

GIOVANNA MIRANDA MENDES

**PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES E  
CRESCIMENTO ECONÔMICO NA AGROPECUÁRIA  
BRASILEIRA: 1970-2006**

Dissertação 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  
2010

GIOVANNA MIRANDA MENDES

**PRODUTIVIDADE TOTAL DOS FATORES E  
CRESCIMENTO ECONÔMICO NA AGROPECUÁRIA  
BRASILEIRA: 1970-2006**

Dissertação 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: 26 de outubro de 2010.

---

Márcio Antônio Salvato

---

Leonardo Bornacki de Mattos

---

Wilson da Cruz Vieira

---

Roberto Serpa Dias

---

Erly Cardoso Teixeira  
(Orientador)

*Aos meus pais Sérgio e Imaculada.*

*“O período de maior ganho de conhecimento e experiência é o período de maior dificuldade na vida de cada um” Dalai Lama*

*“A mente que se abre a uma nova ideia, jamais voltará ao seu tamanho original”  
Albert Einstein*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar meu caminho e por me dar força e saúde para continuar persistente em minhas escolhas.

Agradeço à minha família, meu maior orgulho e amor, pelo apoio e incentivo, pelos valores repassados e pelo amor incondicional. Obrigada por estarem sempre ao meu lado, seja frente aos obstáculos ou às conquistas de minha vida. Agradeço principalmente aos meus pais, Sérgio e Maria Imaculada e às minhas irmãs, Gabriela e Juliana. Agradeço também aos meus avós, Arlete, Manoel e, *in memoriam* a Walter e a Maria das Neves.

Agradeço também à Gil, meu amigo e meu amor. Obrigada pela paciência e pelo apoio e pela felicidade de estar ao seu lado.

Ao professor e orientador Erly pela confiança, pelo apoio e pelos ensinamentos. A todos os professores da Pontifícia Católica de Minas Gerais, em especial ao meu professor e orientador Márcio Salvato e a todos os professores do Departamento de Economia Rural da Universidade Federal de Viçosa. Em especial, meu obrigada aos professores Wilson Vieira e Roberto Serpa pela participação e pelas contribuições sugeridas na banca; aos professores Leonardo Bonarcki e João Eustáquio Lima pela ajuda e sugestões de imenso valor durante a fase de elaboração da dissertação e da apresentação do seminário; aos professores Márcio Salvato e Marcelo Braga pela co-orientação e pelas ideias sugeridas.

Agradeço também a José Garcia Gasques e a Eliana Bastos que me receberam com toda boa vontade e atenção no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento - MAPA em Brasília e pela ajuda imprescindível no meu entendimento e na elaboração dos índices construídos na dissertação.

Aos colegas do mestrado e doutorado, em especial, à Fernanda Almeida, grande amiga e incentivadora, obrigada pela imensa ajuda este ano e todo o período

de convivência e por ser sempre brava e forte. Fica também meus agradecimentos a Cristiana, Graciela, Dênis, Roni, Filipe, Daniel e Henrique. A todos os amigos da PUC-MG, em especial, Cristina, Luana, Patrícia, Adão, Júlia e Alan, que embora distantes, estiveram sempre presentes nesses dois últimos anos. E às meninas da república, Otaviana, Mariane, Conceição, Ana Carol, Maria Carol e Paty.

Aos funcionários da UFV, em especial à Carminha, Brilhante, Anísia, Cida e Leoni. Gostaria também de agradecer a Universidade Federal de Viçosa pela oportunidade e aprendizado pessoal. E, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNQ, pelo auxílio financeiro.

## **BIOGRAFIA**

GIOVANNA MIRANDA MENDES, filha de Sérgio Magno Mendes e Maria Imaculada Miranda, nasceu em Mariana- MG, em 09 de dezembro de 1985.

Ingressou no curso de Ciências Econômicas da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais em fevereiro de 2004, concluindo-o em dezembro de 2007.

Em março de 2008, iniciou o curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Economia Aplicada na Universidade Federal de Viçosa, defendendo tese em outubro de 2010.

## SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	viii
LISTA DE FIGURAS.....	x
RESUMO .....	xi
ABSTRACT .....	xiii
1. INTRODUÇÃO .....	1
1.1 Considerações Iniciais .....	1
1.2 O problema e sua importância.....	10
1.3 Hipóteses .....	13
1.4 Objetivos .....	14
1.4.1 Objetivo Geral.....	14
1.4.2 Objetivos específicos .....	14
2. DESEMPENHO DA AGROPECUÁRIA E DA ECONOMIA BRASILEIRA, 1960 a 2006.....	15
2.1 Contexto econômico dos determinantes da PTF .....	28
2.1.1. Infraestrutura econômica.....	29
2.1.2. Área Irrigada .....	35
2.1.3. Armazenagem .....	36

2.1.4. Crédito rural .....	37
2.1.5. Educação .....	38
3. REFERENCIAL TEÓRICO .....	42
4. METODOLOGIA .....	53
4.1. O Índice de Tornqvist .....	55
4.2. Determinantes da PTF .....	59
4.3. Elasticidades de produção para capital, trabalho e tecnologia .....	63
4.4. Fonte e Tratamentos dos Dados .....	64
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	68
5.1. Estimativas do Índice de Produto e Índice de Insumo para o Brasil e por unidades de federação .....	68
5.2. Estimativas da PTF para o Brasil .....	73
5.3. Estimativas da PTF por Unidades de Federação .....	75
5.4. Determinantes da PTF .....	84
5.5. Elasticidades de Produção do capital, do trabalho e da tecnologia .....	92
6. CONCLUSÕES .....	95
7. REFERÊNCIAS .....	97
APÊNDICES .....	106
APÊNDICE A .....	107
APÊNDICE B .....	111

## LISTA DE TABELAS

		Página
1	PIB real do Brasil e da Agropecuária, a preços de 2008, taxas de crescimento e participação do PIB da Agropecuária no PIB brasileiro (em R\$ bilhões).....	2
2	Estimativas da PTF média agrícola para o Brasil, obtidas por diversos autores .....	6
3	Índice de Mecanização da Agricultura brasileira – 1960/2006.....	19
4	Fluxo de Crédito Rural – 1969/2006 (R\$ Milhões de 2000).....	22
5	Gasto total do Governo e gastos públicos com a agricultura e organização agrária - 1980/2005 (em R\$ milhões de 2005).....	27
6	Matriz de energia no Brasil, 2007.....	31
7	Índices dos Produtos e dos Insumos, do Brasil e das Unidades de Federações, 1970/2006.....	70
8	Taxa de crescimento de capital, trabalho e terra, Brasil, 1970 a 2006.....	71
9	Índice da Produtividade Total dos Fatores - PTF e Taxas de crescimento (%), Brasil, 1970-2006.....	74
10	Índice da Produtividade Total dos Fatores - PTF e Taxas de crescimento da PTF do período e anual (%), Estados, 1970-2006.....	76
11	Testes de heterocedasticidade para dados em painel, Brasil, 1970-2006.....	84
12	Teste do resíduo defasado e Teste LM de Wooldrige para verificar a autocorrelação de dados em painel, Brasil, 1970-2006.....	85
13	Elasticidades das PTF com relação aos seus determinantes, Brasil, 1970-2006.....	85
14	Determinantes do crescimento da PTF para Brasil e demais países	89

	analisados por outros autores.....	
15	Resultados dos Testes de Chow, de Hausmann e de Bresuch Pagan para Função de Produção .....	92
16	Elasticidades da produção para capital, trabalho e PTF, Brasil, 1970/2006.....	93
17	Testes de heterocedasticidade da Função de Produção, Brasil, 1970-2006	94
1B	Produtos e unidades de medida utilizados na agregação do produto total, obtidos do Censos Agropecuários.....	111
2B	Participação de cada insumo no custo total, Brasil, 1970 – 2006.....	113
3B	Participação de cada produto no valor total da Produção, Brasil, 1970 – 2006 .....	114
4B	Elasticidade do capital e trabalho estimada para as unidades de federação	119
5B	Elasticidade do capital, trabalho e tecnologia estimada para as unidades de federação.....	120

## LISTA DE FIGURAS

		Página
1	Matriz de transporte de cargas no Brasil, 2006.....	33
2	Investimentos em Transportes, Brasil, 1970-2005 (R\$ milhões de dezembro de 1995).....	34
3	Área irrigada no Brasil, 1970-2006 (em hectares).....	36
4	Capacidade estática de armazéns cadastrados na Conab .....	37
5	Despesas por função saúde e saneamento, 1970-2005 (em R\$).....	41
6	Diagrama de Solow com Progresso Tecnológico.....	47
7	Diagrama de Solow com Progresso Tecnológico com aumento na taxa de investimento.....	47
8	Evolução dos Índices de Insumo e Produto e da PTF, Brasil.....	73
9	Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Sul, 1970-2006.....	79
10	Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Norte, 1970-2006 .....	80
11	Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Sudeste, 1970-200.....	80
12	Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Centro Oeste, 1970-2006 .....	81
13	Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Nordeste, 1970-2006. ....	82

## RESUMO

MENDES, Giovanna Miranda, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2010. **Produtividade total dos fatores e crescimento econômico na agropecuária brasileira: 1970-2006.** Orientador: Erly Cardoso Teixeira. Co-orientadores: João Eustáquio de Lima e Marcelo José Braga.

O setor agropecuário brasileiro cresceu, desde 1970, em função dos ganhos da Produtividade Total dos Fatores – PTF e da utilização de modernas técnicas agrícolas. Contudo, diversos estudos obtiveram estimativas significativamente baixas para a PTF na agropecuária e estes resultados distintos podem ser resultantes dos baixos investimentos em infraestrutura e educação, restrições de crédito rural, dentre outros. O objetivo deste trabalho foi determinar as taxas de crescimento da PTF agropecuária para o Brasil e Estados, no período 1970-2006. Além disto, buscou-se analisar os impactos da infraestrutura, da educação e do crédito sobre a PTF, a heterogeneidade entre os estados brasileiros em relação ao crescimento da PTF e determinar a resposta do produto às variações no capital, no trabalho e na tecnologia. Utilizou-se o Índice de Tornqvist para obter as PTFs e o Método de Momentos Generalizados - MMG para estimar o impacto da infraestrutura, da educação e do crédito sobre a PTF e mensurar as elasticidades de produção do capital, do trabalho e da tecnologia. Os resultados encontrados mostram que a taxa de crescimento médio da PTF na agropecuária brasileira foi de 2,2% a.a., no período 1970-2006. Dentre os estados, podem-se citar o Acre e o Mato Grosso como os que apresentaram a menor e a maior taxa de crescimento médio anual sendo, respectivamente, -0.03% e 7,24%.

Educação, irrigação, crédito e telecomunicações foram as variáveis que apresentaram impactos positivos sobre o crescimento da PTF, sugerindo maiores investimentos nestas áreas. As elasticidades de produção obtidas foram 0,75 para capital, 0,30 para trabalho e 0,73 para PTF, o que sugere a presença de retornos crescentes à escala. Dessa forma, concluiu-se que um aumento de 10% na PTF, isto é, na tecnologia aumenta o valor da produção em 7,3%. Desta forma, a tecnologia influencia o crescimento do produto e, portanto, o crescimento econômico.

## ABSTRACT

MENDES, Giovanna Miranda, M. Sc., Universidade Federal de Viçosa, october 2010. **Total productivity factors and economic growth in brazilian's agriculture: 1970-2006.** Adviser: Erly Cardoso Teixeira. Co-advisers: João Eustáquio de Lima and Marcelo José Braga.

The agriculture sector has grown since the 1980s as a result of the Total Factor Productivity – TFP and use of modern agricultural techniques. However, several studies have obtained significantly low estimates for TFP in the agricultural sector and these distinct results may be a reflection of low investment in infrastructure, education, rural credit, etc... The objective of this work is to determine the agriculture TFP growth rates for Brazil, during 1970-2006. It also aims to analyze the impact of infrastructure, education, and rural credit on TFP and to determine the agriculture production response to capital, labor, and technology (TFP) variation. The Tornqvist Index was used to obtain the TFPs and the Generalized Method of Moments - GMM to verify the impact of infrastructure, education and credit on the TFP and measure the production elasticities of capital, labor, and technology (TFP). The results show that the TFP average growth rate for the Brazilian agriculture is 2.20 % per year. The states of Acre and Mato Grosso present the lowest and highest TFP annual average growth rate, respectively, -0.03% and 8.53%. The variables education, irrigation, credit, and telecommunications present a positive impact on TFP growth rate, suggesting higher investments should be made in these areas. The capital, labor and technology production elasticities are 0.75 for capital, 0.30 for labor and 0.73 for technology (TFP), suggesting the presence of

increasing returns to scale. Thus, an increase of 10% in the technology increases production by 7.3% Hence, technology, regardless of the type of returns to scale influences production growth and, consequently, economic growth.

# 1. INTRODUÇÃO

## 1.1 Considerações Iniciais

Historicamente, o setor agropecuário tem sido importante para a economia brasileira por fornecer matéria-prima para outros setores, produzir alimentos indispensáveis à vida e contribuir para a geração de emprego, de renda e de saldos na balança comercial. Além disso, foi de grande importância na geração de divisas nas últimas décadas, uma vez que grande parte da pauta era composta por produtos agropecuários, fato que atualmente tem sido modificado em função da maior diversificação de outros setores na pauta de exportação.

O setor agropecuário tem crescido significativamente nos últimos anos. Isso pode ser visto pelo aumento da produção de grãos, desde a década de 1970. De acordo com a Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2010), a safra de grãos de 1976/1977 foi de 46,9 milhões de toneladas e a de 2009/2010, até o mês de julho de 2010, foi de 146,8 milhões de toneladas. Estes dados mostram que a taxa de crescimento da produção foi de 213,0% em trinta e três anos.

Além disso, o setor agropecuário influencia significativamente toda a economia ao promover o aumento da renda e da riqueza no país, além de influenciar positivamente as exportações e, conseqüentemente, o crescimento do Produto Interno Bruto – PIB. A Tabela 1 mostra o PIB real brasileiro e o PIB real da agropecuária do país, a preços de 2008, em bilhões de reais. Além disto, são apresentadas as taxas de crescimento destes indicadores e a participação do PIB da agropecuária no PIB brasileiro. Percebe-se que, em 1994, o PIB brasileiro foi de R\$ 1.958,4 bilhões e, em 2008, alcançou R\$ 3.004,9 bilhões, apresentando taxa de crescimento média de 3,3% ao ano, no período analisado. Nos anos 2004 e 2007, ocorreram as maiores taxas de crescimento, 5,7% e 6,1%, respectivamente. De acordo com os dados, no período

analisado, a taxa de crescimento do PIB Real brasileiro oscilou significativamente entre 0 e 6,1%.

Tabela 1 – PIB real do Brasil e da Agropecuária, a preços de 2008, taxas de crescimento e participação do PIB da Agropecuária no PIB brasileiro (em R\$ bilhões)

Ano	PIB Brasil (1)	Taxa de crescimento (%)	PIB da Agropecuária (2)	Taxa de crescimento (%)	Participação (%) (2/1)
1994	1.958,4	-	133,1	-	6,8
1995	2.044,9	4,4	136,4	2,5	6,7
1996	2.088,9	2,2	131,2	-3,8	6,3
1997	2.159,4	3,4	129,3	-1,4	6,0
1998	2.160,1	0,0	137,4	6,3	6,4
1999	2.165,6	0,3	137,2	-0,1	6,3
2000	2.258,9	4,3	136,0	-0,9	6,0
2001	2.288,6	1,3	142,3	4,6	6,2
2002	2.349,4	2,7	159,2	11,9	6,8
2003	2.376,3	1,1	178,1	11,9	7,5
2004	2.512,1	5,7	176,5	-0,9	7,0
2005	2.591,4	3,2	159,3	-9,7	6,1
2006	2.694,0	4,0	155,9	-2,1	5,8
2007	2.858,1	6,1	174,9	12,2	6,1
2008	3.004,9	5,1	201,0	14,9	6,7
Média		3,3		1,2	6,3

Fonte: Cepea-USP, 2010

Com relação ao PIB da Agropecuária, em 1994, ele foi de R\$133,1 bilhões e atingiu R\$201,00, em 2008, apresentando taxa de crescimento média de 1,2% ao ano no período analisado. Destacam-se os anos 2002, 2003, 2007 e 2008 quando o crescimento do PIB da agropecuária foi de 11,9%, 11,9%, 12,2% e 14,9%, respectivamente (Tabela 1). Porém, no período de 2004 a 2006, o setor foi expressivamente impactado pela redução dos preços internacionais das *commodities*, principalmente soja, milho e arroz, o que pode explicar, em parte, o baixo índice de crescimento e até a retração ocorrida nesse período. Os dados mostram que, apesar dos efeitos negativos da queda dos preços internacionais, o setor manteve sua participação no PIB brasileiro variando entre 5,8% e 7,5%, com taxa média de crescimento de 6,3%, ao longo do período. A maior participação ocorreu no ano de 2003, período em que atingiu 7,5% do PIB real brasileiro.

