
DR <sub>3</sub>	0.25NS	0.46
DR <sub>4</sub>	-1.22***	-2.63
Teste estat. J (Pvalor)	0,00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Instrumentos: PTF; Log (Rod(-1)); log (Tele(-1)); log (Irrig(-1)); Rod (-1); Log (Pesq(-2)); log (Arm(-2)); DC; DPR; DR<sub>1</sub>; DR<sub>2</sub>; DR<sub>3</sub>; DR<sub>4</sub>; Energ (-1); Arm (1); Pesq; Tele(1); Pesq (-1); Irrig; Irrig (1).

Tabela 17B – Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes	Estatística t
Constante	-9.57***	-3.74
Rodovia (1)	0.77***	2.63
Energia elétrica (2)	0.16NS	1.34
Telecomunicações (1)	0.42**	2.08
Irrigação	0.20NS	1.29
Pesquisa	0.15NS	0.71
Armazenagem	-0.55***	-3.48
DPR	-0.38NS	-1.07
DC	0.01NS	0.03
DR <sub>1</sub>	-0.85NS	-1.57
DR <sub>2</sub>	0.74NS	1.39
DR <sub>3</sub>	-0.26NS	-0.41
DR <sub>4</sub>	-1.56***	-3.04
Teste estat. J (Pvalor)	0,00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Instrumentos: PTF; Log (Rod(-1)); log (Tele(-1)); log (Irrig(-1)); Rod (-1); Log (Pesq(-2)); log (Arm(-2)); DC; DPR; DR<sub>1</sub>; DR<sub>2</sub>; DR<sub>3</sub>; DR<sub>4</sub>; Energ (-1); Arm (1); Pesq; Tele(1).



Tabela 18B – Efeito dos investimentos em infra-estrutura na PTF pelo método GMM com os instrumentos selecionados – Brasil, 1985-2004 (em logaritmo)

Tipo de infra-estrutura	Coefficientes	Estatística t
Constante	-8.50***	-2.98
Rodovia (1)	0.91***	2.80
Energia elétrica (2)	0.06NS	0.50
Telecomunicações (1)	0.03NS	0.13
Irrigação	0.06NS	0.41
Pesquisa	0.83**	2.24
Armazenagem	-0.67***	-3.50
DPR	0.24NS	0.54
DC	0.29NS	0.65
DR <sub>1</sub>	-0.86NS	-1.55
DR <sub>2</sub>	0.48NS	0.78
DR <sub>3</sub>	-0.91NS	-1.12
DR <sub>4</sub>	-2.05***	-2.96
Teste estat. J (Pvalor)	0,00	

Fonte: Resultados da pesquisa.

\*\*\* Significativo a 1% ;\*\* Significativo a 5% ;\* Significativo a 10%; NS: não-significativo.

Instrumentos: PTF; Log (Rod(-1)); log (Tele(-1)); log (Irrig(-1)); Rod (-1); Log (Pesq(-2)); log (Arm(-2)); DC; DPR; DR<sub>1</sub>; DR<sub>2</sub>; DR<sub>3</sub>; DR<sub>4</sub>; Energ (-1); Arm (1).

Tabela 19B – Extensão da rede rodoviária federal em tráfego e pavimentada – Brasil, 1985-2004, em quilômetros