O setor agropecuário também é importante no cenário internacional. Segundo dados da Food and Agriculture Organization - FAO (2010), em 2008, o Brasil foi o maior produtor mundial de cana-de- açúcar, laranja, mamão, feijão, café verde e erva

mate. Além disto, foi o segundo maior produtor de soja, abacaxi, pimenta e triticales e o terceiro maior na produção de bananas, óleo de mamona, ovos de aves, tangerinas e fumo.

Dessa forma, por ser um setor importante para o país, diversos trabalhos têm procurado identificar quais seriam os fatores responsáveis pelo crescimento do produto agropecuário, ao longo dos últimos anos. Para muitos autores, o crescimento agropecuário pode ter sido intensivo, pela maior utilização de fertilizantes, defensivos agrícolas e máquinas mais modernas que aumentam a produtividade. Ou o crescimento pode ter sido extensivo via aumento da área plantada e da mão de obra ou pelo alargamento da fronteira agrícola para a região Centro-Oeste do Brasil e a consequente utilização de terras descansadas. Há controversas no que diz respeito à forma de crescimento ocorrido na década de 1970, se foi do tipo intensivo ou extensivo. Para Dias e Amaral (2001), o crescimento foi extensivo, enquanto para Gonzalez e Costa (1998), ele foi intensivo. Porém, outros autores, como Ferreira Filho e Felipe (2007), afirmaram que o crescimento da produção envolve ambos os fatores – crescimento intensivo e extensivo. Para estes autores, o crescimento da produção agrícola ocorreu em razão do aumento da área cultivada ou do aumento da produtividade ou por ambos.

Já na década de 1980, há consenso de que o aumento na produtividade foi a principal responsável pelo aumento do produto, apesar do aumento da área plantada, da mão de obra, dentre outros. Segundo Gasques e Villa Verde (1990), nesta mesma década, o crescimento das áreas de lavouras temporárias, do efetivo de tratores e do pessoal ocupado foi menor do que na década de 1970, o que pode ratificar que foram os ganhos de produtividade que aumentaram o produto nos anos 1980. Por outro lado, na década de 1980, o consumo de fertilizantes por hectare elevou-se substancialmente (GONZALEZ; COSTA, 1998; GASQUES; VILLA VERDE, 1990). Essa utilização mais intensa de fertilizantes pode ter permitido o crescimento da produção mesmo que as áreas não tenham crescido significativamente. Assim, o crescimento da produção na década de 1980, segundo Gasques e Villa Verde (1990), aconteceu em razão dos aumentos da produtividade do trabalho, da maior mecanização, do aumento do uso de fertilizantes, que se sobrepuseram à estagnação da expansão da fronteira agrícola nessa década, e de resultados de pesquisas agronômicas iniciadas desde a década de 1970 pelas universidades e pela Embrapa.

Para Gonzalez e Costa (1998), os motivos que levaram ao crescimento da agricultura na década de 1980 foram o maior uso da tecnologia, a capitalização do setor

em razão do crédito rural, as pesquisas agropecuárias e a maturação dos projetos iniciados desde a criação da EMBRAPA, em 1974. Além disso, os autores ressaltaram a política cambial que incentivou produtos exportáveis, a valorização do mercado interno e a política de preços mínimos. Ocorreu, também, a valorização no mercado interno em função das quebras de safra de 1978 e 1979, cujo resultado pode ter sido a crise de abastecimento. Nesse contexto, o governo expandiu o crédito de custeio, instituiu taxas de juros reais negativas e reestruturou a Política de Garantia de Preços Mínimos – PGPM. Para Dias e Amaral (2001), o crescimento da produtividade da terra e do capital humano foi responsável pelo aumento da produção agrícola na década de 1980. Estes autores enfatizaram a utilização mais intensiva da terra, tanto as mais próximas dos centros urbanos como as novas áreas na região central do país e a utilização das tecnologias desenvolvidas pela EMBRAPA.

Como resultado, houve redução da área de algodão arbóreo e substituição dessas áreas por culturas de maior valor comercial, como cana-de-açúcar, café, soja e trigo, resultando no aumento do produto real e da produtividade média da agricultura. Mas, além dos ganhos de produtividade responsáveis pelo crescimento da produção na década de 1980, a política agrícola também teve papel fundamental neste aumento do produto, tendo sido importante ao compensar as perdas da redução dos subsídios do crédito rural, já que, além da redução do volume de crédito, as taxas de juros subiram de zero para 35% e 45% a.a no ano agrícola 1981/82. Também sustentou os preços recebidos pelos produtores nesse período em razão da política de garantia de preços mínimos, já que os preços reais de mercado estavam decrescendo (GASQUES; VILLA VERDE, 1990).

Mas o crescimento do produto na década de 1980 não só ocorreu na análise global do país, mas também regionalmente, embora por motivos às vezes distintos. Na região nordeste, os ganhos de produtividade, aliados às boas condições de clima e resultados de pesquisas, permitiram aumentar o produto e introduzir e diversificar as diversas culturas na região, como uva, melão, soja e produtos tradicionais como mandioca, feijão, milho e arroz. Já na região Centro-Oeste, o crescimento da produção agrícola pode ter sido resultante de pesquisas desenvolvidas pelas universidades e pela Embrapa. O solo da região, antes impróprio para a agricultura, pôde ser cultivado por meio de tecnologias específicas para solos ácidos e de baixa fertilidade. Estes fatores, aliados ao clima tropical, permitiram a produção em solos anteriormente considerados impróprios ao plantio e permitiram a expansão da fronteira agrícola no cerrado

brasileiro (GASQUES; VILLA VERDE, 1990; PLÁ; SALIB, 2003). Além disso, segundo Gasques e Villa Verde (1990), houve desenvolvimento de pastagens mais produtivas e obtenção de bons resultados nas lavouras de exportação e de grãos da região do cerrado.

O aumento da produtividade é importante por resultar em crescimento econômico. A produtividade aumenta o produto agropecuário pela utilização mais eficiente dos insumos, impactando no bem-estar social. Este bem-estar social ocorre uma vez que, segundo Ahearn *et al.* (1998), os aumentos na produtividade são repassados aos consumidores na forma de preços mais baixos dos produtos, enquanto os produtores têm suas rendas aumentadas, resultando em melhoria do padrão de vida da sociedade. Com preços mais competitivos, há maiores lucros para as empresas e maiores salários para os trabalhadores (TAVARES; ATALIBA; CASTELAR, 2001). No caso de aumento da produtividade em determinado setor, os recursos poderão ser alocados em investimentos de maior valor neste setor ou até liberados para outros setores da economia (AHEARN *et al.*, 1998). Além do crescimento econômico, o aumento da produtividade pode resultar no desenvolvimento econômico. Segundo Freitas e Bacha (2004), a introdução de novas combinações de fatores de produção aumentaria não só a produtividade do trabalho, como também resultaria em desenvolvimento econômico. Este processo, denominado na literatura de mudança estrutural, resultaria em melhorias no bem-estar da população pelo aumento da renda *per capita* e melhores níveis de educação e saúde. Porém, o desenvolvimento não é alcançado apenas com o crescimento econômico, sendo condição necessária, mas não suficiente.

Para Conradie, Piesse e Thirtle (2009), o crescimento do produto dependeria da quantidade usada de cada fator na produção e de suas respectivas produtividades. Isto é, a tecnologia utilizada e a eficiência com que esta tecnologia e os insumos são usados. Mas, para avaliar a produtividade de forma mais ampla, deve-se incorporar mais de um insumo e produto, uma vez que a produção é mais complexa do que a simplificação da produção de um produto por meio de um insumo. Essa estimativa pode ser obtida pela Produtividade Total dos Fatores – PTF. A PTF é o resíduo obtido pela diferença entre a taxa de crescimento do produto e a taxa de crescimento dos insumos, ou seja, é o aumento na quantidade do produto não explicado pelo aumento na quantidade dos insumos, mas sim, explicado pelos ganhos de produtividade (AHEARN *et al.*, 1998; GASQUES; CONCEIÇÃO, 2000). Dessa forma, o índice de PTF na agricultura mede o

produto agregado por unidade de insumo agregado, o que fornece um guia de eficiência da produção agrícola, ou seja, a PTF permite captar o crescimento do produto como consequência do uso mais eficiente dos insumos devido às mudanças tecnológicas.

Ao comparar o Brasil com outros países, Ahearn *et al.* (1998), utilizando o índice de Tonqvist, detectaram que o crescimento médio anual da PTF agrícola americana, no período 1948-1994, foi de 1,94%, enquanto Conradie, Piesse e Thirtle (2009) obtiveram taxa de crescimento da PTF agrícola de 1,35% para a África do Sul, no período 1952-2002.

Para o Brasil, Boneli e Fonseca (1998) obtiveram taxas médias de crescimento da PTF na agropecuária, para o período 1976/1996, de 1,7% a.a., e de 2,5% a.a. entre 1988 e 1997, a partir do resíduo da função de produção. Mendes, Teixeira e Salvato (2009), ao estimarem o crescimento da PTF agrícola para os estados brasileiros, obtiveram taxa de crescimento média, para o Brasil, de 1,03%, no período 1985 a 2004, também pelo resíduo da função de produção. As maiores taxas de crescimento foram obtidas por Gasques *et al.* (2004a), que utilizaram o Índice de Tornqvist e pelo trabalho da Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico - OECD (2009), que utilizou a função de produção. Os primeiros autores obtiveram taxa anual de crescimento da PTF de 3,30%, no período 1975 a 2002. Já a OECD (2009) estimou uma taxa de crescimento de 3,0%, no período 1990-1999, e de 3,7%, no período 2000-2006, conforme ilustrado na Tabela 2.

Tabela 2 - Estimativas da PTF média agrícola e agropecuária para o Brasil, obtidas por diversos autores

Fontes	Período	Taxas de crescimento da PTF (%)
Brigatte (2009)	1977-2005	0,47
Boneli e Fonseca (1998)	1976-1996	1,70
Ferranti <i>et al.</i> (2005)	1960-2000	1,93
Mendes, Teixeira e Salvato (2009)	1985-2004	1,03
Gasques <i>et al.</i> (2004a)	1975-2002	3,30
OECD (2009)	1990-1999	3,00
OECD (2009)	2000-2006	3,70
Gasques <i>et al.</i> (2010)	1970-2006	2,27

Fonte: Brigatte, 2009; Ferranti *et al.*, 2005; Boneli e Fonseca, 1998; Mendes, Teixeira e Salvato, 2009; Gasques *et al.*, 2004a e OECD, 2009

Já Brigatte (2009) obteve a menor taxa de crescimento dentre os trabalhos apresentados na Tabela 2, tendo utilizado também o resíduo da função de produção para obter a PTF. No período de 1977 a 2005, a taxa de crescimento foi de apenas 0,47%,

mas o autor destacou que na década de 1980, isoladamente, o crescimento da PTF foi maior, em torno de 2,53%, e mais próximo das demais taxas de crescimento obtidas por outros autores.

Embora alguns resultados das taxas de crescimento analisadas por esses autores sejam díspares, as diferenças podem ocorrer em razão das diferenças metodológicas no cálculo da PTF, bem como dos dados utilizados. Para Marinho e Carvalho (2004), as diferenças entre taxas de crescimento entre os autores se devem ao uso de estoques de animais como insumo, do diferente tratamento das séries de capital e dos diferentes métodos de estimação utilizados. Gasques *et al.* (2004a) ressaltaram que há dificuldades em se analisar a PTF, em razão da ausência de dados sobre insumos e produtos.

Porém, para Gasques *et al.* (2004a), as taxas de crescimento estimadas demonstram que o Brasil apresenta taxa de crescimento da PTF agropecuária significativa, quando comparada a outros países. Já a OECD (2009) encontrou que o Brasil apresentou uma das maiores taxas de crescimento da PTF, entre 1990 e 2006, dentre os países analisados.

A variação na taxa de crescimento da PTF pode se modificar por distintos motivos ao longo dos anos. Para Gasques *et al.* (2004a), as diferenças na eficiência de produção, a variação na escala de produção, o aumento na quantidade de insumos e as mudanças tecnológicas se alteram ao longo do tempo e, portanto, modificam a PTF em razão dos ganhos de produtividade. Já Nadiri (1970) afirmou que a produtividade é modificada pelos preços relativos dos insumos e pelas mudanças tecnológicas. Além disso, as mudanças tecnológicas podem ser de cinco diferentes tipos. A primeira se refere à eficiência da produção cujos custos unitários dos fatores são reduzidos em razão de melhores práticas. Já a segunda é o viés de mudança tecnológica em que novas técnicas levam a poupar mais de um insumo do que outros. A terceira mudança tecnológica é baseada na mudança da elasticidade de substituição dos fatores. A quarta se refere à presença de economias ou deseconomias de escala. E, por fim, a quinta trata da homoteticidade da produção que ocorre se os retornos de escala são distribuídos uniformemente entre os insumos. Mas como essas características são interdependentes e difíceis de serem separadas, devem-se observar diferentes maneiras de analisar o viés de mudanças técnicas (razões constantes de capital-trabalho, capital-produto ou trabalho-produto), as elasticidades de substituição entre capital e trabalho que modificam a relação entre esses insumos e, além disso, o fato de as mudanças técnicas não se manterem constantes ao longo do tempo.

Como não havia consenso acerca de qual insumo, capital ou trabalho era mais importante na mudança tecnológica, principalmente pela sensibilidade dos métodos de estimação e pela natureza dos dados, Nadiri (1970) afirmou que era necessário analisar as características dos insumos ao se utilizar a função de produção agregada. Se a mudança tecnológica fosse oriunda do trabalho, esta modificação ocorreria em razão das características da mão de obra, como educação, idade, sexo, raça e habilidade. Dentre estes atributos, a educação permite maior capacitação dos trabalhadores quando há utilização de tecnologias mais complexas.

Mas, além do aumento da PTF, o crescimento econômico só é alcançado quando os setores da economia têm acesso às condições básicas de infraestrutura (de energia, de telecomunicações e de transporte) e são realizados investimentos em pesquisa e desenvolvimento para obter maior progresso tecnológico, investimentos em educação a fim de aumentar a capacitação do trabalhador, ter perspectivas de financiamento e de políticas adequadas para cada setor. No setor agropecuário, além desses fatores, podem-se citar também as boas condições de irrigação, armazenagem, financiamento através do crédito rural e o papel da política agrícola, que incentivam positivamente o setor. Para Moreira, Helfand e Figueiredo (2007), a produtividade também é afetada pelas características do produtor, e as condições do local, em geral, não observadas. Este último item engloba fatores como clima, solo, chuvas esparsas, geadas, secas e tamanho da propriedade, que podem alterar o volume da produção e, conseqüentemente, os preços agrícolas. Esta última característica pode determinar os retornos à escala de acordo com a tecnologia empregada, bem como os custos de transação e o gerenciamento.

Para Ahearn *et al.* (1998), ao mensurar a produtividade, esta medida não mostra o resultado separado de cada um dos fatores nos ganhos de produtividades que afetam a sociedade e a economia do país. Para estes autores, as fontes de mudança na produtividade agrícola são pesquisa e desenvolvimento, extensão, educação, infraestrutura e programas de governo. Como explicou Boneli e Fonseca (1998), variáveis como educação e pesquisa refletem, em boa medida, o efeito do progresso técnico que se procura estimar.

Zhang e Fan (2004), ao analisarem a PTF da agropecuária na Índia entre 1971 e 1994, observaram que investimentos em setores como irrigação e estradas resultaram em crescimento da PTF, embora investimentos em irrigação tenham impacto mais rápido sobre a PTF a partir dos primeiros dois anos. Ahearn *et al.* (1998) e Aschauer

(1989) analisaram os investimentos em infraestrutura para os Estados Unidos, e Fan, Zhang e Zhang (2002) analisaram para a China.

Para o Brasil, muitos autores analisaram a variável infraestrutura de transporte, como Benitez (1999), Ferreira (1996), Ferreira e Malliagos (1999) e Silva e Fortunato (2007). Porém, outros autores estudaram também investimento em infraestrutura de irrigação, além de pesquisa e clima. Mendes, Teixeira e Salvato (2009) analisaram os investimentos em infraestrutura de transporte, de energia, de irrigação, de armazenamento, além de investimentos em pesquisa. Ferranti *et al.* (2005) observaram a infraestrutura de transporte e irrigação, e Freitas e Bacha (2004) analisaram a educação. Já Gasques *et al.* (2004a) analisaram a pesquisa e o crédito rural; enquanto Vicente (2006) analisou as variáveis educação e clima.

Há consenso na literatura de que a infraestrutura de transporte e energia é importante para o crescimento econômico. Também tem-se procurado esclarecer o impacto de outras variáveis, como a infraestrutura de irrigação, de armazenagem, além de educação e crédito rural para verificar se elas proporcionam as condições necessárias para o crescimento econômico e se são fontes de mudanças da PTF. Contudo, não há consenso sobre quais variáveis seriam mais importantes ou qual delas apresenta maior impacto no crescimento econômico, ou mesmo se apresentam este impacto. Dentre essas variáveis, os investimentos em infraestrutura recebem significativo destaque na literatura, como nos trabalhos de Aschauer (1989), de Ferreira (1996) e nas demais pesquisas realizadas posteriormente. A infraestrutura adequada, além de oferecer os serviços básicos à agropecuária, eleva também a competitividade e a produtividade dos investimentos privados, o que implicará vantagens comparativas para determinadas regiões e resultará em maior nível de emprego, progresso técnico, maior nível de PIB *per capita* e maior taxa de desenvolvimento.