	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RO	713	733	732	732	962	962	1.116	1.116	1.168	1.168	1.234	732	1.254	1.254	1.254	1.254	1.254	1.254	1.261	1.357
AC	201	199	194	194	199	199	322	322	298	298	292	199	457	1.157	441	441	441	490	458	1.234
AM	854	854	854	854	854	855	857	857	857	857	857	854	498	498	534	534	335	262	265	1.752
RR	40	57	57	57	64	64	64	64	211	211	350	357	688	688	828	820	820	1.048	917	1.606
PA	637	640	638	638	638	845	846	846	846	846	846	638	845	1.185	1.185	1.189	1.137	1.723	1.630	1.783
AP	82	143	143	143	143	143	143	143	192	192	161	143	160	160	160	160	160	324	243	680
TO				752	780	859	834	834	834	834	830	830	808	971	972	1.087	1.048	1.361	1.273	2.458
MA	1.807	1.949	2.040	2.044	2.115	2.124	2.175	2.175	2.175	2.175	2.182	1.949	2.374	2.921	2.922	3.145	3.145	3.683	3.257	4.612
PI	2.002	2.002	1.978	1.978	1.982	2.387	2.389	2.389	2.395	2.395	2.464	2.002	2.139	2.191	2.191	2.191	2.145	2.145	2.146	4.871
CE	1.788	1.804	1.820	1.820	1.867	2.469	2.489	2.489	2.492	2.492	2.529	1.803	2.066	2.066	2.066	2.066	2.066	2.747	2.120	3.573
RN	1.073	1.139	1.149	1.152	1.269	1.345	1.342	1.342	1.357	1.357	1.359	1.139	1.307	1.358	1.359	1.358	1.398	1.537	1.397	1.863
PB	1.064	1.159	1.159	1.192	1.190	1.410	1.430	1.430	1.461	1.461	1.456	1.160	1.221	1.221	1.221	1.221	1.215	1.432	1.215	1.727
PE	2.353	2.390	2.450	2.490	2.466	2.513	2.522	2.522	2.520	2.520	2.523	2.394	2.476	2.475	2.476	2.476	2.476	2.427	2.476	2.935
AL	681	682	699	735	735	757	748	748	747	747	744	699	723	723	723	722	723	748	723	963
SE	323	312	320	321	321	321	319	319	319	319	319	320	319	319	319	319	314	318	314	349
BA	3.804	3.718	3.891	4.127	4.127	5.175	5.250	5.250	5.363	5.363	5.431	3.717	4.242	4.236	4.237	4.236	4.237	4.544	4.237	11.917
MG	8.287	8.286	8.439	8.969	9.025	10.963	10.967	10.967	11.115	11.115	11.142	8.287	9.581	9.980	9.982	9.860	9.929	12.376	9.988	18.215
ES	713	713	713	713	713	1.006	1.016	1.016	1.053	1.053	1.060	713	767	767	765	765	874	1.043	934	1.600
RJ	1.509	1.544	1.578	1.578	1.578	2.010	2.011	2.011	2.008	2.008	2.007	1.544	1.582	1.582	1.582	1.582	1.582	1.701	1.582	2.458
SP	1.164	1.085	1.100	1.110	1.110	5.358	5.358	5.359	5.361	5.361	5.360	1.085	1.146	1.146	1.146	1.146	1.146	3.394	1.146	6.169
PR	2.837	2.848	2.937	2.946	3.064	4.268	4.297	4.297	4.396	4.396	4.400	2.848	3.142	3.264	3.264	3.164	3.164	4.491	3.164	6.692
SC	1.899	1.929	1.995	1.994	2.016	2.569	2.594	2.594	2.634	2.634	2.633	1.929	2.108	2.111	2.111	2.111	2.111	2.795	2.119	3.495
RS	4.907	4.974	4.980	4.990	4.990	5.576	5.631	5.631	5.631	5.631	5.653	4.974	4.987	5.002	5.001	5.001	5.011	6.903	5.310	9.365
MS	2.253	2.625	2.502	2.502	2.514	2.956	2.895	2.895	2.895	2.895	3.066	2.253	3.182	3.307	3.308	3.302	3.302	3.751	3.355	4.867
MT	1.976	2.253	2.612	2.612	2.612	2.678	2.703	2.703	2.703	2.703	2.671	2.626	2.626	2.711	2.711	2.711	2.807	3.483	2.901	6.880
GO	3.320	3.377	3.395	2.691	2.663	3.654	3.654	3.654	3.853	3.853	3.855	3.377	2.610	2.946	2.946	2.946	2.955	4.418	3.070	6.588