Contudo, mesmo que todas essas variáveis sejam importantes para o crescimento econômico, os determinantes deste crescimento podem ser divergentes entre regiões e estados. Segundo Marinho e Carvalho (2004), a partir da década de 1990, surgiram significativas diferenças regionais na agricultura em razão da abertura comercial e da menor intervenção do Estado. Essas diferenças se referem ao uso da terra, à assistência técnica e à adoção de tecnologia, repercutindo em diferentes ganhos de produtividade e eficiência entre regiões. Outras características, como diferenças entre as condições da infraestrutura das regiões, aglomeração e urbanização, podem explicar divergências na produtividade entre regiões. Além disso, para Benitez (1999), a infraestrutura

proporciona melhores condições para produção ao propiciar as condições adequadas para o desenvolvimento de empresas, indústrias e emprego, repercutindo em resultados positivos no desenvolvimento regional.

Porém, autores como Ferreira (1996), Ferreira e Malliagos (1999), Pêgo Filho *et al.* (1999) e Silva e Fortunato (2007) ressaltaram que os investimentos em infraestrutura, de modo geral, têm sido menores do que o que o país precisa para crescer. Dadas estas diferenças de infraestrutura nas diferentes regiões do Brasil, são necessários investimentos que diminuam as disparidades regionais.

No que tange às pesquisas agrícolas, de acordo com Marinho e Carvalho (2004), a região Sudeste possui maior número de institutos de pesquisa, maior capital humano empregado nesse setor e disponibilidade tecnológica, o que induz a um maior crescimento da produtividade com o uso de tecnologia. As regiões Norte e Nordeste, ao contrário, possuem baixo crescimento em virtude de menores investimentos agrícolas.

Para comprovar as divergências entre os estados, de acordo com os dados da Conab (2010), há substancial diferença na produção de grãos. Dados desta instituição mostram que, na safra 2007/2008, a produção total de grãos no Brasil foi de 144.137,3 milhões de toneladas, e o maior estado produtor foi o Paraná, com 30.517,6 milhões de toneladas, seguido pelo Mato Grosso, com 28.193,4 milhões de toneladas e do Rio Grande do Sul, com 22.640,7 milhões de toneladas. Com relação à produtividade média da terra nessa mesma safra, para quatorze culturas<sup>1</sup>, o Distrito Federal destaca-se com 4.502 kg/ha, seguido por Santa Catarina, com 4.486 kg/ha, 4.244kg/ha do Estado de Roraima e 3.685kg/ha de São Paulo. Estes dados demonstram que podem ocorrer diferenças regionais quanto à produtividade, em parte explicada pela infraestrutura, pela terra, pelo uso de máquinas, dentre outros fatores.

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

Como a Produtividade Total dos Fatores é uma das variáveis que explicam o crescimento da agropecuária, diversos trabalhos têm procurado estimá-la com vistas a entender melhor o crescimento deste setor nas últimas décadas. Porém, observa-se que as taxas de crescimento da PTF para o Brasil, encontradas na literatura, têm sido

---

<sup>1</sup> Produtos selecionados: caroço de algodão, amendoim (1ª e 2ª safras), arroz, aveia, centeio, cevada, feijão (1ª, 2ª e 3ª safras), girassol, mamona, milho (1ª e 2ª safras), soja, trigo e triticale.

distintas. Era de se esperar que a PTF fosse uma das variáveis ou talvez a principal variável responsável pelo crescimento do produto agropecuário, uma vez que a modernização, a conjuntura econômica e o crescimento econômico contribuíram para a continuidade dos ganhos de produtividade desde 1980.

Portanto, em períodos em que o setor agropecuário apresentou melhor desempenho que a economia brasileira, a agropecuária foi importante fonte de crescimento da economia e pode ter sido um dos mais importantes setores responsáveis pelo crescimento do PIB do país. Contudo, embora a PTF permita explicar o crescimento econômico, a redução dos investimentos em infraestrutura, em educação e em crédito rural podem ter impactado no baixo valor da PTF e, portanto, repercutiriam no menor crescimento da agropecuária, como pode ser observado nos baixos valores da PTF encontrados por alguns autores. Além disso, a heterogeneidade dentre os estados brasileiros também pode ser responsável pela divergência das taxas de crescimento da PTF observadas na literatura.

O conhecimento dos fatores que levaram ao crescimento da produtividade e do produto, tanto no país como por estados, é importante para incentivar o crescimento da PTF e, conseqüentemente, o crescimento do produto. Além disso, as estimativas da PTF para os Estados brasileiros demonstram que as diferenças entre eles repercutem em diferenças nos ganhos de produtividade. Na literatura, há estimativas da PTF por estado, como aquelas de Mendes, Teixeira e Salvato (2009), de Marinho, Barreto e Lima (2001) e de Vicente (2006). Gomes e Braga (2008) analisaram a taxa de crescimento da PTF na Amazônia Legal e todos eles encontraram aumento positivo da PTF nos estados analisados.

Todavia, como não há consenso sobre as causas da diferença do crescimento da PTF entre os estados, esse trabalho buscou responder a essa questão para determinadas variáveis e reconhecer o padrão de crescimento da PTF agropecuária a nível estadual, uma vez que cada estado possui diferenças significativas que podem repercutir no desempenho e no crescimento da produtividade. Essas diferenças podem ocorrer em função das diferenças entre as culturas, das tecnologias utilizadas, das características das regiões, dos produtores e dos insumos e dos maiores investimentos em alguns setores em determinadas regiões que favorecem estes Estados. Além disso, conhecer os determinantes da PTF agropecuária incentiva novos investimentos em setores cujo impacto na taxa de crescimento da PTF seja elevado e em setores que precisam ainda ser estimulados no País.

Poucos trabalhos procuraram mensurar o crescimento da PTF por Estado e, principalmente, os determinantes de seu crescimento a nível estadual. Assim, este trabalho visa a contribuir para o conhecimento do crescimento da PTF e complementar alguns resultados encontrados na literatura. Como em Gasques *et al.* (2010), que ao utilizar também o Índice de Tornqvist para cálculo das PTFs, este trabalho expande a análise ao identificar os determinantes das PTFs obtidas. Complementa também Mendes, Teixeira e Salvato (2009), que analisaram a taxa de crescimento da PTF por estado, entre 1985 e 2005, e os impactos de alguns determinantes na PTF para o Brasil e por estados.

Outro ganho deste trabalho é a obtenção da PTF por números índice. A escolha desta metodologia permite obter a PTF pela agregação de insumos e produtos, mas sem incorporar erros de estimações ou variáveis omitidas como as estimativas da função de produção em que a PTF é obtida via resíduo da equação. Apenas Boneli e Fonseca (1998) e Gasques *et al.* (2010) obtiveram as estimativas da PTF por números índice.

Também serão obtidas as elasticidades de produção do capital, do trabalho e da tecnologia com vistas a descobrir a resposta da produção às variações no capital, no trabalho e na tecnologia. A obtenção destas elasticidades é possível ao inserir a variável tecnologia, obtida por números índices, exogenamente, na função de produção de Solow. Este procedimento parte da hipótese de que a variável PTF representaria a tecnologia da produção, embora não haja outros trabalhos com este procedimento. Cabe ressaltar que em diversos trabalhos, a PTF é obtida através do resíduo da função de produção do Modelo de Solow, sendo que neste caso não é possível obter a elasticidade da tecnologia. Assim, ao obter a PTF por números índices, é possível inseri-la na função de produção e, obter a elasticidade da tecnologia, juntamente com as elasticidades de capital e trabalho.

Além disso, ao utilizar os dados dos Censos Agropecuários divulgados pelo IBGE, pôde-se abranger maior variedade de produtos e insumos no cálculo da produtividade neste trabalho, diferentemente de alguns artigos que utilizam apenas os principais produtos de cada unidade da federação. Desta forma, os ganhos foram analisar a agropecuária de forma mais abrangente, como tentativa de se aproximar ainda mais da realidade agropecuária brasileira dos últimos anos.

A escolha pela análise a partir da década de 1970 se deve ao início da fase de modernização agrícola, conceitualmente iniciada a partir da década de 1970, mas com mudanças ocorridas já na década de 1960. Contudo, a contextualização abrangerá

algumas das modificações ocorridas na economia desde a crise de 1929, cujos conceitos de desenvolvimento baseados no setor agrícola se modificaram.

Assim, foram analisados os efeitos dos determinantes do crescimento sobre a PTF, como dispêndio com o crédito rural, armazenagem, áreas irrigadas, educação e infraestrutura de rodovias e de telecomunicação, no período de 1970 a 2006. O trabalho está dividido da seguinte forma: o Capítulo 2 descreve de forma breve o desempenho da agropecuária e da economia brasileira desde a década de 1970, bem como os acontecimentos nacionais e internacionais que afetaram de forma, direta e indireta, a agropecuária e seus determinantes; o Capítulo 3 trata do referencial teórico; o capítulo 4 discute a metodologia utilizada dos Métodos dos Momentos Generalizados – GMM e o Índice de Tornqvist utilizado na análise; e, por fim, os resultados são apresentados no Capítulo 5, acompanhado das conclusões, no capítulo 6.

### **1.3 Hipóteses**

- a- A produção agropecuária brasileira tem crescido desde a década de 1980 principalmente em razão do aumento da Produtividade Total dos Fatores;
- b- Algumas das estimativas encontradas na literatura para a PTF na agropecuária podem ser resultantes ou de baixos investimentos em infraestrutura, educação e crédito rural ou da heterogeneidade existente entre os estados brasileiros.

## **1.4 Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo Geral**

Determinar a taxa de crescimento da Produtividade Total dos Fatores e os efeitos no crescimento econômico da agropecuária brasileira, no período 1970-2006.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinar as taxas de crescimento da Produtividade Total dos Fatores (PTF) na agropecuária para cada estado, no período 1970-2006;
- Definir os principais determinantes da Produtividade Total dos Fatores da agropecuária; e
- Determinar a resposta do produto às variações no capital, no trabalho e na tecnologia.

## **2. DESEMPENHO DA AGROPECUÁRIA E DA ECONOMIA BRASILEIRA, 1960 a 2006.**

De acordo com a literatura, a agricultura brasileira pode ser dividida em três fases, de acordo com a política agrícola adotada pelo Estado e os objetivos para o setor. A primeira fase é denominada Tradicional, seguida pelas fases de Transição e de Modernização agrícola. A Fase Tradicional tinha como objetivo aumentar a produção, através dos insumos abundantes no país, como terra e trabalho. Compreendeu os grandes ciclos do café, da cana de açúcar e da borracha e foi muito importante para a economia brasileira até, aproximadamente, a metade do século XX. A partir da década de 1950, iniciou-se a Fase de Transição, cujo objetivo era impulsionar o setor industrial. Neste período, a agricultura foi forçada a transferir recursos para a indústria, com vistas a alcançar a modernização industrial. Este fato, apesar de ter favorecido a industrialização, prejudicou expressivamente o setor agrícola. Por fim, iniciou-se a denominada Fase de Modernização, que ocorreu a partir do final da década de 1960.

Durante a Fase Tradicional o setor agropecuário era um dos mais importantes na economia do país. Mas a partir de 1930, percebeu-se a necessidade da industrialização e de manter-se com menor dependência do setor externo, em virtude da crise econômica de 1929. Esta fase afetou diversos países, reduzindo o fluxo de bens e serviços no comércio internacional e levou os países a produzir, internamente, os bens que antes eram importados. Assim, ocorreu a expansão da indústria nacional, em parte com a transferência de renda do setor agrícola para a indústria, ocasionando a ruptura do modelo de desenvolvimento baseado na agricultura. Segundo Leão (2000), a transferência de renda se deu em razão do tratamento diferenciado na importação de bens de capital para a indústria, nas taxas de câmbios preferenciais para importação de insumos para indústria, nos financiamentos subsidiados às indústrias, no desenvolvimento de infraestrutura para facilitar a expansão industrial, no congelamento de preços de produtos alimentares e nos investimentos do Estado em setores

selecionados como medida de política econômica, com resultados negativos para a agricultura.

É consenso que o dinamismo do setor agrícola foi prejudicado entre as décadas de 1950 e 1970, na Fase de Transição. A significativa importância dada ao setor industrial fazia com que a agricultura tivesse papel secundário nas políticas econômicas, embora ela tivesse significativa participação no crescimento do país. Segundo Johnston e Mellor (1961), a agricultura era responsabilizada pelo crescimento econômico em razão de cinco funções que lhe eram exigidas na economia: fornecer alimentos sem aumento de preços, caso a oferta fosse menor que a demanda; aumentar as exportações agrícolas e, conseqüentemente, a renda do país; liberar a força de trabalho para setores não-agrícolas; contribuir para a formação de capital para investimento e expansão da indústria; e, por fim, aumentar a renda líquida das pessoas para que pudessem adquirir produtos mais dispendiosos e, então, estimular a industrialização.

Como parte da renda transferida poderia ter sido utilizada para modernizar o setor, este foi prejudicado por retardar a importação de modernas máquinas e a adoção de implementos e defensivos agrícolas mais eficientes, que resultariam em aumentos da produtividade e da renda no setor. O processo conhecido como Industrialização por Substituição de Importações – ISI teve seu auge nas décadas de 1950 e 1960, em função das ideias postuladas pela Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe – CEPAL. O processo ISI, juntamente com as dificuldades do setor em relação às flutuações de preços e das instabilidades do clima, resultaram na redução da participação da agricultura no PIB brasileiro na década de 1950, que, segundo Lopez *et al.* (2008), era de 55%. Tal redução foi resultante, também, da situação em que a agricultura se encontrava à época. Sabe-se que as técnicas de cultivo, nesta época, eram tradicionais, intensivas em mão de obra e terras e que o aumento da produção ocorria, fundamentalmente, pela expansão da área plantada e, conseqüentemente, da mão de obra.

O trabalho pioneiro de Schultz (1965) chamou a atenção, à época, para a necessidade da transformação da agricultura dos países em desenvolvimento, como o Brasil, que apresentava técnicas de produção relativamente atrasadas. Para alcançar os objetivos de aumento da produção e desenvolvimento, seria necessária a utilização de modernas técnicas agrícolas e de expressivo investimento em capital humano. Os resultados esperados seriam os ganhos de produtividade.

Contudo, estes ganhos são afetados pela utilização dos insumos, como também pela conjuntura macroeconômica quando ela favorece a expansão ou a retração da demanda, elevando ou deprimindo preços agrícolas e modificando os incentivos no desenvolvimento de modernas técnicas de produção. A produtividade também é determinada pelas características do produtor e das condições do local, variáveis que, na maioria das vezes, não são observáveis.

A condução da política também pode interferir na produtividade agrícola. Dentre as diversas mudanças ocorridas com a adoção do regime militar, em 1964, pode-se destacar, nesta mesma década, a criação do Banco Central do Brasil – BACEN, do Banco Nacional da Habitação – BNH e do Programa de Ação Econômica do Governo – Paeg. Estas mudanças visavam promover o crescimento econômico e controlar a inflação. Uma das preocupações do novo regime era alcançar o crescimento econômico e aumentar as produções de alimentos e matéria-prima provenientes da agricultura, evitando-se o estrangulamento. Neste sentido, o ambiente econômico era favorável à modernização agrícola. Apesar disto, os incentivos à agropecuária só ocorreram em 1965 com a institucionalização do Crédito Rural no país, pela Lei 4.829 (CASA CIVIL, 2010a). Esta medida proporcionou aumento do volume de recursos para o setor a taxas subsidiadas, fazendo com que o agricultor pudesse adquirir insumos agrícolas, além de novas e modernas máquinas, promovendo o aumento da produção.

Embora ao longo da década de 1960 tenham ocorrido mudanças no que tange ao cenário político e econômico, a agricultura não sofreu significativas alterações quando comparadas ao desempenho econômico do país. De acordo com Leão (2000), dentre as medidas adotadas no novo governo, o setor agrícola só foi beneficiado indiretamente, já que especificamente para o setor houve poucas medidas. Porém, esta década foi de extrema importância para a economia do país. O período 1968-1973 é conhecido como o do Milagre Econômico brasileiro, pois o PIB cresceu a uma taxa média significativamente elevada, atingindo a magnitude de 10,2%, além do aumento da renda *per capita* e do crescimento das exportações (ABREU, 1990). Este fato ajudou no desempenho das contas externas. Cabe ressaltar que a baixa utilização da capacidade instalada favoreceu o aumento da produção, sem afetar significativamente a taxa de inflação (VELOSO; VILLELA; GIAMBIAGI, 2008). Estes últimos autores afirmaram que, em parte, esse desempenho pode ser explicado pelas reformas institucionais do Paeg que surtiram efeitos anos após sua criação. Tal desempenho também foi consequência do ambiente externo favorável do período.