DF	163	161	165	165	165	317	302	302	314	314	316	161	162	206	206	206	206	287	242	473

Fonte: Anuário Estatístico do IBGE e do DNIT (vários anos).

\* Excluindo Fernando de Noronha.

A partir de 1988, com a criação do estado de Tocantins, Goiás reduz a participação na área federal pavimentada.

Tabela 20B – Capacidade nominal total instalada de geração de energia elétrica (hidráulica e térmica) por estado – Brasil, 1985-2004, em MW

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RO	189	197	203	259	237	336	275	273	273	320	363	396	422	422	423	486	486	717	911	918
AC	64	64	69	78	78	79	78	78	80	99	118	126	122	127	127	127	127	200	200	200
AM	440	445	495	506	455	694	690	694	694	715	715	702	810	1.105	1.105	1.105	1.105	1.331	1.330	1.330
RR	28	37	40	45	45	75	90	85	112	114	117	115	110	110	112	112	112	144	144	144
PA	2.075	2.409	2.877	3.207	3.535	3.650	4.004	4.351	4.351	4.354	4.353	4.357	4.368	4.368	4.367	4.367	4.367	4.277	5.401	6.151
AP	62	62	63	62	63	47	46	58	114	114	114	113	158	158	158	188	188	212	211	211
TO					23	23	23	23	23	24	24	38	58	63	65	65	245	970	970	970
MA	141	141	143	143	143	127	127	127	127	127	127	126	6	6	6	6	6	10	131	131
PI	111	111	111	111	111	172	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	235	277	165	165
CE	16	16	16	16	16	4	4	4	4	4	4	5	5	5	22	22	22	616	1.050	1.050
RN	25	25	25	25	25													148	148	148
PB	17	17	16	16	16	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	49	59	59
PE	265	265	267	767	1.517	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.644	1.776	1.025	1.558
AL	504	504	504	504	504	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	440	725	3.997	3.997
SE	12	12	12	12	12	1	1	1	1	501	1.501	2.501	3.000	3.000	3.000	3.000	3.000	3.098	1.598	1.598
BA	5.634	5.634	5.637	5.658	5.758	5.512	5.507	5.405	5.405	5.405	5.405	5.397	5.397	5.397	5.397	5.397	5.417	5.951	5.318	5.829
MG	10.398	10.398	11.451	11.451	11.451	10.062	10.015	10.014	10.014	10.178	10.517	10.527	10.767	11.204	11.435	11.435	11.707	14.967	12.445	12.749
ES	329	329	328	329	329	162	162	162	162	162	162	162	155	155	183	211	211	794	831	899
RJ	2.795	2.795	2.792	2.791	2.791	2.408	2.408	2.408	2.411	2.386	2.386	2.387	2.348	2.348	2.354	3.663	4.403	3.906	3.781	5.024
SP	12.231	12.231	11.380	11.390	11.392	11.312	11.313	11.414	11.575	12.117	12.117	12.742	13.036	13.198	13.740	14.244	14.648	14.986	12.672	13.118
PR	4.638	4.638	4.629	4.629	4.632	4.450	4.450	5.080	5.710	5.712	5.712	5.723	5.862	5.804	7.214	7.214	7.214	14.115	15.268	15.285
SC	653	651	651	651	651	552	551	554	555	555	555	555	930	930	930	2.090	2.380	1.080	2.525	2.525
RS	1.561	1.561	1.887	1.887	1.887	1.737	1.737	1.737	1.735	1.735	1.735	1.753	1.750	1.772	1.851	2.451	2.616	5.414	4.339	4.406
MS	101	101	99	97	94	51	47	48	48	48	48	45	45	45	96	96	96	267	2.759	3.039
MT	79	80	84	99	101	106	119	121	126	118	122	85	91	95	395	448	786	1.180	1.985	1.985
GO	543	552	548	549	534	471	467	466	561	657	657	681	1.052	2.342	2.328	2.328	2.328	2.986	5.201	5.203
DF	73	73	72	72	72	37	37	37	37	37	37	35	35	35	35	35	35	36	36	36