Com a criação do Primeiro Plano Nacional de Desenvolvimento – I PND, no início dos anos 1970, as políticas setoriais estabelecidas permitiram maiores investimentos em infraestrutura. Tiveram destaques os setores de geração de energia elétrica e os serviços de transporte e comunicações, resultando em crescimento econômico ainda nesta década (FERREIRA; MALLIAGROS, 1999). Apesar disso, a agricultura ainda necessitava de programas de incentivos que permitissem sua recuperação, em função das perdas com a ISI.

Ao perceber a necessidade de modernizar o setor agrícola, ocorreram modificações na estrutura do setor no país. Iniciou-se, assim, a denominada fase de modernização agrícola brasileira, dando continuidade aos instrumentos adotados na década de 1960, como o crédito rural. Até esta década, as máquinas agrícolas eram geralmente importadas, mas com a ISI, esta indústria se desenvolveu, resultando no aumento de sua oferta (VEGRO; FERREIRA; CARVALHO, 1997). Com a intensificação da mecanização, houve, também, aumento na demanda por tratores. Gonzalez e Costa (1998), ao calcularem o índice de mecanização da agricultura brasileira obtido pela relação entre a extensão de terra e os tratores de roda, demonstraram que, a partir de 1970, o uso de máquinas por hectare cresceu substancialmente.

Baseados em Gonzalez e Costa (1998), o índice de mecanização a partir dos dados do Censo Agropecuário divulgado pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (1970, 1975, 1980, 1985, 1995/1996, 2006) podem ser analisados na Tabela 3. O índice mostra a área cultivada por trator utilizado e, quanto menor este índice, maior o grau de mecanização da agricultura. Percebe-se que tanto a área cultivada quanto o número de tratores cresceu desde 1960, com exceção da área plantada no ano de 1995 cuja redução foi de 19,9% em substituição de áreas de pastagens plantadas que aumentaram consideravelmente neste ano. Neste sentido, em 1960, o índice era 462,9, caiu para 67,8, em 2006, mostrando a intensificação deste equipamento na agricultura. O valor mais alto do índice, na década de 1960, demonstra o baixo número de tratores utilizados e, conseqüentemente, a utilização do uso de técnicas tradicionais. Em 1960, cada trator utilizado cultivava 462,9 ha, em 1995, 52,0 ha. A tendência nas décadas seguintes à década de 1960 foi de intensificação no uso de tratores na agricultura, já que o índice de mecanização apresenta decréscimo até 2006. Mesmo que entre 1995 e 2006 o índice tenha se elevado de 52 para 67,8 ha/tratores, o

índice permanece significativamente menor do que em 1960, sendo ainda menor desde a década de 1980.

Tabela 3 – Índice de Mecanização da Agricultura brasileira – 1960/2006

Ano	Área cultivada (1000 ha) <sup>a</sup>	Taxa de crescimento (%)	Tratores de rodas (Unid.)	Taxa de crescimento (%)	Índice de mecanização (ha/trator)
1960	28.396,0 <sup>b</sup>	-	61.345	-	462,9
1970	33.983,8	19,7	165.870	170,4	204,9
1975	40.001,4	17,7	323.113	94,8	123,8
1980	49.104,3	22,8	545.205	68,7	90,1
1985	52.147,7	6,2	665.280	22,0	78,4
1995	41.794,5	-19,9 <sup>2</sup>	803.742	20,8	52,0
2006	55.632,0	33,1	820.673	2,1	67,8

Fonte: Anuário Estatístico, 1986; Censos Agropecuários: 1970, 1975, 1980, 1985, 1995/1996 e 2006

a - A área cultivada é a soma da área plantada com lavouras temporárias e permanentes.

b - apenas os dados no ano de 1960 foram obtidos do Anuário Estatístico, já que os Censos Agropecuários se iniciam na década seguinte.

Ao comparar este mesmo índice de mecanização com o índice de mecanização obtido por Ferreira e Carvalho (1997) para os Estados Unidos, o índice foi menor do que o índice de mecanização do Brasil. Enquanto o índice americano foi de 38,7 ha/tratores nos Estados Unidos, em 1993, no Brasil, em 1995, o índice foi de 52,0 ha/trator. Isto demonstra que, embora a mecanização no Brasil tenha se intensificado, principalmente a partir da década de 1970, a utilização de tratores por hectares nos Estados Unidos é maior do que no Brasil. Tal comparação mostra que a agricultura ainda pode aumentar a utilização de tratores de roda para obter ganhos de produtividade e competir com este país, cuja agricultura é importante fonte propulsora do crescimento econômico.

É importante analisar outros índices de intensificação da modernização na agricultura, além do índice de mecanização, como ressaltam Vegro, Ferreira e Carvalho (1997), já que este índice reflete parcialmente o número de tratores efetivos na agricultura. O consumo de fertilizantes, por hectare, fornece outro significativo índice agrícola. Segundo Gonzalez e Costa (1998), o consumo de fertilizante na agricultura brasileira era 8,3kg/ha, em 1964, e alcançou 44,5kg/ha e 82 kg/ha no ano de 1975 e no período 1992/1994, respectivamente.

<sup>2</sup> A redução significativa da taxa de crescimento da área cultivada se refere à redução das áreas de lavouras permanentes e temporárias em relação ao ano de 1985.

Mas, ao analisar a modernização agrícola no país, é necessário explicar o termo progresso tecnológico. Conforme ressaltam Gonzalez e Costa (1998), o progresso tecnológico consiste na invenção de novas máquinas e equipamentos, como também na adoção de novos processos produtivos cuja eficiência é maior. Assim, o progresso tecnológico analisado neste trabalho envolve não só a adoção de novas máquinas como também na adoção de novos processos produtivos cujas diferentes combinações de insumos resultam no aumento da produção.

Outro fator importante ocorrido na década de 1970, além da utilização de modernas técnicas agrícolas, foi a aplicação de maiores volumes de recursos e investimentos em pesquisa, com a criação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa, em 1973, e com a criação dos primeiros centros nacionais da instituição em 1974 (EMBRAPA, 2010), em alguns Estados. A este órgão foi dada a missão de promover a inovação, o desenvolvimento e a pesquisa na agricultura brasileira, afetando significativamente a modernização agrícola.

Com a modernização e o desenvolvimento da pesquisa, a repercussão de ambos na agricultura foi o significativo crescimento da produtividade (GONZALEZ; COSTA, 1998, DIAS; AMARAL, 2001). Contudo, o crescimento da produção foi mais discreto do que na década seguinte, já que a modernização e a pesquisa foram mais intensas a partir de 1970, mesmo que algumas universidades já realizassem pesquisas e estudos sobre melhorias de solos e da produção agrícola mesmo antes da criação da EMBRAPA.

Com isso, o processo de modernização da agricultura no país envolveu não só o uso intensivo de máquinas e tratores, como também o uso intensivo de fertilizantes e de modernas técnicas agrícolas, que resultaram no aumento da produtividade do trabalho e da terra e, conseqüentemente, no aumento da produção agrícola no país.

Com relação aos aspectos macroeconômicos da década de 1980, ela foi marcada por mudanças na conjuntura nacional e pela crise do setor externo, diferentemente da década anterior, na qual a taxa de crescimento econômico foi expressiva. Segundo Gonzalez e Costa (1998), a crise externa, inicialmente motivada pela crise do México em 1982, dificultou os financiamentos, elevou significativamente os juros internacionais e aumentou os preços do petróleo. O Estado brasileiro passou por diversas dificuldades, afetando o financiamento e causando a quase falência do Sistema de Crédito Rural. Assim, foram aplicadas várias políticas de caráter macroeconômico, visando conter a inflação e o ajuste do setor externo. Em 1983, a política cambial foi marcada por uma

maxidesvalorização. Além disto, foram utilizadas políticas fiscal e monetária contracionistas que tinham como objetivos conter o aumento da taxa de inflação e redução do déficit público, afetando expressivamente o crédito, inclusive o rural. Cabe ressaltar, ainda, que a década de 1980 foi marcada pela recessão mundial, pelos efeitos da crise do petróleo de 1979, dificuldade de financiamento externo e pelo aumento da taxa de inflação americana (ABREU, 1990; GONZALEZ; COSTA, 1998). Para conter este aumento, o governo americano adotou uma política monetária contracionista. Em 1977, a taxa de juro básica - *Prime Rate* era de 9,0%, e o governo a elevou, abruptamente, para 12,7% a.a., em 1978, e, posteriormente, para 15,3% a.a., em 1979 (IPEA, 2010). Essa modificação no juro internacional afetou o setor externo brasileiro, já que este tinha sua dívida externa indexada a este índice americano.

Assim, no início dos anos 1980, o governo utilizou recursos do Fundo Monetário Internacional - FMI e do Banco Internacional de Reconstrução e Desenvolvimento – Bird, para conter as crises econômicas. Houve pressões sobre as autoridades econômicas com relação aos elevados gastos setoriais e ao desequilíbrio dos preços relativos ocasionados pela não liberdade de comércio. Na segunda metade da década, a hiperinflação foi reprimida por planos de estabilização baseados no congelamento de preços. Dentre os planos lançados, podem-se citar o Cruzado (1985), Bresser (1987) e Verão (1989), mas todos sem êxitos. Com todos esses fatores, a década de 1980 foi um período de estagnação econômica (GIAMBIAGI, 2002).

Porém, embora a economia se encontrasse estagnada, este período repercutiu em pontos positivos para a agropecuária brasileira diferentemente dos anos de Milagre Econômico. Para Melo (1992), os preços reais de insumos agrícolas na segunda metade da década de 1980 foram reduzidos em função da conjuntura internacional mesclada com a inflação e com a valorização do cruzeiro. Com a redução dos preços dos insumos, tais como fertilizantes, defensivos, combustíveis, lubrificantes e mão de obra, a tecnologia foi incentivada permitindo aumento da produtividade. Com isso, a relação de trocas<sup>3</sup> melhorou, atenuando, em parte, a estagnação do setor agrícola no final da década de 1970. Entre 1970 e 1990, apenas o preço das máquinas aumentou, enquanto os demais insumos apresentaram redução de preços. Para Melo (1992), este aumento nos preços das máquinas foi causado pelo aumento da tributação sobre este insumo via Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Prestação de Serviços - ICMS.

---

<sup>3</sup> Relação entre os preços recebidos pelos produtores com a venda de produtos e os preços pagos por eles na obtenção de insumos.

Embora a queda dos preços dos insumos agrícolas pudesse incentivar os produtores, a partir de 1984 iniciou-se a redução do volume de crédito rural. A Tabela 4 mostra estes valores no período de 1969 a 2006. Percebe-se que na década de 1980 o crédito rural teve forte retração, principalmente em 1984 em que a taxa de crescimento foi negativa. Enquanto neste ano a taxa de crescimento foi de 35,1% negativa, no ano seguinte, a taxa de crescimento passa a ser de 33,2%. Apenas os anos de 1985 e 1986 apresentaram elevação no volume de recursos para o crédito agrícola, sendo 33,2% e 45,0% maior que os anos imediatamente anteriores, com exceção do ano de 1975 em que alcançou crescimento de 39,2%. Nas décadas seguintes, a taxa de crescimento do crédito apresentou muitas oscilações, visto que se inicia negativa em 1990, oscila para taxa positiva até 1992 e oscila novamente até 1999 entre taxas negativas e positivas. Já a partir de 2000, a taxa de crescimento volta a ser positiva, mas se reduz drasticamente, em 2005, alcançando 3,2%.

Tabela 4 – Fluxo de Crédito Rural\* – 1969/2006 (R\$ Milhões de 2000).

Ano	Total	Taxa Cresc. (%)	Ano	Total	Taxa Cresc. (%)
1969	13.389,76	-	1988	30.642,27	-23,9
1970	16.414,34	22,6	1989	28.289,48	-7,7
1971	19.133,62	16,6	1990	16.179,20	-42,8
1972	23.154,98	21,0	1991	16.628,68	2,8
1973	29.034,72	25,4	1992	18.838,14	13,3
1974	34.326,33	18,2	1993	16.964,17	-9,9
1975	47.783,48	39,2	1994	26.125,68	54,0
1976	48.966,78	2,5	1995	9.807,69	-62,5
1977	42.892,65	-12,4	1996	8.133,09	-17,1
1978	43.768,23	2,0	1997	11.813,17	45,2
1979	54.385,65	24,3	1998	12.820,40	8,5
1980	54.195,97	-0,3	1999	12.514,24	-2,4
1981	49.199,54	-9,2	2000	13.779,50	10,1
1982	46.319,16	-5,9	2001	16.465,48	19,5
1983	38.445,99	-17,0	2002	18.630,10	13,1
1984	24.952,07	-35,1	2003	22.701,98	21,9
1985	33.231,63	33,2	2004	27.325,67	20,4
1986	48.176,57	45,0	2005	26.451,70	-3,2
1987	40.287,38	-16,4	2006	26.438,60	0,0

Fonte: Elaborado pela autora a partir de IPEA, 2010

\* O valor total do crédito é o somatório do crédito de custeio, de investimento e de comercialização.

Gonzalez e Costa (1998) argumentaram que o crédito rural foi a base da modernização agrícola no país. Porém, segundo Sayad (1978), a eficácia das políticas de crédito rural dependia de dois fatores: a possibilidade de substituição entre o crédito

e outras fontes de financiamento e a concentração na distribuição do crédito nos grandes produtores. A substituição entre o crédito e outras fontes de financiamento ocorria em períodos de taxas de inflação crescentes, pois, ao invés de investir o recurso no setor, os agricultores aplicavam em setores econômicos que lhes retornassem maior lucratividade. Assim, além de não atender aos objetivos do crédito rural, os custos do programa passaram a ser superiores aos benefícios quando a inflação era maior que 20% a.a.. A segunda evidência da ineficácia do crédito rural foi a distribuição do crédito mais concentrada entre os grandes produtores rurais. Segundo Sayad (1978), como os grandes produtores tinham maiores garantias e maior liquidez quando comparados aos pequenos produtores, a maior acessibilidade ao crédito ocorreu para os grandes produtores por apresentarem menores riscos.

Segundo o Censo Agropecuário de 1970, divulgado pelo IBGE (1970), 70% do crédito rural foi destinado a propriedades com mais de 200 hectares, o que demonstra que neste ano o crédito foi distribuído de maneira concentrada entre os grandes produtores. Este fato e o outro fator de ineficácia do crédito para Sayad (1978), possivelmente, reduziram o foco do programa de crédito rural, uma vez que deveria incentivar os investimentos a todos os tipos de produtores, e não apenas aos maiores, bem como financiar o setor, e não em setores econômicos mais lucrativos. Porém, mesmo os grandes produtores reduziram a demanda por crédito em razão das baixas taxas de crescimento da economia nos anos 1980.

Na década de 1990, o país continuou a apresentar baixo crescimento econômico. Porém, diferentemente da década anterior, poucos planos de estabilização da inflação foram lançados. Em 1990, foram lançados também o Programa Nacional de Desestatização – PND, pela lei nº 8.031 (CASA CIVIL, 2010b), visando à redução dos gastos públicos e ao aumento dos investimentos pela iniciativa privada. Além disto, foi lançado o Programa de Estímulo às Privatizações Estaduais - Pepe, com Estados e o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico – BNDES estimulando as privatizações de empresas estaduais. Nessa década, percebe-se também o aumento da participação das empresas privadas em projetos de interesse público, pela iniciativa das Parcerias Público-Privadas – PPP, em que a Administração Pública obtém parceiras com empresas privadas para a realização de projetos.

Outra importante diferença do início da década de 1990 com as décadas anteriores foram a consolidação da liberalização comercial e a melhoria na competitividade de produtos agrícolas e alimentos processados. Embora a liberalização

das exportações agrícolas tenha sido iniciada no final dos anos 1980 e tenha melhorado a relação de troca para os agricultores, foi a partir dos anos 1990 que este processo foi concretizado. Além disso, o subsetor que mais afetou a agricultura no início da década foi o setor de insumos, anteriormente menos competitivo (DIAS; AMARAL, 2001). Segundo Tabellini (2004), a liberalização comercial também foi importante por remover distorções econômicas e criar novas oportunidades ao setor privado, além de disciplinar os instrumentos de governo em razão do aumento dos custos de políticas ineficientes. Em 1995, a liberalização comercial foi efetivada e estendida a outros países da América do Sul, pela institucionalização do Mercado Comum do Sul – Mercosul. Segundo Boneli e Fonseca (1998), com a liberalização comercial, a estrutura produtiva do país se modificou em função do aperfeiçoamento do uso dos insumos, da melhoria na qualidade do produto, dos ganhos de produtividade e de competitividade. Como resultado, os custos de produção se reduziram e os preços se tornaram mais estáveis.

Em 1994, foi colocado em prática o Plano Real que reduziu a taxa de inflação a níveis suportáveis, bem como tendeu a conter os gastos do governo, resultando em estabilização econômica. Segundo Gasques *et al.* (2004b), este fato foi importante para a agricultura, uma vez que, com a inflação alta, os preços dos produtos agrícolas não acompanhavam necessariamente o aumento de seus compromissos financeiros atrelados à inflação. Este ambiente inflacionário e instável se modificou após o Plano Real cujas dívidas não estavam mais sob os efeitos da inflação e, a partir de 1995, houve as renegociações das dívidas agrícolas. Estes fatos permitiram a retomada dos investimentos no setor agrícola.

Assim, a década de 1990 apresentou fatos importantes que mudaram a conjuntura econômica do país. Giambiagi (2002) dividiu os anos 1990 em três fases, a partir destas mudanças: a primeira se inicia em 1990 e vai até junho de 1994 com a criação do plano Real, a segunda vai até 1998 e a terceira segue até 1999. A primeira fase compreende o período de alta inflação que impedia o crescimento do país no longo prazo, mas a partir da criação do Plano Real a inflação foi significativamente reduzida. Porém, nestes oito anos a Conta Corrente do Balanço de Pagamentos mostrou-se deficitária. Em 1999, a mudança na política cambial e a adoção do regime de câmbio flutuante permitiram ao governo maior espaço para reagir às crises externas.

Embora com a inflação controlada, o crescimento econômico foi impedido por crises externas ocorridas em 2001, o qual mostrou a vulnerabilidade da economia brasileira no setor externo. Podem-se citar a crise da Argentina, que decretou a

moratória da dívida pública, e a recessão nos três grandes blocos econômicos, Estados Unidos, Japão e países da Europa. Além disso, a conjuntura internacional foi agravada pelo ataque terrorista aos Estados Unidos no dia 11 de setembro. No mesmo ano, a crise energética afetou todo o território brasileiro, desde consumidores até o setor produtivo, alertando sobre a necessidade de investimentos no setor de energia (GIAMBIAGI, 2002). Com todos esses acontecimentos, a taxa de crescimento do PIB brasileiro ficou em torno de 1,31%, no período 2000-2001, segundo dados do IPEA (2010). Mas, a partir de 2002, a economia retoma a trajetória de crescimento.

Como citado anteriormente, as políticas macroeconômicas interferem na produtividade, mas há também políticas que permitem maior acesso à tecnologia ou estimulam o uso de fertilizante e de outros insumos modernos. Dentre as políticas agrícolas que incentivaram o setor na década de 1990, estão o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar – Pronaf e a Cédula de Produto Rural – CPR, um instrumento alternativo de financiamento agrícola. Também podem ser citados os Contratos de Opções de Venda – COV, o Prêmio de Escoamento da Produção – PEP e os Planos de Safra Anuais, que buscaram incentivar o setor. A política agrícola mudou a partir da década de 1990, em razão da falta de recursos da União como foi na década de 1980, o que forçou a redução do montante de recursos destinados ao crédito rural. Dessa forma, o Estado passou a atuar de forma mais afastada já que antes era o gerador de divisas do crédito agrícola no país.

Outro importante fator para o crescimento do PIB agrícola foi a criação do Programa de Modernização da Frota de Tratores Agrícolas e Implementos Associados e Colheitadeiras - MODERFROTA, em 2000, que resultou no aumento do uso de máquinas agrícolas. Ferreira Filho e Felipe (2007) argumentaram que o programa foi importante por viabilizar a conversão de pastagens em lavouras, pela maior intensidade no uso de máquinas e implementos agrícolas no país. Além disso, o número de tratores de maior potência aumentou em razão do aumento da área cultivada, sendo que os tratores de potência média e grande (de 101 a 199 CV) representaram, a partir de 2000 até 2005, 99% do consumo de tratores no Brasil.

Outra importante modificação, no que tange à postura do governo frente à agricultura, é a menor intervenção. Durante a década de 1980, os gastos públicos com a agricultura foram significativos quando comparados com outras despesas do governo. Mas esse quadro se modificou a partir da década de 1990. A Tabela 5 mostra os gastos públicos totais do governo, os gastos com a agricultura e organização agrária e o

percentual que a agricultura representou destes gastos ao longo das décadas de 1980, 1990 até o ano de 2005. Os dados mostram que, em valores de 2005, os gastos com a agricultura aumentaram em determinados períodos, mas não de forma consistente. Em 25 anos, os gastos públicos no setor agrícola cresceram, em média, 8,5% a.a. Já os gastos do governo elevaram-se, em média, em 10,2% a.a.. Analisando a participação dos gastos públicos no setor agrícola em relação aos gastos públicos totais, percebe-se que este tendeu a aumentar de 1980 a 1987. No ano de 1987, esta participação atingiu o maior valor, alcançando 12,0%, mas, a partir deste ano, o percentual de gastos com a agricultura tendeu a se reduzir para valores menores, alcançando 2%, a partir de alguns anos da década de 1990.

Tabela 5 – Gasto total do Governo e gastos públicos com a agricultura e organização agrária - 1980/2005 (em R\$ milhões de 2005)

Ano	Gastos com a Agricultura e Org. Agrária <sup>4</sup>	Taxa de Cresc. (%)	Gasto Total do Governo	Taxa de Cresc. (%)	Gastos com a Agricultura/ Gasto Total (%)
1980	12.924	-	171.440	-	7,5
1981	6.883	-46,7	154.653	-9,8	4,5
1982	9.009	30,9	162.115	4,8	5,6
1983	9.383	4,2	153.125	-5,6	6,1
1984	6.406	-31,7	145.417	-5,0	4,4
1985	6.052	-5,5	172.292	18,5	3,5
1986	21.261	251,3	298.882	73,5	7,1
1987	32.386	52,3	271.129	-9,3	12,0
1988	29.294	-9,6	339.28	25,1	8,6
1989	15.404	-47,4	798.44	135,3	1,9
1990	22.209	44,2	1.144.905	43,4	1,9
1991	20.73	-6,7	472.958	-58,7	4,4
1992	14.918	-28,0	594.75	25,8	2,5
1993	17.452	17,0	688.245	15,7	2,5
1994	18.386	5,4	498.588	-27,6	3,7
1995	22.938	24,8	433.585	-13,0	5,3
1996	15.936	-30,5	453.169	4,5	3,5
1997	20.449	28,3	599.567	32,3	3,4
1998	15.137	-26,0	684.07	14,1	2,2
1999	16.191	7,0	646.612	-5,5	2,5
2000	10.993	-32,1	561.448	-13,2	2,0
2001	10.986	-0,1	618.363	10,1	1,8
2002	9.778	-11,0	623.952	0,9	1,6
2003	9.183	-6,1	570.911	-8,5	1,6
2004	10.845	18,1	575.154	0,7	1,9
2005	12.066	11,3	606.933	5,5	2,0
Total	397.199	-	11.295.078	-	
Taxa de cresc. Média (%)		8,5		10,2	

Fonte: Elaborado pela autora a partir de Gasques, Villa Verde e Bastos, 2006

Esses dados demonstram que nos últimos anos os governos vêm direcionando menores volumes de recursos para o setor, apesar do expressivo aumento nos gastos públicos, exceção dos anos 2004 e 2005, em que voltaram a aumentar. Segundo Gasques, Villa Verde e Bastos (2006), a participação dos gastos da agricultura em relação aos gastos totais do governo pode representar a proteção do Estado na agricultura, uma vez que estes recursos visam incentivar e subsidiar o setor. Entretanto,

<sup>4</sup> A partir do ano 2000, os gastos com a agricultura foram divididos em duas funções: Função Agricultura e Função Organização Agrária. Para mais detalhes ver Gasques, Villa Verde e Bastos (2006).

nesse caso, os autores ressaltaram que foram incluídos gastos que normalmente são destinados à agricultura e, portanto, não podem ser denominados gastos com proteção ao setor. Porém, para a OECD (2005), o Brasil está entre os países com o menor grau de proteção à agricultura. Esse fato pode ser comparado pela redução dos gastos do governo ao longo das últimas décadas, uma vez que houve diminuição do percentual destinado às políticas de crédito rural e de sustentação de preços e renda. Baseados em estudo da FAO, Gasques, Villa Verde e Bastos (2006) sugeriram que essa proporção deveria estar em torno de 9,0% no Brasil, cujo valor se refere à razão do PIB agrícola e ao PIB total do país.

Com a redução dos investimentos no setor agrícola, a partir da década de 1980, o efeito na agricultura poderia ter sido o menor aumento da produtividade e produção e, possivelmente, efeitos negativos na competitividade externa e nas perspectivas de crescimento sustentável de longo prazo. Porém, dado o desempenho do setor agropecuário nos últimos anos, outras variáveis podem ter contribuído para o crescimento do produto, anulando os efeitos do baixo investimento público no setor. Assim, as mudanças no padrão de crescimento da agricultura, desde 1970, ocorreram em razão do aumento da produtividade, como resultado de políticas macroeconômicas, de políticas setoriais, da conjuntura externa, de fatores políticos, da política agrícola e da liberalização do comércio, que influenciaram positivamente o desempenho do setor no crescimento do produto agropecuário brasileiro. Podem-se citar, também, alterações nos preços relativos dos insumos, alterações climáticas, características dos produtores, políticas macroeconômicas e setoriais, gastos do governo, inovações técnicas, e investimentos em infraestrutura, educação e crédito rural.

## **2.1 Contexto econômico dos determinantes da PTF**

A seguir, serão descritas as características dos determinantes do crescimento econômico a serem analisados no presente trabalho, bem como um breve histórico dos principais acontecimentos e modificações que ocorreram e podem ter influenciado o setor agropecuário no período de 1970 a 2006 em relação a cada variável a ser utilizada, como infraestrutura, educação e crédito rural. A infraestrutura pode ser dividida em infraestrutura econômica que compreende os setores de telecomunicações, energia e

transporte, mas na agropecuária também há a infraestrutura de irrigação e de armazenagem.

### 2.1.1. Infraestrutura econômica

A infraestrutura é composta pelos setores de energia (petróleo e energia elétrica), de telecomunicações e de transportes (rodoviário, hidroviário, portuário e ferroviário) que compõem o setor produtivo da economia.

A ligação entre infraestrutura e crescimento econômico apresentada por Ferreira (1996) e Rigolon e Piccini (1997) diz que os retornos dos insumos privados são afetados pelo capital em infraestrutura, estimulando investimento e trabalho. Isso ocorre uma vez que para dada quantidade de capital privado o produto final é afetado por melhorias nas estradas, barateamento e maior abundância de energia e comunicação. Conseqüentemente, a produtividade dos fatores privados aumenta, reduzindo o custo por unidade de insumo e elevando a remuneração dos fatores. Esta remuneração, por fim, estimularia tanto o investimento quanto o emprego.

No Brasil, os investimentos em infraestrutura foram elevados durante o Plano de Metas (1957-1961) que contemplava setores de energia, transporte, alimentação, indústrias de base e educação. Também houve investimentos nesses setores com o I e o II PND. Com a crise nos anos 1980, os investimentos a estes setores se reduziram (FERREIRA; MALLIAGROS, 1999).

Segundo Ferreira e Malliagos (1999), com a Constituição de 1988, os recursos próprios das estatais foram significativamente reduzidos em função da promulgação do fim dos tributos vinculados a setores de energia, rodovias e telecomunicações. Na década de 1990, os investimentos em infraestrutura foram trocados por investimentos na área social, e as privatizações ocorreram em alguns setores da economia para reduzir os gastos públicos federais e para passar ao setor privado a continuidade dos investimentos em infraestrutura que haviam sido reduzidos no país.

Bernard e Garcia (1997) argumentaram que em países em desenvolvimento como o Brasil, os recursos públicos destinados aos investimentos em infraestrutura são escassos. Como exemplo, outros países utilizaram o capital privado de forma eficiente através dos investimentos em estradas. Desta forma, faz-se necessário que o capital privado preencha essa lacuna e permita que o país cresça.

Com exceção do setor de telecomunicações, que sofreu avanços em razão das privatizações da década de 1990 e do lançamento, em 2007, do Programa de Aceleração do Crescimento – PAC, com prioridades em investimentos em infraestrutura para estimular o setor produtivo e o crescimento do país (PAC, 2010), pouco foi modificado nos investimentos em infraestrutura, nos últimos anos. Com infraestrutura precária, há dificuldade de obter crescimento econômico sustentado (PÊGO FILHO et al.;1999, SILVA; FORTUNATO, 2007).

- **Setor de energia Elétrica**

O setor de energia elétrica era regido pela União que detinha a competência de legislar e outorgar os serviços do setor de energia elétrica e das águas a partir do Código das Águas de 1934. Entre 1956 e 1961, o setor foi fortemente incentivado pela política desenvolvimentista da União (WORLD BANK, 2008).

Segundo Ferreira e Malliagos (1999), com a criação da Eletrobrás em 1962, o governo participava com 64% da capacidade de geração de energia, alcançando, na década de 1980, participação majoritária no setor. Os investimentos durante a década de 1970 aumentaram a capacidade instalada com destaque para Itaipu, um dos principais projetos de geração de energia do País. Entretanto, a partir da década de 1980, os investimentos estatais se reduziram e o capital privado passou a ter maior participação nos investimentos no setor elétrico. Com relação ao consumo e à produção de energia, estas cresceram ao longo das últimas décadas, principalmente a partir dos anos 1980.

Na década de 1990, as privatizações no setor foram incentivadas em razão da ineficiência econômica e da vulnerabilidade do sistema financeiro. Em 1996, foi criada a Agência Nacional de Energia Elétrica - ANEEL, que, por se tratar de um órgão autônomo, marcou a mudança no setor elétrico brasileiro. O setor passou a contar com grande participação do setor privado na geração, distribuição e comercialização de energia (WORLD BANK, 2008).

Em razão da estabilidade econômica, desde o Plano Real, o consumo de energia aumentou significativamente. Em 2001, como a oferta de energia não conseguia atender à demanda, aliada à redução do nível de chuvas, o Governo Federal adotou o plano de racionamento de energia, estendido a toda a população. A partir da crise energética, a União procurou dividir as funções do setor entre os órgãos estatais como a ANEEL e o Ministério de Minas e Energia – MME (WORLD BANK, 2008).

Com a crise, iniciou-se o debate sobre a utilização de energias alternativas no país, de modo que elas pudessem substituir a energia elétrica, evitando futuras crises. A Tabela 6 mostra a Matriz energética do país no ano de 2007. Do total de energia gerada no país, 67,4% é originária de força hidráulica, seguida por gás, biomassa e petróleo, com percentuais de 10,50%, 5,95% e 5,41%, respectivamente, importando 6,96% de energia de outros países. A participação das demais energias utilizadas no país foi menor que 2%, demonstrando que a matriz energética do país é formada, em sua maioria, de energia elétrica, devido ao grande potencial hidráulico que o país possui.

Tabela 6 – Matriz de energia no Brasil, 2007

Tipo	Capacidade Instalada		
	Número de usinas	(KW)	% (KW)
Hidro	852	79.182.326	67,44
Gás	127	12.331.101	10,50
Importação <sup>a</sup>	-	8.170.000	6,96
Petróleo	837	6.347.377	5,41
Biomassa <sup>b</sup>	368	6.989.622	5,95
Nuclear	2	2.007.000	1,71
Carvão Mineral	9	1.594.054	1,36
Eólica	45	794.334	0,68
Total	2.240	117.415.814	100,00

Fonte: ANEEL, 2010

a: Importada de: Paraguai, Argentina, Venezuela e Uruguai.

b: Composto de bagaço de cana, licor negro, madeira, biogás e casca de arroz.

#### • **Setor de Telecomunicações**

No início da década de 1960, o sistema de telefonias do país era privado, mas a partir de 1967, com o decreto-lei nº 162, a União passou a ser responsável pela prestação desse serviço. Em 1972, foi criada a Telecomunicações Brasileiras S.A. – Telebrás - para melhorar a infraestrutura do setor, cujo resultado foi o aumento dos investimentos destinados ao setor de telecomunicações. Isto acarretou aumento do número de telefones e de chamadas de discagem diretas à distância - DDD. A partir de 1978, embora os investimentos não fossem elevados, tanto o número de telefones como de ligações de DDD aumentaram nos anos posteriores (FERREIRA, MALLIAGROS, 1999).

Na década de 1990, o setor passou por grandes transformações, como a privatização da Telebrás, em 1998, e a criação da Agência Nacional de

Telecomunicações – ANATEL. Estas agências estimularam a competição no setor e, juntamente com as políticas de maior acesso da população aos serviços básicos, culminaram no aumento do número de telefones instalados até 2001. A partir deste ano, o crescimento da telefonia fixa se torna mais estável, mas, diferentemente, a demanda por telefonia celular tem crescido substancialmente. Além do aumento da demanda, todas as transformações foram responsáveis pelas melhorias na qualidade dos serviços de telecomunicações (SILVA, FORTUNATO, 2007).

Cabe ressaltar que os investimentos na telefonia celular e convencional permitiram maior oferta dos serviços, já que, segundo Ferreira e Malliagos (1999), a oferta ainda não era capaz de atender a toda a demanda por novas linhas telefônicas. Segundo o Relatório publicado pela Anatel (2009), o número de telefones tem crescido substancialmente. Entre 1972 e 2009, houve um crescimento de 16.469,2% segundo os dados da Anatel (2009), visto que em 1972 existiam 1,3 milhões de telefones, enquanto esse número cresceu para 215,4 em 2009. Em relação à densidade da telefonia móvel no Brasil (para cada 100 habitantes), segundo Silva e Fortunato (2007), era de 0,5 em 1994, crescendo em 1998 para 4,5 e atingindo 53,61 em 2007. Para esses autores, o aumento do uso de telefones celulares ocorreu em razão da maior competição entre as empresas após o processo de privatizações.