Fonte: Anuário Estatístico do IBGE e da ANEEL (vários anos).

Tabela 21B – Terminais telefônicos fixos (residencial e público) em serviço – Brasil, 1985-2004, em unidades

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RO	24409	25727	33239	37004	42558	43198	43982	47811	51109	58241	65392	70188	72737	89319	161159	180469	183480	207802	220402	255921
AC	10197	11326	12448	14099	15266	17990	19076	21723	24016	27443	30086	36352	31340	38351	62429	68330	75610	87179	93169	98889
AM	65632	69133	72082	81805	90765	92812	98312	111378	116857	127989	145911	191676	151461	161944	209492	310753	379308	360516	376974	447405
RR	8179	8797	9817	11623	12391	15103	16075	16498	16953	18792	22893	27716	24192	31327	41573	46694	52114	52157	52936	65961
PA	88909	96263	102156	113101	122334	128369	135818	144916	155463	180563	219490	278306	250413	274578	409558	520492	576039	535103	555671	717368
AP	7904	9574	10567	11106	12300	13107	13648	15826	18877	23673	29844	36579	37287	42677	53217	69678	63133	58497	60824	80423
TO					11796	14407	16027	17506	20219	23645	35894	38502	47773	57043	76914	94237	125305	144984	151280	165527
MA	48940	51633	55557	64496	76278	82671	88833	93886	102000	114510	153027	172482	169923	195625	236212	304212	390762	405363	447542	515230
PI	44459	47888	50774	51956	55221	58898	61183	66452	72281	90220	110712	128359	124268	135609	181972	241165	257842	266944	266496	300463
CE	145453	149143	152994	159483	173808	191913	212553	233447	261364	299929	382223	503816	483296	574808	660469	774733	861830	814911	809334	974072
RN	43515	44635	50323	57071	61784	71167	72837	76477	87431	104336	124709	165262	156192	180956	214596	300926	382629	367592	357116	398444
PB	61826	63246	69717	79096	89579	100160	111697	118132	125573	136546	161632	206945	181661	214919	247672	295619	412242	405890	398694	432192
PE	143455	148346	152833	170626	177668	198384	210267	227366	237916	262524	285732	374712	346877	449919	589842	739456	1131985	1097740	1073041	1235266
AL	37633	39673	44384	47634	52893	59246	64447	72400	77839	87343	115520	151377	123860	145817	181674	230447	282683	275522	269278	316752
SE	35258	37820	39468	41969	48665	52570	56926	59956	65881	72384	83176	105327	87572	96104	125302	165854	222012	221287	215402	280307
BA	256295	270408	290282	308899	345570	392699	409070	430985	456364	525880	662745	820418	769563	844918	1037552	1341266	1673904	1672721	1681754	2118845
MG	705345	743962	779930	834558	887980	940519	998913	1178369	1280566	1401592	1582527	1952286	1853568	2211746	2684956	3129423	3764768	3892379	3816995	4236951
ES	104928	108822	121114	128571	144175	155905	173190	185774	202603	223693	254024	297625	273799	312251	415790	514149	712184	761127	766098	813202
RJ	1129105	1155640	1172864	1199943	1273116	1321514	1413334	1479653	1561174	1639324	1723101	1851699	1828388	2165380	2705143	3494743	4388477	4715641	4846413	5028552
SP	2751668	2866391	2976792	3132619	3239335	3385466	3649064	3885671	4187291	4609279	5161837	6148168	5824050	6654948	8539021	10921973	12930694	12853376	12720566	13473304
PR	476254	530883	546778	589168	619468	654237	672108	711102	755303	829858	968030	1095867	1067940	1247941	1556408	1849878	2243094	2528378	2657252	2577095
SC	165300	171209	187435	207173	217389	243047	269512	294636	335053	401991	468099	648249	523874	687945	860617	1049553	1283945	1460835	1536503	1595100
RS	403645	442687	465248	480286	498797	529384	555695	603251	655876	769298	818932	1024075	1076526	1485887	1678488	1925891	2311747	2614455	2730201	2729350
MS	72171	79284	82550	93597	100014	113493	124413	132738	138871	149517	174182	216062	210297	251790	323685	394112	443749	503613	519694	538836
MT	47928	53593	57370	62893	70605	80577	90252	102532	111891	126123	151618	202999	204263	248442	303914	328261	373807	469612	508558	651393
GO	133556	142962	154386	163921	179701	197878	215715	231211	218980	260097	361847	452994	521988	649031	802020	884839	1089467	1200201	1241754	1451963
DF	189369	195923	197586	211137	233084	254516	282977	312444	415080	490256	581386	690170	610910	595653	702189	749120	820269	836861	849478	884950