- **Setor de Transportes**

Segundo Silva e Fortunato (2007), o Brasil possui uma das maiores redes hidrográficas do mundo, com cerca de 42.000 km de vias navegáveis. Mas apenas 8.500 km são utilizados no transporte hidroviário. O transporte rodoviário é o mais utilizado no país, embora não seja o meio de transporte menos custoso para a agricultura. Em 2005, a participação do transporte rodoviário no transporte total do país correspondeu a 61,10% (Figura 1).

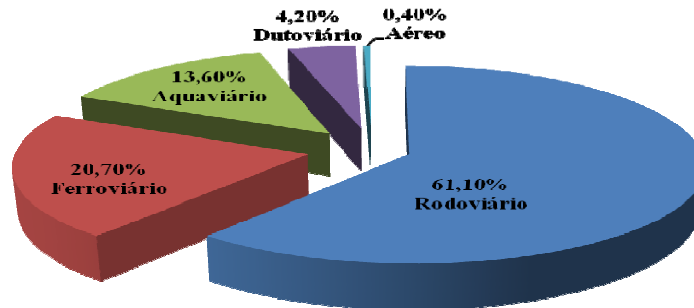


Figura 1 – Matriz de transporte de cargas no Brasil, 2006  
 Fonte: Boletim Estatístico - CNT, 2009

Existem vários fatores para essa diferença nas participações no transporte brasileiro. Segundo Ferreira e Malliagos (1999), foram construídas muitas rodovias no país durante o governo JK (1956-1961) com o objetivo de estimular a indústria automobilística, e os investimentos foram continuados nos governos seguintes. Outra justificativa é dada por Plá e Salib (2003), já que os investimentos em rodovias seriam menores do que em ferrovias, atrelado ao fato de o transporte rodoviário ser mais flexível ao permitir a entrega diretamente ao comprador, sem carecer de portos de desembarque.

Com relação às ferrovias, na década de 1950, foram unificadas aquelas que pertenciam à União e, em 1957, foi criada a Sociedade Anônima Rede Ferroviária Federal S.A. – RFFSA (DNIT, 2010). No início dos anos 1970, segundo Ferreira e Malliagos (1999), as ferrovias deixaram de ser lucrativas, o que levou à desativação da maioria delas e sua substituição por rodovias. Porém, houve ligeiro aumento no uso das ferrovias a partir de 1973, em função do aumento do transporte de minério de ferro até o porto de Tubarão pela Estrada de Ferro Vitória-Minas (EFVM) e pela construção, na década de 1980, da Estrada de Ferro de Carajás (EFC), com o objetivo de transportar minério de ferro da Serra de Carajás, no Pará, até o Porto de Ponta Madeira, no Maranhão. Esses dois fatores levaram a aumentos da participação do setor na carga transportada no país. Segundo o Departamento Nacional de Infraestrutura Terrestre – DNIT (2010), com a redução significativa dos investimentos nas ferrovias, desde a década de 1980, a RFFSA foi substituída pela Companhia Brasileira de Transporte Urbano – CBTU, e o governo colocou em prática concessões desses serviços de transporte para a iniciativa privada. Com o PND, a RFFSA foi privatizada entre os anos de 1995 e 1999, período no qual as estradas de ferro foram paulatinamente repassadas

para as novas proprietárias, como a Companhia Vale do Rio Doce que passou a explorar a Estrada de Ferro Vitória-Minas e a Estrada de Ferro de Carajás. Como se pode observar na Figura 1, este meio de transporte atualmente é o segundo mais utilizado. Contudo, sua participação na matriz de transporte do país ainda é significativamente menor quando comparada às rodovias, sendo 20,70% e 61,10%, respectivamente.

Os investimentos no setor de transporte se reduziram drasticamente na década de 1980, devido à crise fiscal e à crise externa. No início da década de 1990, com as privatizações e as concessões de pedágios às empresas privadas nas rodovias, os investimentos do governo se reduziram ainda mais em todos os tipos de transporte do país (Figura 2). Já na segunda metade da década de 1990, os investimentos em transporte voltaram a crescer, embora de modo significativamente menor do que os investimentos de décadas anteriores. As ferrovias e os portos recebem as menores parcelas desses investimentos, e as rodovias ainda recebiam a maior parte destes investimentos conforme exposto na Figura 2.

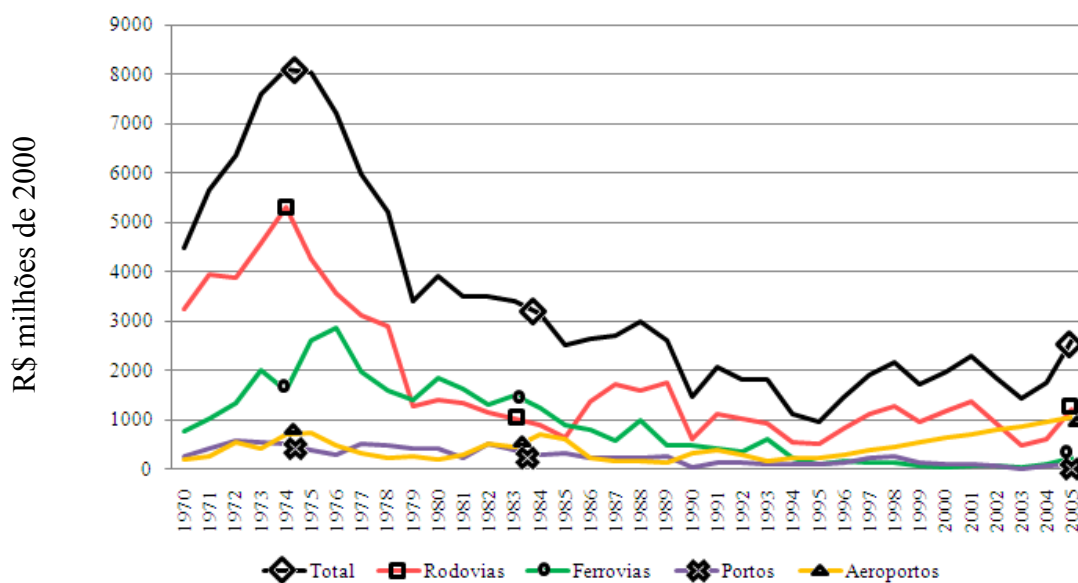


Figura 2 - Investimentos em Transportes, Brasil, 1970-2005 (R\$ milhões de dezembro de 1995)  
 Fonte: Ferreira e Malliagos, 1999

Essa situação se modificou a partir de 2002 pela razão de os investimentos em aeroportos ultrapassarem os investimentos em rodovias que persistiu até 2005. Contudo, desde o início da década de 1990, tanto os investimentos em portos quanto os investimentos em ferrovias, foram aqueles que receberam menor parcela de investimentos no setor de transporte, fato que não se modificou até o ano de 2005.

Já o sistema portuário do país era significativamente precário. Segundo Ferreira e Malliagros (1999), a participação do setor no transporte nacional foi pequena nas décadas de 1970 e 1980. Em 1975, criou-se a Empresa dos Portos do Brasil S.A. – PORTOBRÁS, a fim de controlar, supervisionar e explorar os portos e hidrovias do país. Em 1985, com a construção de terminais marítimos para o transporte de minério de ferro e petróleo, o setor se recuperou em função das exportações. Entretanto, em razão de alguns problemas no setor, a Portobrás foi extinta e, em 1992, aprovou-se uma lei para eliminar as deficiências nos portos com objetivos de melhorar os portos brasileiros.

Como o escoamento de grãos é feito em sua maioria por rodovias, a precariedade das estradas e as longas distâncias percorridas inviabilizam a competitividade do setor, já que ele seria mais competitivo se o escoamento fosse via hidrovias ou ferrovias. Isso ocorre uma vez que na maioria das culturas são transportados grandes volumes de produtos e com concentração em determinadas épocas do ano, além do valor do frete ser menor que via rodovias (PLÁ; SALIB, 2003).

### 2.1.2. Área Irrigada

A irrigação tem se intensificado ao longo dos anos nas áreas rurais do país, principalmente em regiões mais áridas. Parcela significativa dos produtores opta pelo método de irrigação para tentar contornar períodos com reduções ou ausência de precipitações e possíveis perdas na colheita.

De acordo com os dados dos Censos Agropecuários, desde 1970, houve aumento de 460% na área irrigada do país até 2006. Em 1970, a área irrigada correspondia a 795.250 hectares alcançando 4.453.925 em 2006, conforme mostrado na Figura 3. O aumento da área de lavouras, pastagens e matas naturais apresentou crescimento de 17,56% no mesmo período, o que demonstra que a área irrigada tem crescido consideravelmente no Brasil ao longo dos últimos anos.

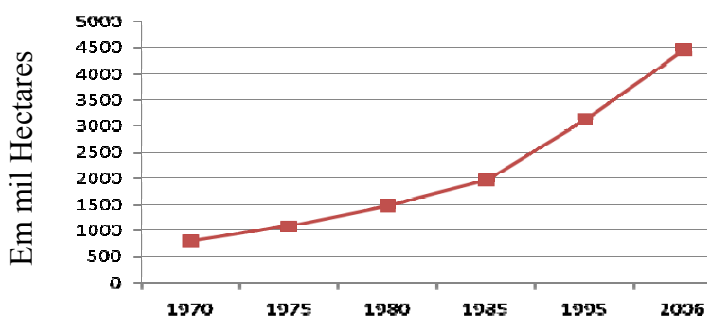


Figura 3 – Área irrigada no Brasil, 1970-2006 (em mil hectares).  
 Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados dos Censos Agropecuários.

### 2.1.3. Armazenagem

De acordo com Nogueira Junior e Tsunechiro (2005), a capacidade de armazenagem do País ainda não acompanha o expressivo aumento da produção de grãos. Em 1975, foi criado o Programa Nacional de Armazenagem – PRONAZEM, que injetou recursos federais no aumento da capacidade de armazenamento, mas essa dispersão entre a capacidade de armazenamento e o aumento da produção não se modificou. Entre 1994 e 2003, a produção de grãos aumentou 62,1%, enquanto a armazenagem, apenas 7,4%.

Ao comparar o sistema de armazenamento no país com os Estados Unidos, apenas 10% da capacidade armazenadora estão nas unidades de produção, enquanto este percentual alcança 57% nos EUA. Os demais armazéns se encontram nas áreas portuárias, e a maioria nos centros urbanos. Dos 13.836 armazéns cadastrados na Conab em 2004, a capacidade de armazenamento era de 95.883 mil toneladas. Porém, desse total, 10.546 unidades ou 76,2% são da iniciativa privada, enquanto 19,3% são de cooperativas (NOGUEIRA JUNIOR; TSUNECHIRO, 2005).

A capacidade estática dos armazéns<sup>5</sup> do país, cadastrada na Conab em 2005, foi de 106,54 milhões de toneladas. Dentre os estados, foram selecionados aqueles que possuíam mais de 5% dessa capacidade. O estado do Paraná é o que possui maior parcela da capacidade instalada dos armazéns, correspondendo a 21,8% (Figura 4). A seguir vêm os Estados do Rio Grande do Sul com 19,9%, Mato Grosso com 15,1% e Goiás com 10,5%. Posteriormente, os estados de São Paulo, Minas Gerais e Mato

<sup>5</sup> Esta capacidade se refere à quantidade de grãos que pode ser guardado dentro de uma unidade armazenadora. Nesse caso, a capacidade estática do país é a quantidade adequada total de armazenamento de grãos.

Grosso do Sul, com menos de 10% cada um e, juntando os demais estados, sua capacidade de armazenamento soma 11,9%.

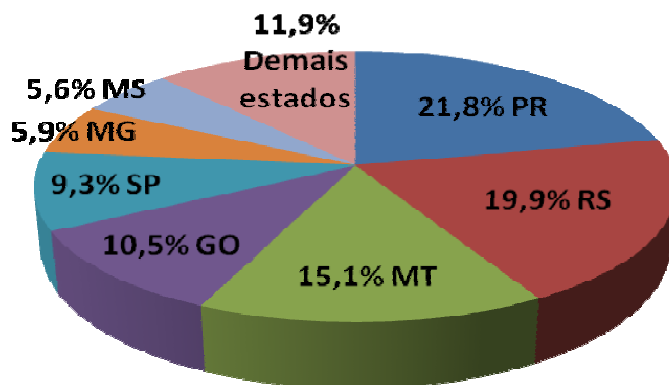


Figura 4 - Capacidade estática de armazéns cadastrados na CONAB, em 2005  
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados da CONAB, 2010

Dada a importância da armazenagem, Nogueira Junior e Tsunechiro (2005) ressaltaram que tal importância se divide em dois objetivos: atender à demanda em períodos de entressafra e constituir uma estratégia que possibilite maior competitividade internacional. Dessa forma, os estados que têm maior número de armazéns podem ser mais estratégicos, ou ainda, pela necessidade do maior número de armazéns, como os estados das regiões Nordeste e Centro Oeste, por estarem mais distantes dos centros de comercialização e dos portos.

#### 2.1.4. Crédito rural

A criação do Sistema Nacional de Crédito Rural - SNCR, em 1965, foi um marco na agricultura do país para o financiamento da produção e modernização agrícola. Almeida e Zylbersztajn (2008) dividem em três fases o crédito agrícola brasileiro. A primeira fase se inicia em 1965 – Criação do SNCR, na segunda fase ocorre a criação do PRONAF, em 1995, e a terceira fase compreende a criação da CPR Financeira, em 2000 e do MODERFROTA, em 2002.

Durante as décadas de 1960 e 1970, o governo atuou de forma a incentivar a modernização agrícola e o consequente desenvolvimento das cadeias agroindustriais. Nos anos 1970, o volume de crédito ofertado aumentou significativamente e era subsidiado a taxas de juros negativas. Ao final desta década, com a crise fiscal e a inflação, o Estado diminuiu a participação do Tesouro Nacional no financiamento do

crédito. Os problemas dessa primeira fase eram: a distribuição desigual do crédito, concentrando-se nos grandes produtores, o aumento do crédito maior que o aumento da produção e o impacto na política monetária quando se tornou dependente da aplicação compulsória nos bancos (ALMEIDA; ZYLBERSZTAJN, 2008).

A partir da década de 1980 até 1998, o crédito rural é marcado pela redução da participação do Estado, além do aumento das taxas de juros, da maior importância às políticas de combate a inflação e de ajuste ao setor externo. A redução do volume de crédito ofertado com a extinção da conta movimento do Banco do Brasil, que ofertava o crédito em decorrência da contração monetária, culminou na criação da poupança rural, que passou a ofertar grande parcela de recursos à agricultura. O governo focalizou a agricultura familiar com a criação do PRONAF e do Programa de Geração de Emprego e Renda – PROGER Rural, em 1995, e do Programa de Securitização de dívidas. Com o Pronaf, a União passou a direcionar, com mais intensidade, os recursos do crédito ao agricultor familiar, quando comparado aos anos interiores.

A terceira fase mostra maior distribuição do crédito com o aumento da participação das cooperativas de produção e de crédito, além da criação da Cédula de Produto Rural – CPR e dos novos títulos do agronegócio como o Certificado de Depósito Agropecuário (CDA), o *Warrant* Agropecuário (WA), Certificado de Direitos Creditórios do Agronegócio (LCA) e o Certificado de Recebíveis do Agronegócio (CRA). Estas iniciativas permitiram maior integração entre a agricultura e o mercado de capitais e, com o lançamento do MODERFROTA, em 2002, permitiu maior acesso dos produtores rurais a novas máquinas agrícolas (ALMEIDA; ZYLBERSZTAJN, 2008). Além disso, a criação da CPR, em 2000, estabeleceu um instrumento alternativo de financiamento ao permitir a venda do produto, antes mesmo da época de colheita, a uma data estabelecida antes de ocorrer a colheita.

#### 2.1.5. Educação

Segundo Freitas e Bacha (2004), o termo capital humano é definido como o conhecimento acumulado por trabalhadores e empresários que repercute em aumento da produtividade do trabalho. Assim, segundo Jones (2000), a acumulação de capital humano pelas pessoas ocorre com o aprendizado de novas técnicas, instruindo-se mais e adquirindo novas habilidades.

A relação entre educação e crescimento econômico ocorre uma vez que ao expandir a educação, a produtividade do trabalho aumenta, aumentando salários, gerando crescimento econômico e reduzindo a pobreza (BARROS; HENRIQUES; MENDONÇA, 2002).

Ao se analisar a taxa de analfabetismo no Brasil das pessoas com 15 ou mais anos de idade, tem sido decrescentes desde 1950. Em 1950, a taxa de analfabetismo era de 50,30% e alcançou 13,63%, em 2000, segundo dados do IBGE (2010).

Com relação à qualidade do ensino dos estudantes de até 15 anos, Rigotto e Souza (2005) analisaram os resultados de testes de matemática e português nos anos recentes. De forma geral, o desempenho foi fraco para todos os níveis de escolaridade. O fraco desempenho dos alunos da oitava série de escolas de ensino fundamental em português é justificado pelos autores pela ausência de bibliotecas em 73% das escolas, o que dificultaria o desenvolvimento do hábito de leitura e, conseqüentemente, o melhor desempenho em interpretações de textos e redações. Já os estudantes do terceiro ano do Ensino Médio não atingiram a pontuação mínima em português. Em matemática, os mesmos alunos também tiveram baixo desempenho, concluindo que o acúmulo de deficiências durante o Ensino Fundamental e o Ensino Médio será prejudicial a estes alunos no desempenho no Ensino Superior e na vida profissional.

Segundo Rigotto e Souza (2005), os principais fatores do baixo rendimento nos testes destes alunos que concluem o terceiro ano se referem à frequência nas escolas em horário noturno, frequentar escolas públicas, conciliar o trabalho com os estudos e estarem acima da idade considerada adequada para esta escolaridade. A baixa qualificação e a má remuneração dos professores também podem ser ligadas à baixa qualidade do ensino.

De acordo com o Sistema Nacional de Avaliação da Educação Básica – SAEB (SAEB; 2003, 2005), o desempenho dos alunos da educação básica no país é abaixo do nível desejável para cada série analisada. O SAEB aplica provas de português e matemática para avaliar o desempenho de alunos da 4ª e 8ª séries do Ensino Fundamental e de alunos do 3º ano do Ensino Médio, de escolas particulares, estaduais, municipais e federais, para cada unidade de federação. Esta pesquisa é realizada pelo Instituto Nacional de Estudos e Pesquisas Nacionais Anísio Teixeira - INEP, desde 1990. Além disso, são aplicadas provas a professores e diretores para avaliar, além do aprendizado escolar, a infraestrutura das escolas e a capacitação dos professores. Também são analisados o número de matrículas, o percentual de escolas com

bibliotecas, as repercussões do grau de evasão e a reprovação nos resultados obtidos por esses alunos.

De forma geral, os resultados para todos os estados se encontraram abaixo da média desejável para cada série, tanto em matemática quanto em português. Os piores resultados no desempenho dos alunos foram obtidos nas escolas públicas, principalmente na educação básica, 4ª série. Além disso, em 2003, apenas 45,9% dos alunos estavam matriculados em escolas com bibliotecas (SAEB/INEP, 2004; 2007). Como no meio rural, baixa parcela do pessoal ocupado tem o ensino médio completo, e esses resultados demonstram que a baixa qualidade da educação no Brasil se reflete no meio rural, o que prejudica o acúmulo de capital humano e, conseqüentemente, o crescimento do produto e da condição de vida dos trabalhadores do meio rural.

Segundo os dados do SAEB/INEP (2007), dos alunos da 4ª série do meio rural os alunos das regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste apresentaram médias de proficiência nos exames de português e matemática, acima da média do país. Como as regiões Norte e Nordeste se encontram abaixo da média do país, há necessidade de melhorar a qualidade da educação rural nestas duas regiões. Ao comparar a pesquisa anterior, do ano de 2003, os alunos da região Norte do meio rural estavam com notas acima da média nacional, enquanto o Nordeste ainda estava abaixo desta Média.

Com relação ao ensino superior, segundo Rigotto e Souza (2005), ele foi incentivado no país a partir de 1970, em razão do aumento nos recursos orçamentários para ampliação das universidades.

Para analisar a qualidade do ensino superior no Brasil, os alunos são avaliados pelo Exame Nacional de Desempenho dos Estudantes – ENADE, criado em 2005. Este substituiu o Exame Nacional de Cursos (Provão), criado em 1996. Dos seis cursos de maior relação candidato/vaga, os melhores resultados foram obtidos pelo ensino superior público. A justificativa é dada pelo processo de seleção mais concorrido, por maiores investimentos em pesquisas, pelo treinamento de professores e pelos planos de carreiras (RIGOTTO; SOUZA, 2005).

Com relação aos investimentos públicos em educação em relação ao PIB, no País, este percentual se manteve em torno de 4,5% a 5,1%, entre os anos de 2000 e 2007 segundo dados do Inep (2010). Além disso, 80% desses mesmos gastos são destinados à educação básica e o restante ao ensino superior, sendo que a maior parcela dos gastos do Ensino Básico são destinados ao Ensino Fundamental, que vai da 1ª à 4ª série. Neste

período de ensino, são ensinadas as funções básicas de ler e escrever, na disciplina de português, e as contas básicas na disciplina de matemática.

Contudo, parcela significativa dos investimentos é destinada às áreas urbanas. Nas áreas rurais, tanto a taxa de não-matrículas quanto a evasão escolar são maiores que no meio urbano. Entretanto, ao longo dos últimos anos, a frequência escolar e os anos de estudo da população escolar do meio rural têm crescido. A educação tem sido mais incentivada no país, embora ainda tenha muito que expandir. Cursos superiores cujo foco é a produção agrícola, como melhorias de sementes e solos, o agronegócio, as melhorias de combate a pragas e o aumento da tecnologia, têm incentivado a continuidade dos filhos dos trabalhadores rurais, a fim de capacitá-los ainda mais e dar continuidade com qualidade ao trabalho no meio rural.

Outro elemento do capital humano que deve ser analisado são os investimentos em saneamento e saúde. De acordo com os dados obtidos do IPEA (2010), os gastos com essa função no país aumentaram significativamente, a partir de 1995. De 1970 até 1985 os gastos com essa função foram quase próximos de zero. Entretanto, a partir de 1995, esses gastos representaram R\$7.201,4 milhões e passaram para R\$32.528,5, conforme Figura 5.

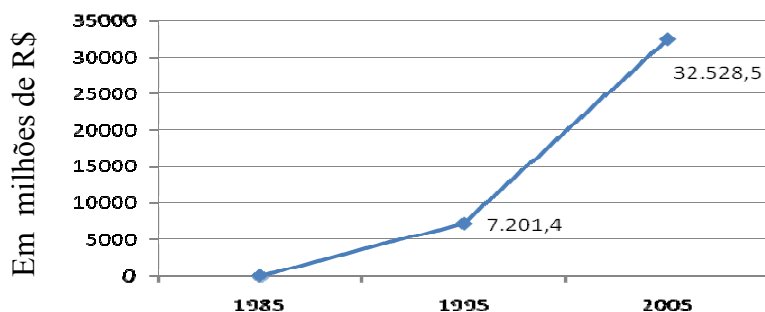


Figura 5 – Despesas por função saúde e saneamento (em milhões de R\$), 1970-2005  
Fonte: Elaborado pela autora a partir dos dados do IPEA, 2010

Desta forma, essa função tem ganhado papel importante no país ao longo dos anos e, conseqüentemente, influi diretamente no capital humano.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

O termo PTF surgiu do artigo pioneiro de Solow (1956), quando este estudava o crescimento econômico dos Estados Unidos ao longo do século XX, a partir de dado estoque de capital e trabalho, que, ao serem combinados, produziram um nível de produto Y. Este autor percebeu que o crescimento não podia ser explicado apenas pelo aumento dos fatores de produção capital e trabalho, mas que havia outra fonte de crescimento. Segundo Jorgenson e Griliches (1967), Boneli e Fonseca (1998) e Nadiri (1970), este outro fator que também explicaria o crescimento foi denominado de resíduo de Solow e também ficou conhecido, na literatura, como Produtividade Total dos Fatores (PTF) ou ainda como índice de progresso tecnológico para Nadiri (1970) ou como residual para Baier, Dwyert e Tamura (2006) e Nadiri (1970).

Posteriormente, o trabalho de Solow (1956) foi denominado como Modelo de Crescimento Exógeno ou Modelo de crescimento Neoclássico. O modelo é do tipo exógeno, uma vez que a mudança tecnológica é determinada fora do modelo, no qual há a produção de um único bem (homogêneo). Como ressalta Jones (2000), esta última hipótese pressupõe que não há comércio, já que apenas um bem é produzido. O modelo também pressupõe que não há ineficiência na produção.<sup>6</sup>

O modelo parte de uma função de produção e uma equação de acumulação de capital. A primeira é definida como função de produção do tipo Cobb-Douglas<sup>7</sup>, dada por:

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

em que Y é o produto da economia; K, o capital; L, o trabalho; e  $0 < \alpha < 1$ .

---

<sup>6</sup> Há três tipos de eficiência existentes em que as firmas precisam optar pela melhor decisão a ser tomada com relação aos recursos utilizados e evitar desperdícios: eficiência de escala (escolha do nível de produção ótimo), eficiência alocativa (escolha dos insumos que minimizam os custos) e eficiência técnica (obter o máximo de produto com o mínimo possível de insumos).

<sup>7</sup> Ferranti *et al.* (2005) justificaram que o uso de uma função do tipo Cobb Douglas permite analisar a contribuição dos fatores de produção e identificar como esses fatores influenciam o contexto da produção agrícola. Esse tipo de função é mais adequado para estimar os determinantes da PTF.

A segunda expressão base do modelo de Solow é a de acúmulo de capital, que é dada por:

$$\dot{K} = sY - \delta K \quad (2)$$

em que  $\dot{K}$  é a variação no estoque de capital no tempo;  $sY$ , o montante de investimento bruto; e  $\delta K$ , o montante da depreciação do capital.

No modelo, os retornos de escala são do tipo constante (função homogênea de grau 1). Nesta economia, os trabalhadores recebem um salário  $w$  para cada unidade de trabalho, e cada unidade de capital recebe o aluguel  $r$  a cada período de tempo. Logo, as empresas se deparam com o seguinte problema de maximização dos lucros:

$$\max_{K,L} \pi = F(K, L) - rK - wL, \quad (3)$$

em que o problema de maximização dos lucros envolve a função de produção menos os custos.

Se há muitas empresas e o produto é homogêneo, o mercado é caracterizado como de concorrência perfeita. Desta forma, as empresas vão maximizar seus lucros pagando, tanto ao capital quanto ao trabalho, valores equivalentes aos seus respectivos produtos marginais. Assim, as empresas irão contratar até que o valor do produto marginal da mão de obra seja igual ao salário e alugar o capital até que o valor do produto marginal do capital se iguale ao preço do capital (BARRO; SALA-I-MARTIN, 2004). Vale ressaltar dentre as pressuposições estas que a economia é fechada e existe a identidade poupança igual ao investimento.

Neste trabalho, será utilizado o modelo de Solow com introdução do progresso tecnológico no modelo, ou seja, com inserção da variável tecnologia  $A$ . A função de produção (1) passou a ser:

$$Y = F(K, AL) = K^\alpha (AL)^{1-\alpha}. \quad (4)$$

Segundo Jones (2000), a variável tecnológica  $A$  é “aumentadora de trabalho” ou “Hicks-neutra”. Isto mostra que o trabalho é mais produtivo quando o nível de tecnologia é mais elevado. Para Hulten (2000), o parâmetro  $A$  mede a mudança na função de produção, ou seja, a Produtividade Total dos Fatores, dados os níveis de capital e trabalho. Este parâmetro é quase sempre identificado como mudança tecnológica.

Porém, o resíduo também pode incorporar não só aumentos de produtividade, como também erros de medição, variáveis omitidas, viés de agregação<sup>8</sup>, erros de especificação, flutuações na demanda, mudanças nas atitudes sociais, além dos efeitos das inovações técnicas e organizacionais (HULTEN, 2000). Jorgenson e Griliches (1967) argumentaram que esse possível erro de agregação aumentaria o valor do resíduo, mas se este erro fosse contabilizado corretamente, este resíduo seria menor do que os calculados erroneamente ou seria quase desprezível. Então, o resíduo seria o que se passou a denominar “medida da nossa ignorância”. Esses erros de medição e agregação podem provocar mudanças na função de produção e, conseqüentemente, transbordar esse erro à PTF. Com relação a esse viés de agregação, Nadiri (1970) afirmou que pode afetar a magnitude, a estabilidade e as dinâmicas da mudança da Produtividade Total dos Fatores.

Assim, supondo que há progresso tecnológico e  $A$  aumente a uma taxa constante, ao longo do tempo, a taxa de crescimento da tecnologia  $g$  é obtida aplicando-se o logaritmo, e derivando a expressão da tecnologia em relação ao tempo:

$$\frac{\dot{A}}{A} = A_0 e^{gt} = g \quad (5)$$

Voltando à segunda expressão base do modelo de Solow, de acúmulo de capital,  $\dot{K} = sY - dK$ , e dividindo-a por  $K$ , tem-se que:

$$\frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d \quad (6)$$

Reescrevendo a função de produção (4) em termos de produto por trabalhador  $y=Y/L$  e de capital por trabalhador  $k=K/L$ , chega-se à função de produção em termos de produto por trabalhador:

$$y = k^\alpha A^{1-\alpha} \quad (7)$$

Esta equação indica que quanto maior a quantidade de capital por trabalhador, maior o produto. Como os rendimentos são decrescentes, o aumento para cada unidade

---

<sup>8</sup> Refere-se ao viés causado ao agregar dados individuais em um ambiente em que estes são heterogêneos, viés comum na agregação de dados estaduais e regionais.

de capital por trabalhador resulta no crescimento do produto, mas a taxas de crescimento cada vez menores. Assim, os retornos marginais são positivos e decrescentes para cada insumo.

Logaritmizando a equação (7) e derivando-a em relação ao tempo, chega-se a:

$$\frac{\dot{y}}{y} = \alpha \frac{\dot{k}}{k} + (1 - \alpha) \frac{\dot{A}}{A} \quad (8)$$

Se Y/K for constante, na equação de acumulação de capital (2), k também será constante; se y/k também for constante, indica que y e k crescem à mesma taxa. De acordo com esta argumentação, substituindo a taxa de crescimento de y,  $g_y$ , e de k,  $g_k$ , na equação (8), obtém-se:

$$g_y = g_k = g \quad (9)$$

em que  $g_y$  é a taxa de crescimento de y,  $\left(\frac{\dot{y}}{y}\right)$ ;  $g_k$ , a taxa de crescimento de, k  $\left(\frac{\dot{k}}{k}\right)$ ,

e g, a taxa de crescimento de A,  $\left(\frac{\dot{A}}{A}\right) = g$ ,

Esta igualdade mostra que o produto por trabalhador e o capital por trabalhador crescem, ambos, à taxa do progresso tecnológico exógeno g. O modelo com tecnologia revela que o progresso tecnológico é a fonte do crescimento sustentado.

Ao acrescentar a razão entre o produto e o trabalho aumentado pela tecnologia, ou seja, dividir a equação (3) por AL, a nova função de produção, será:

$$\tilde{y} = \tilde{k}^\alpha, \quad (10)$$

em que  $\tilde{y} = Y/AL = y/A$ .

Assumiui-se que a taxa de crescimento da força de trabalho é constante e que a população cresce à taxa n. Assim, a equação de crescimento exponencial da população é dada por:

$$L(t) = L_0 e^{nt} \quad (11)$$

em que  $L(t)$  é o estoque de mão de obra no tempo  $t$ ,  $L_0$  o estoque inicial e  $n$  a taxa de crescimento da força de trabalho.

Aplicando-se logaritmo à equação (11) e derivando-a em relação ao tempo, obtém-se:

$$\frac{\dot{L}}{L} = n. \quad (12)$$

O termo  $\ln L_0$  fica fora da equação (12), já que a derivada de uma constante é igual a zero.

Aplicando-se o logaritmo e derivando a equação do capital,  $k = \frac{K}{L}$ , a partir da equação (10), tem-se que:

$$\frac{\dot{k}}{k} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L} \quad (13)$$

Ao inserir a expressão (5), (6) e (12) na equação (13), e posteriormente multiplicando por  $\tilde{k}$ , verifica-se que a equação de acumulação de capital por trabalhador com progresso tecnológico é:

$$\dot{\tilde{k}} = s \tilde{y} - (d + g + n) \tilde{k}, \quad (14)$$

em que  $s \tilde{y}$  é o investimento por trabalhador;  $d \tilde{k}$ , a depreciação do capital; e  $n \tilde{k}$ , o crescimento populacional.

A partir destas duas equações básicas, da função de produção e da acumulação de capital, Solow analisou o crescimento econômico e comparou o crescimento de duas economias através do diagrama mostrado na Figura 6. Neste diagrama, a função de produção é dada pela curva  $y$  e  $s \tilde{y}$  representa a curva do montante de investimento por trabalhador:

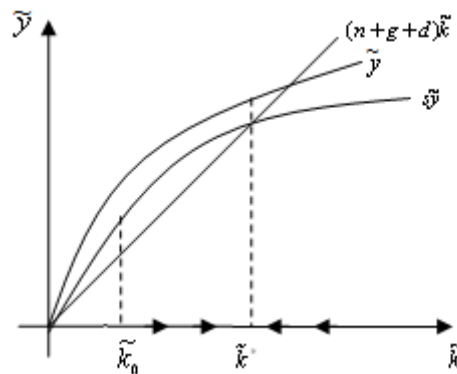


Figura 6 - Diagrama de Solow com Progresso Tecnológico  
 Fonte: Jones, 2000

O ponto em que  $s\tilde{y}$  se iguala a  $(n+g+d)\tilde{k}$  é denominado de estado estacionário. Se a economia parte de uma razão capital-tecnologia,  $(\tilde{k}_0)$ , abaixo do estado estacionário  $\tilde{k}^*$ , esta razão aumentará ao longo do tempo, uma vez que o montante de investimentos é superior ao necessário para manter constante a razão capital-tecnologia. Isto irá ocorrer até quando a economia entrar no estado estacionário, percorrendo uma trajetória de crescimento equilibrado.