Fonte: Anuário Estatístico do IBGE e da ANATEL (vários anos).

Excluindo Fernando de Noronha.

Tabela 22B – Capacidade estática dos armazéns cadastrados na CONAB por estado da união – Brasil, 1985-2004, em 1.000 toneladas

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RO	72,0	98,0	126,0	128,0	145,0	163,0	163,0	175,7	178,5	178,5	193,4	194,2	189,7	189,7	189,7	198,5	197,6	155,9	168,4	343,3
AC	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	25,0	22,5	24,1	24,1	26,4	25,9	25,9	25,9	25,9	26,0	26,0	24,0	24,6	28,4
AM	113,0	113,0	115,0	115,0	115,0	118,0	118,0	34,2	46,1	46,1	45,9	42,1	46,8	46,8	16,9	14,4	12,8	17,8	18,1	45,0
RR	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	18,0	18,0	2,7	34,2	32,7	54,2	28,7	27,6	27,6	18,9	17,3	17,3	18,1	18,1	18,1
PA	263,0	264,0	277,0	285,0	306,0	337,0	337,0	127,9	133,7	146,6	315,3	289,9	287,0	285,7	278,1	272,4	275,5	275,2	273,2	271,7
AP	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0	0,0	0,0	0,0	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
TO					676,0	676,0	676,0	1298,2	1383,2	1385,7	1090,2	1161,5	1098,9	1091,1	1013,3	1003,1	1012,1	1012,6	1089,7	1352,8
MA	580,0	584,0	661,0	662,0	716,0	731,0	731,0	459,6	514,6	541,2	653,3	606,0	598,2	599,7	580,4	650,2	456,2	407,7	447,3	987,0
PI	137,0	154,0	159,0	164,0	178,0	209,0	209,0	114,9	127,0	124,9	540,5	544,1	168,1	167,4	175,2	191,4	180,8	162,3	181,8	174,4
CE	644,0	654,0	665,0	683,0	692,0	714,0	714,0	1340,0	541,0	597,3	492,3	512,4	528,0	533,3	536,2	467,9	442,9	405,3	425,5	383,8
RN	206,0	206,0	206,0	206,0	215,0	220,0	220,0	180,3	180,3	204,3	149,9	152,2	150,6	156,9	99,9	87,0	78,1	82,5	77,4	66,7
PB	193,0	201,0	201,0	225,0	225,0	225,0	227,0	44,7	48,9	65,7	147,9	142,3	136,4	138,2	87,9	76,1	77,1	69,7	60,7	64,0
PE	384,0	390,0	390,0	425,0	425,0	433,0	433,0	167,7	125,6	196,4	560,6	620,8	617,7	617,7	634,3	628,3	632,7	631,9	626,2	643,4
AL	686,0	686,0	686,0	686,0	686,0	686,0	686,0	14,2	16,6	295,6	497,4	508,5	504,9	504,9	435,5	282,9	282,9	280,9	280,9	280,9
SE	50,0	50,0	50,0	50,0	50,0	53,0	53,0	33,9	34,1	44,1	43,8	43,8	38,2	35,5	35,5	32,0	28,5	15,2	18,4	18,4
BA	905,0	982,0	1005,0	1035,0	1085,0	1096,0	1098,0	1204,5	1160,8	1418,2	1721,4	1605,5	1643,0	1863,6	2013,6	2012,3	2031,2	1856,7	1877,9	2848,8
MG	3125,0	3270,0	3604,0	3963,0	4281,0	4378,0	4427,0	3795,5	3637,2	4547,1	4543,7	4623,1	4792,3	4607,9	4492,6	4541,6	4499,4	4750,5	4676,3	6216,4
ES	470,0	478,0	478,0	478,0	513,0	528,0	528,0	107,5	101,1	327,3	617,5	595,8	603,0	877,7	877,7	818,7	822,8	797,2	843,2	880,5
RJ	717,0	728,0	753,0	753,0	765,0	778,0	778,0	300,4	291,0	344,5	318,6	325,4	331,0	305,9	224,0	222,7	222,7	222,1	222,5	222,5
SP	11559,0	11777,0	12071,0	12316,0	12071,0	12644,0	12678,0	5285,3	5283,4	10857,7	10896,5	10087,6	10026,8	10355,7	10088,4	9755,9	9677,5	9618,8	9585,3	9668,3
PR	15216,0	15454,0	15952,0	16741,0	17178,0	17711,0	17900,0	13490,7	13571,6	16529,7	18053,7	18257,2	18246,7	18205,0	17498,5	17693,1	17624,4	18648,4	18960,9	20375,8
SC	2107,0	2190,0	2280,0	2333,0	2380,0	2409,0	2416,0	2782,7	2599,1	2941,5	3367,6	3279,8	3300,4	3149,1	2987,0	3011,4	3063,2	2850,7	3185,6	3371,1
RS	14315,0	14525,0	14979,0	15360,0	15490,0	15537,0	15541,0	14867,4	17400,4	19649,7	19154,8	19037,2	18714,8	18601,3	17667,1	18134,1	18662,0	18674,8	19644,7	20140,3
MS	2217,0	2434,0	2809,0	2941,0	3103,0	3159,0	3243,0	4654,9	4761,0	5303,8	4467,0	4249,3	4369,2	4439,0	4544,8	4516,3	4757,1	4863,8	5581,4	5798,2
MT	2002,0	2506,0	3407,0	4601,0	4996,0	5334,0	5595,0	7159,9	7649,4	9103,1	10292,1	10877,1	11803,9	12026,9	12846,9	12706,1	13231,0	13433,1	14418,3	14900,7
GO	3786,0	4315,0	5826,0	6922,0	6844,0	8126,0	8172,0	10890,1	11542,9	11888,2	10520,0	10924,0	11194,0	9571,5	10126,6	9813,7	10052,2	10181,2	10345,7	11068,6
DF	131,0	137,0	144,0	178,0	196,0	196,0	196,0	155,1	161,9	184,7	223,9	276,0	271,0	297,9	299,2	288,2	291,4	277,0	305,7	306,8

Fonte: CONAB (2005).

Tabela 23B – Utilização total da terra segundo as Unidades da Federação – Brasil, 1985-2004, em mil hectares

UF	1985	1986*	1987*	1988*	1989*	1990*	1991*	1992*	1993*	1994*	1995	1996*	1997*	1998*	1999*	2000*	2001*	2002*	2003*	2004*
RO	6032,6	6271,1	6519,1	6776,9	7044,8	7323,4	7613,0	7914,0	8226,9	8552,2	8890,4	9241,9	9607,4	9987,3	10382,2	10792,7	11219,4	11663,1	12124,2	12603,7
AC	5234,8	4980,8	4739,0	4509,1	4290,2	4082,0	3883,9	3695,4	3516,1	3345,5	3183,1	3028,6	2881,6	2741,8	2608,7	2482,1	2361,7	2247,1	2138,0	2034,3
AM	5859,5	5536,3	5231,0	4942,5	4669,9	4412,3	4169,0	3939,1	3721,8	3516,5	3322,6	3139,4	2966,2	2802,6	2648,0	2502,0	2364,0	2233,6	2110,4	1994,0
RR	2149,5	2220,6	2294,1	2370,1	2448,5	2529,6	2613,3	2699,8	2789,1	2881,4	2976,8	3075,3	3177,1	3282,3	3390,9	3503,1	3619,1	3738,9	3862,6	3990,4
PA	24727,8	24497,6	24269,6	24043,7	23819,9	23598,2	23378,5	23160,9	22945,4	22731,8	22520,2	22310,6	22102,9	21897,2	21693,4	21491,4	21291,4	21093,2	20896,9	20702,4
AP	1208,0	1143,9	1083,1	1025,6	971,1	919,6	870,7	824,5	780,7	739,3	700,0	662,8	627,6	594,3	562,7	532,9	504,6	477,8	452,4	428,4
TO	17354,4	17294,6	17235,0	17175,7	17116,5	17057,5	16998,7	16940,2	16881,8	16823,7	16765,7	16707,9	16650,4	16593,0	16535,9	16478,9	16422,1	16365,5	16309,2	16253,0
MA	18548,3	17839,2	17157,2	16501,3	15870,4	15263,7	14680,1	14118,9	13579,1	13060,0	12560,7	12080,5	11618,7	11174,5	10747,3	10336,4	9941,2	9561,2	9195,6	8844,1
PI	11828,0	11590,9	11358,6	11130,9	10907,8	10689,2	10474,9	10265,0	10059,2	9857,6	9660,0	9466,4	9276,6	9090,7	8908,5	8729,9	8554,9	8383,5	8215,4	8050,8
CE	11009,1	10785,1	10565,7	10350,8	10140,2	9934,0	9731,9	9533,9	9339,9	9149,9	8963,8	8781,4	8602,8	8427,8	8256,4	8088,4	7923,9	7762,7	7604,7	7450,0
RN	4383,0	4313,3	4244,6	4177,1	4110,6	4045,2	3980,9	3917,5	3855,2	3793,9	3733,5	3674,1	3615,6	3558,1	3501,5	3445,8	3391,0	3337,0	3283,9	3231,7
PB	4872,1	4789,8	4709,0	4629,5	4551,3	4474,5	4398,9	4324,7	4251,7	4179,9	4109,3	4039,9	3971,7	3904,7	3838,7	3773,9	3710,2	3647,6	3586,0	3525,4
PE	6699,9	6578,6	6459,4	6342,4	6227,5	6114,7	6004,0	5895,3	5788,5	5683,6	5580,7	5479,6	5380,4	5282,9	5187,2	5093,3	5001,0	4910,5	4821,5	4734,2
AL	2363,8	2340,7	2317,8	2295,1	2272,6	2250,4	2228,4	2206,5	2185,0	2163,6	2142,4	2121,4	2100,7	2080,1	2059,8	2039,6	2019,6	1999,9	1980,3	1960,9
SE	1918,5	1895,7	1873,2	1851,0	1829,0	1807,3	1785,9	1764,7	1743,7	1723,0	1702,6	1682,4	1662,4	1642,7	1623,2	1603,9	1584,9	1566,1	1547,5	1529,1
BA	33431,4	32941,5	32458,7	31983,0	31514,3	31052,5	30597,4	30149,0	29707,2	29271,9	28842,9	28420,2	28003,7	27593,3	27189,0	26790,5	26397,9	26011,1	25629,9	25254,3
MG	45836,6	45307,5	44784,4	44267,4	43756,4	43251,2	42751,9	42258,4	41770,6	41288,3	40811,7	40340,6	39874,9	39414,5	38959,5	38509,8	38065,2	37625,8	37191,4	36762,1
ES	3895,4	3852,7	3810,4	3768,6	3727,3	3686,4	3646,0	3606,0	3566,5	3527,4	3488,7	3450,4	3412,6	3375,2	3338,2	3301,6	3265,4	3229,5	3194,1	3159,1
RJ	3264,2	3167,5	3073,6	2982,6	2894,2	2808,4	2725,2	2644,5	2566,1	2490,1	2416,3	2344,7	2275,2	2207,8	2142,4	2078,9	2017,3	1957,5	1899,5	1843,3
SP	20245,3	19937,5	19634,3	19335,7	19041,7	18752,2	18467,1	18186,2	17909,7	17637,4	17369,2	17105,1	16845,0	16588,9	16336,6	16088,2	15843,6	15602,7	15365,4	15131,8
PR	16698,9	16622,1	16545,7	16469,6	16393,8	16318,4	16243,4	16168,7	16094,3	16020,3	15946,6	15873,3	15800,3	15727,6	15655,3	15583,3	15511,6	15440,2	15369,2	15298,6
SC	7419,5	7334,6	7250,6	7167,7	7085,6	7004,5	6924,4	6845,1	6766,8	6689,4	6612,8	6537,1	6462,3	6388,3	6315,2	6243,0	6171,5	6100,9	6031,1	5962,0
RS	23821,7	23611,5	23403,1	23196,5	22991,8	22788,9	22587,8	22388,4	22190,9	21995,0	21800,9	21608,5	21417,8	21228,8	21041,4	20855,7	20671,7	20489,2	20308,4	20129,2
MS	31108,8	31092,2	31075,5	31058,9	31042,3	31025,7	31009,1	30992,5	30975,9	30959,4	30942,8	30926,2	30909,7	30893,2	30876,6	30860,1	30843,6	30827,1	30810,6	30794,2
MT	37835,7	38893,6	39981,0	41098,9	42248,0	43429,2	44643,5	45891,7	47174,8	48493,8	49849,7	51243,5	52676,2	54149,0	55663,0	57219,4	58819,2	60463,8	62154,3	63892,1
GO	29864,1	29615,9	29369,7	29125,6	28883,5	28643,4	28405,3	28169,2	27935,1	27702,9	27472,6	27244,2	27017,8	26793,2	26570,5	26349,7	26130,6	25913,4	25698,0	25484,4
DF	313,8	306,1	298,6	291,3	284,2	277,2	270,4	263,8	257,3	251,0	244,9	238,9	233,1	227,3	221,8	216,3	211,1	205,9	200,8	195,9

Fonte: Censo Agropecuário.

Inclui lavouras permanentes e temporárias, temporárias em descanso, pastagens naturais e plantadas, matas e florestas e produtivas não utilizadas.

\* Dados obtidos com a interpolação e extrapolação com a taxa geométrica de crescimento entre os anos de 1985 e 1995.

Tabela 24B – Área irrigada por Unidade da Federação (hectares)

UF	1985	1986*	1987*	1988*	1989*	1990*	1991*	1992*	1993*	1994*	1995	1996	1997*	1998	1999	2000*	2001	2002*	2003*	2004
RO	143,0	171,3	205,1	245,7	294,2	352,4	422,0	505,5	605,4	725,0	1040,0	1000,0	1615,0	2230,0	2410,0	3505,0	4600,0	4704,3	4810,9	4920,0
AC	52,0	66,1	84,0	106,8	135,8	172,6	219,4	278,8	354,4	450,6	728,0	600,0	630,0	660,0	680,0	680,0	680,0	696,3	712,9	730,0
AM	285,0	277,0	269,3	261,8	254,5	247,4	240,5	233,7	227,2	220,9	208,7	1200,0	1455,0	1710,0	1820,0	1820,0	1820,0	1852,7	1886,1	1920,0
RR	2240,0	2436,9	2651,2	2884,3	3137,9	3413,7	3713,9	4040,4	4395,6	4782,1	5659,9	10000,0	7740,0	5480,0	5660,0	7310,0	8960,0	9042,6	9125,9	9210,0
PA	11917,0	10970,8	10099,6	9297,7	8559,4	7879,8	7254,1	6678,1	6147,9	5659,7	4796,6	6260,0	6555,0	6850,0	6980,0	6980,0	6980,0	7142,8	7309,5	7480,0
AP	28,0	31,9	36,4	41,6	47,4	54,1	61,7	70,4	80,2	91,5	119,1	100,0	970,0	1840,0	1910,0	1910,0	1910,0	1961,9	2015,2	2070,0
TO					37755,2	40477,8	43396,7	46526,1	49881,1	53478,1	61469,0	65100,0	66495,0	67890,0	68890,0	67487,5	66085,0	68423,0	70843,7	73350,0
MA	24034,0	23228,8	22450,5	21698,3	20971,4	20268,8	19589,7	18933,4	18299,0	17685,9	16520,7	40000,0	42100,0	44200,0	45743,0	44971,5	44200,0	45507,6	46853,9	48240,0
PI	13560,0	13931,4	14313,0	14705,0	15107,8	15521,6	15946,8	16383,6	16832,3	17293,4	18253,7	18189,0	21244,5	24300,0	25600,0	24896,5	24193,0	25026,3	25888,3	26780,0
CE	67304,0	70319,4	73469,9	76761,5	80200,6	83793,8	87548,0	91470,4	95568,5	99850,2	108997,7	77033,0	79716,5	82400,0	84500,0	78556,5	72613,0	73770,1	74945,7	76140,0
RN	17588,0	17415,2	17244,2	17074,8	16907,1	16741,0	16576,6	16413,8	16252,5	16092,9	15778,3	14494,0	17137,0	19780,0	21150,0	19466,5	17783,0	17927,5	18073,2	18220,0
PB	18895,0	19276,9	19666,6	20064,1	20469,7	20883,5	21305,6	21736,3	22175,7	22623,9	23547,8	27600,0	30145,0	32690,0	32750,0	40176,0	47602,0	47932,4	48265,0	48600,0
PE	83456,0	86152,1	88935,3	91808,5	94774,4	97836,2	100996,9	104259,7	107627,9	111104,9	118399,6	85000,0	87020,0	89040,0	90980,0	91480,0	91980,0	94097,5	96263,8	98480,0
AL	27814,0	26449,3	25151,5	23917,4	22743,8	21627,9	20566,6	19557,5	18597,9	17685,3	15992,4	75000,0	78425,0	81850,0	8960,0	39521,0	70082,0	71709,9	73375,6	75080,0
SE	7121,0	7557,0	8019,7	8510,7	9031,7	9584,7	10171,5	10794,3	11455,1	12156,5	13690,6	18038,0	21939,0	25840,0	26410,0	35871,0	45332,0	46513,6	47726,0	48970,0
BA	107054,0	113801,8	120974,8	128600,0	136705,8	145322,6	154482,5	164219,7	174570,7	185574,1	209705,3	140480,0	154345,0	168210,0	176730,0	228308,5	279887,0	283974,7	288122,1	292330,0
MG	194618,0	203772,5	213357,6	223393,5	233901,5	244903,8	256423,7	268485,4	281114,4	294337,5	322679,0	260020,0	276710,0	293400,0	300956,0	307456,0	313956,0	325600,1	337676,1	350200,0
ES	49797,0	50850,6	51926,6	53025,3	54147,2	55292,9	56462,9	57657,6	58877,5	60123,3	62694,5	39500,0	52637,0	65774,0	69446,0	80348,0	91250,0	93684,5	96183,9	98750,0
RJ	71007,0	71340,4	71675,3	72011,8	72349,8	72689,5	73030,8	73373,6	73718,1	74064,2	74761,2	72000,0	74400,0	76800,0	80200,0	58116,5	36033,0	37100,1	38198,8	39330,0
SP	28414,0	295605,8	307534,2	319944,0	332854,5	346286,0	360259,5	374796,9	389920,9	405655,2	439054,1	450000,0	452500,0	455000,0	468400,0	468400,0	468400,0	478641,1	489106,2	499800,0
PR	31477,0	32638,4	33842,6	35091,3	36386,1	37728,6	39120,6	40564,1	42060,7	43612,6	46890,3	55000,0	58650,0	62300,0	69929,0	60839,5	51750,0	57836,2	64638,1	72240,0
SC	75951,0	78809,0	81774,6	84851,7	88044,7	91357,8	94795,6	98362,7	102064,1	105904,7	114025,0	118800,0	126570,0	134340,0	139866,0	138583,0	137300,0	139310,4	141350,3	143420,0
RS	779534,0	792580,4	805845,1	819331,9	833044,4	846986,3	861161,6	875574,2	890227,9	905126,9	935677,1	974000,0	986400,0	998800,0	998750,0	1003250,0	1007750,0	1033185,9	1059263,9	1086000,0
MS	25808,0	28374,6	31196,4	34298,8	37709,7	41459,9	45583,0	50116,2	55100,1	60579,8	73228,0	55600,0	58500,0	61400,0	65700,0	73590,0	81480,0	84217,0	87046,0	89970,0
MT	11857,0	11589,6	11328,2	11072,7	10823,0	10578,9	10340,3	10107,1	9879,2	9656,4	9225,7	8100,0	10140,0	12180,0	13650,0	14150,0	14650,0	15843,5	17134,2	18530,0
GO	20015,0	23479,9	27544,7	32313,2	37907,2	44469,6	52168,0	61199,2	71793,9	84222,7	115907,6	106500,0	111500,0	116500,0	121100,0	136021,5	150943,0	165149,6	180693,3	197700,0
DF	5538,0	5967,3	6430,0	6928,4	7465,6	8044,4	8668,0	9340,0	10064,1	10844,3	12590,9	9940,0	10810,0	11680,0	12060,0	11529,0	10998,0	11325,5	11662,7	12010,0

Fonte: Censo Agropecuário do IBGE (1985), CHRISTOFIDIS (2002) e IPEA (2005).

\* Série interpolada pela taxa geométrica de crescimento do período.

Tabela 25B – Número total de pesquisadores da EMBRAPA por Unidade da Federação – Brasil, 1985-2004, em unidade

UF	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004
RO	44	52	47	37	54	43	44	43	43	38	49	47	47	42	47	45	43	47	49	46
AC	17	19	24	22	23	27	25	25	22	24	32	30	34	36	34	32	34	35	36	36
AM	83	88	88	86	91	99	80	80	70	68	70	64	63	64	63	63	65	78	74	74
RR	6	11	28	25	23	25	23	23	22	20	17	17	21	19	20	19	20	29	30	27
PA	153	180	212	219	306	321	308	262	396	280	286	255	244	238	245	239	234	230	234	229
AP	8	8	21	25	26	23	22	20	21	20	19	20	19	18	19	18	18	21	21	22
TO	0	0	0	0	8	8	9	11	9	9	10	8	8	9	10	8	9	8	8	8
MA	30	39	29	36	44	43	41	39	28	36	44	57	52	34	38	39	37	35	35	35
PI	38	48	53	71	78	75	75	69	60	60	63	59	56	60	63	64	66	68	66	65
CE	59	60	85	101	93	111	115	120	101	124	131	128	113	115	114	117	114	124	127	127
RN	10	12	15	17	36	14	18	16	9	13	14	14	11	13	8	6	5	13	13	13
PB	58	65	67	63	73	77	71	69	66	71	84	78	71	60	64	68	71	76	74	77
PE	109	110	112	101	105	126	121	117	105	141	155	155	145	123	116	124	124	127	122	121
AL	25	15	30	20	27	41	23	28	15	23	21	14	15	17	15	18	17	12	12	12
SE	79	91	97	101	107	108	106	108	108	106	110	107	103	99	100	100	95	95	95	89
BA	192	186	187	227	215	172	183	181	167	175	208	194	194	168	172	193	181	207	209	212
MG	357	355	415	418	469	405	421	379	390	433	386	371	363	358	365	352	313	321	323	322
ES	50	66	30	41	55	27	29	30	32	40	41	45	36	39	35	43	23	18	18	19
RJ	146	162	169	171	185	193	186	168	170	134	167	165	160	165	163	162	167	160	162	161
SP	339	261	353	365	442	566	595	629	567	572	640	540	600	637	574	517	704	744	745	751
PR	276	257	273	238	272	291	237	256	272	308	256	321	359	354	363	348	329	357	358	364
SC	120	145	129	140	219	173	155	182	149	165	180	172	168	162	174	185	174	168	169	169
RS	288	363	386	387	406	379	367	393	384	392	431	406	393	396	397	382	418	403	399	396
MS	134	146	168	163	174	185	192	178	183	177	195	188	185	181	195	186	202	202	205	206
MT	20	32	28	43	36	25	28	26	25	42	42	44	53	50	67	88	73	89	89	90
GO	105	118	115	111	103	128	133	128	143	134	146	127	129	133	129	145	144	172	173	174
DF	180	180	194	207	284	304	308	300	289	287	292	280	275	272	276	267	273	303	306	313

Fonte: EMBRAPA (2005).

Os pesquisadores lotados na unidade "sede" foram distribuídos nas unidades estaduais de acordo com a participação estadual no PIB agropecuário nacional.