Se esta mesma economia estiver no ponto estacionário, mas o investimento aumentar de  $s$  para  $s'$ , em resposta a alguma mudança política, a curva  $s\tilde{y}$  irá se deslocar para a nova curva  $s'\tilde{y}$ , e o diagrama de Solow passa a ser representado por:

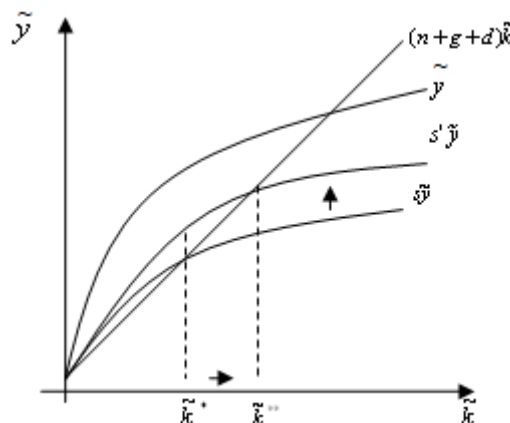


Figura 7 - Diagrama de Solow com Progresso Tecnológico com aumento na taxa de investimento.  
 Fonte: Jones, 2000

A razão capital-tecnologia inicial era  $\tilde{k}^*$  e o investimento, agora maior, supera o montante necessário para manter a razão capital-tecnologia constante. Assim,  $\tilde{k}$  começa a crescer. O aumento do investimento aumenta a taxa de crescimento da economia, e o

novo estado estacionário passa a ser  $\tilde{k}^*$ . Como  $g$  é constante, o aumento de  $\tilde{k}$  resulta no crescimento do produto *per capita*. Dessa forma, pelo diagrama, conclui-se que os investimentos impactam no crescimento econômico (JONES, 2000).

Segundo Barro (1997), os países apresentam diferenças não só em relação à intensidade do capital, mas também em relação à propensão a poupar, à tecnologia, às políticas governamentais, às distorções do mercado doméstico ou internacional, à posição da função de produção, à taxa de crescimento da população e à proteção aos direitos de propriedade. Entretanto, no longo prazo, a taxa de crescimento *per capita* é determinada pela taxa de crescimento tecnológico. Dessa forma, vários fatores podem aumentar o produto como também ser determinantes do crescimento da PTF no longo prazo.

Contrapondo a teoria de Crescimento Econômico Exógeno, a partir de trabalhos seminais como os de Romer (1986) e Lucas (1988), surgiu o que hoje se denomina Teoria de Crescimento Endógeno. Estes autores inseriram a variável capital humano como explicativa ao crescimento econômico. Segundo Romer (1986), investimentos em capital humano geram externalidades positivas sobre o crescimento econômico. Como o conhecimento não é perfeitamente patenteado ou mantido secreto, a tecnologia é repassada a todo o setor produtivo em razão do efeito transbordamento (*spillovers*). Assim, a mão de obra teria maior capacitação, o que aumentaria a produtividade dos trabalhadores e, conseqüentemente, de todo o processo produtivo. A mão de obra também apresentaria ganhos de experiência com os novos conhecimentos na forma de *learning by doing*.

O modelo é denominado de endógeno uma vez que variáveis de dentro do próprio modelo seriam as fontes de crescimento econômico. Segundo Hulten (2000), esta nova Teoria de Crescimento contestou as pressuposições de retornos constantes à escala e à competição perfeita do modelo Neoclássico. Desta forma, foi proposta outra visão: os mercados eram não competitivos, a função de produção exibia retornos crescentes de escala, as externalidades entre as microempresas se tornaram importantes e a inovação era parte endógena do sistema. O termo capital foi expandido e passou a abranger, além do capital fixo convencional, o conhecimento e o capital humano. O ponto chave da Teoria do Crescimento Endógeno é a suposição de que o produto marginal do capital é constante ao invés de ser decrescente como na Teoria Neoclássica.

Ao caracterizar um modelo de concorrência imperfeita, este modelo se aproximou mais da realidade por permitir pesquisa e desenvolvimento, com a tecnologia endógena diferenciando o bem final. Para Mankiw, Romer e Weil (1992), os investimentos em capital físico e humano passaram a ser os responsáveis pelo crescimento econômico. Essas variáveis, também inseridas por Lucas (1988) e Jorgenson e Griliches (1967), explicariam 80% da variação da renda entre os países analisados.

Contudo, mesmo com a inserção de novas variáveis, para Mankiw, Romer e Weil (1992), o modelo neoclássico de Solow estaria mais adequado à realidade, ao observar o comportamento do distinto crescimento da renda entre países do que o modelo de crescimento endógeno. O Modelo proposto por esses autores foi posteriormente denominado de Modelo de Solow Aumentado, mas manteve-se a pressuposição de que os retornos marginais eram decrescentes como no Modelo Neoclássico.

A análise do crescimento econômico apresenta limitações por qualquer modelo. No Modelo Neoclássico, por exemplo, há críticas da obtenção da PTF via resíduo. Uma das alternativas para a obtenção da PTF via resíduo seria estimá-la através de métodos não paramétricos, como os números índices que não requerem a especificação da forma funcional da função de produção antes da estimação. Segundo Jorgenson e Griliches (1967), o método dos números índices é adequado uma vez que se todas as variáveis do produto forem inseridas em um índice, a mudança no produto é explicada pelas modificações ocorridas nos insumos.

Diewert e Nakamura (2002) afirmaram que há quatro modos de se medir o crescimento da PTF com um insumo e um produto (caso 1-1). O primeiro modo é a taxa de crescimento da PTF ao longo do tempo e o segundo modo é a razão das taxas de crescimento do produto e dos insumos. O terceiro e o quarto<sup>9</sup> modos são de natureza financeira, e como se afastam do foco deste trabalho, não foram analisados. As equações para o primeiro método e o segundo são apresentadas a seguir:

---

<sup>9</sup> No terceiro método, a razão da taxa de crescimento real da receita sobre o custo é o mesmo que a razão da taxa de crescimento entre receita e custo para controlar a mudança de preços. No quarto modo é a taxa de crescimento na margem, depois de controlar a mudança dos preços. Para mais detalhes, ver Diewert e Nakamura (2002)

$$PTF(1) = \left[ \begin{array}{c} \left( \frac{y_1^t}{x_1^t} \right) \\ \left( \frac{y_1^s}{x_1^s} \right) \end{array} \right]; \quad (15)$$

$$PTF(2) = \left[ \begin{array}{c} \left( \frac{y_1^t}{y_1^s} \right) \\ \left( \frac{x_1^t}{x_1^s} \right) \end{array} \right]; \quad (16)$$

em que PTF (1) é a taxa de crescimento obtida pelo método 1; PTF (2) é a taxa de crescimento obtida pelo método 2;  $y_1$ , o produto;  $x_1$ , o insumo; e t e s, os diferentes tempos analisados.

Porém, o modelo de um produto e um insumo é muito simplório para analisar a economia de um país. Assim, utilizaram-se os números índice que agregam os diversos produtos e insumos presentes em determinada economia. Como na definição de Gasques *et al.* (2004a) para PTF em que esta pode ser definida pelo conceito de número índices, pois, é a relação entre todos os produtos e todos os insumos, expressos em números índice.

Dentre os números índices, há aqueles que mensuram preço, quantidade e valor. Além disso, podem ser do tipo composto (com ponderações) ou simples. No Brasil, utilizam-se frequentemente os índices de Paasche, de Laspeyres, de Fisher e de Divisia nos cálculos dos índices de preços calculados pelas instituições responsáveis. Além disso, há também os índices de Tornqvist e de Malmqvist.

Há duas formas alternativas de escolher as diferentes fórmulas dos números índices: abordagem axiomática (testável) e a abordagem exata. Isso é importante, pois, para cada tipo de número índice, suas respectivas formas funcionais agregam insumos e produtos de diferentes formas. Segundo Diewert e Nakamura (2002), a abordagem axiomática tem sido utilizada pela tradicional teoria dos números índices, como citados pelos autores em Fisher (1911; 1922), um dos percussores desta teoria. Esta abordagem lista propriedades desejáveis (axiomas) de preços, de quantidades ou de índices de produtividade, nas quais os números tornariam os índices adequados. A vantagem desta abordagem é não necessitar de pressuposições como o comportamento de otimização dos produtores.

Enquanto a abordagem axiomática foca em testes e nas propriedades das fórmulas dos próprios números índices para escolhê-los, a abordagem exata os escolhe

de acordo com teorias do comportamento econômico ou evidências empíricas sobre o comportamento da produção. A escolha entre os números índices é baseada nas propriedades da forma funcional da função de produção, de custo ou de ambas (DIEWERT; NAKAMURA, 2002).

Este trabalho seguiu a abordagem exata por estar mais relacionada à teoria econômica, ao invés de axiomas já definidos. O índice é do tipo exato se for consistente com alguma forma funcional particular da função de produção agregada. Assim, a forma funcional é flexível se permitir a aproximação, até segunda ordem, de uma função linear homogênea arbitrária; se a forma funcional for flexível, a fórmula do número índice será superlativa<sup>10</sup> (DIEWERT, 1978, SILVA; CARMO, 1986; DIEWERT; NAKAMURA, 2002). De modo mais claro, o número índice é exato para uma função que proporciona uma aproximação de segunda ordem da desconhecida, mas verdadeira função de produção. (DIEWERT; NAKAMURA, 2002, SILVA; CARMO, 1986). Dentre os índices Superlativos estão os índices de Fisher, os índices de Tornqvist e os índices de Tornqvist implícitos. Neste trabalho foi usado o índice de Tornqvist cuja construção metodológica está mais detalhada no Capítulo 4.

A escolha deste índice se deve a sua forma funcional. Cada número índice tem suas respectivas formas funcionais de acordo com a característica de cada um. O índice de Tornqvist tem a forma funcional do tipo translog<sup>11</sup> homogênea cuja prova pode ser encontrada em Diewert (1978). Segundo Gasques e Conceição (2000), esse índice corresponde à função de produção translog, ou seja, aproxima-se de estruturas de produção com diversas possibilidades de substituição. Além disso, para Diewert (1978), este índice é do tipo superlativo por se aproximar, em segunda ordem, de uma função linear homogênea arbitrária. Essa forma funcional não exige que os insumos sejam substitutos perfeitos. Assim, dado o aumento do preço relativo de um insumo, seu uso será reduzido na produção até que todas as produtividades marginais sejam proporcionais aos novos preços, conforme a Teoria da Produção.

Segundo Silva e Carmo (1986), a base de ponderação do índice de Tornqvist é móvel e a base de cálculo é fixa, pois a ponderação se refere à participação no valor da

---

<sup>10</sup> A denominação de índice superlativo é comum na literatura e se justifica por compreender todos aqueles índices que são exatos com alguma forma funcional e se aproximam em segunda ordem de uma função linear homogênea.

<sup>11</sup> Ferranti *et al.* (2005) enfatizaram que a função de Produção do tipo translog permite medir a taxa na qual qualquer combinação de bens pode ser produzida dado o nível do uso de tratores, trabalhadores, animais, terras, e mostra como o crescimento da produtividade de um fator pode afetar a produtividade de outro. Assim, mede como o valor da produção de produtos agrícolas muda ao longo do tempo, dado o nível do uso relevante de fatores de produção.

produção ou na relação orçamentária, e o cálculo é feito com base nas quantidades em relação ao período anterior<sup>12</sup>.

Segundo Hulten (2000), Diewert, em 1976, provou que o índice de Tornqvist é uma aproximação exata do número índice Divisia<sup>13</sup> se a função de produção tivesse a forma translog,<sup>14</sup>. Segundo Christensen, Jorgenson e Lau (1973), a forma funcional translog proporciona uma aproximação de segunda ordem para qualquer outra forma funcional. Assim, o grau de exatidão do número índice depende da proximidade da função translog com a verdadeira forma funcional, ou seja, é um índice superlativo, como denominou Diewert (1978).

---

<sup>12</sup> Maiores informações sobre a ponderação e a base cálculo dos demais índices, consultar Silva e Carmo (1986).

<sup>13</sup> Índice desenvolvido por Christensen, Jorgenson e Lau (1973). As diferenças entre o Índice de Divisia e os outros índices é o fato de ser definido como a diferença nas taxas de crescimento da produtividade, ao invés de se basear na razão das taxas de crescimento e pelo fato do tempo não ser variável discreta, mas sim, contínua (DIEWERT; NAKAMURA, 2002).

<sup>14</sup> Para mais detalhes das pressuposições da função de produção translog e dos testes diretos e indiretos realizados na forma funcional com vistas a testar a validade da teoria da produção, ver Christensen, Jorgenson e Lau (1973).

## 4. METODOLOGIA

Neste capítulo apresenta-se, inicialmente, o método utilizado para calcular a PTF para os Estados e para o país, obtido a partir do Número Índice de Tornqvist. Com os índices de PTF são analisados seus determinantes a partir da Metodologia de Dados em Painel Dinâmico. Estimou-se também a Função de Produção do Brasil a fim de obter as elasticidades de produção para capital, trabalho e tecnologia

Para Boneli e Fonseca (1998), há três diferentes métodos para o cálculo da PTF: o método das razões de produtividade, o método da função de produção e o método da contabilidade do crescimento (*Growth Accounting*). No primeiro método, as razões de produtividade se baseiam nas produtividades parciais. Já o método da função de produção requer a escolha da forma funcional da equação a ser estimada e a relação física entre a quantidade de insumos e o nível de produção. Assim, a função de produção ou sua forma funcional mostra a característica dos retornos à escala (crescentes, decrescentes ou constantes) e o nível de produto máximo para cada combinação de insumo. Por fim, o método da Contabilidade do Crescimento pressupõe que há em cada ponto do tempo relação entre o produto gerado e a soma dos valores pagos aos fatores de produção (BONELI; FONSECA, 1998).

Em relação ao método das produtividades parciais, Gasques e Conceição (1997) afirmaram que muitos trabalhos utilizaram este índice para identificar as relações entre crescimento e produtividade dos fatores. Mas, por verificar o crescimento com base em apenas um insumo estas medidas eram ineficientes e inadequadas, sendo substituídos pela Produtividade Total dos Fatores, a partir da década de 1950, por ser mais completa ao incorporar todos os insumos na análise do crescimento.

Os outros dois métodos, o da Contabilidade do Crescimento e o método da Forma funcional, segundo Boneli e Fonseca (1998), apresentam semelhanças empíricas. O que os diferencia é a especificação da forma funcional deste último, que relaciona quantidades de insumos necessários para gerar o produto em geral e a forma funcional é do tipo Cobb Douglas, desde Solow (1957). Já o método da Contabilidade do Crescimento parte de uma função de produção agregada e, por meio de manipulações, chega-se à expressão em que, a PTF é o resíduo, que será posteriormente demonstrado.

De acordo com Diewert e Nakamura (2002), ainda não há consenso sobre a melhor maneira de se medir a produtividade com os muitos métodos disponíveis. Além disso, segundo Ahearn *et al.*(1998), embora algumas medidas de produtividade sejam distintas, em sua maioria, os resultados são semelhantes. A escolha da medida dependerá, então, dos pressupostos sobre a função de produção e da tendência de crescimento da PTF, mas grande parte dos trabalhos se baseia no método da Contabilidade do Crescimento. Este método fornece medida residual de crescimento da PTF, assim como a decomposição do crescimento, como mostrado em Solow (1957), em tecnologia, capital e trabalho. O método da Contabilidade do Crescimento divide o crescimento econômico em duas partes: o crescimento via variação de insumos, como capital e trabalho, e o crescimento em razão do crescimento da PTF, ou seja, do resíduo. (DIEWERT; NAKAMURA, 2002).

Porém, há três críticas relacionadas a este método. A primeira se refere à mensuração da PTF como residual. Essa crítica recorre do fato do resíduo incorporar não só a mudança técnica, como também por incorporar os erros de medidas, as alterações políticas e institucionais e os choques externos. A segunda crítica se refere à sensibilidade da decomposição do crescimento com relação às pressuposições da natureza do processo produtivo ou mudanças na produção e nos insumos, podendo ser errônea. A terceira crítica se deve ao fato de a Contabilidade do Crescimento não determinar a direção da causalidade no crescimento, como, por exemplo, se aumentos na produtividade incentivaram a acumulação de capital ou se a acumulação de capital incentivou a inovação (BOSWORTH; COLLINS, 2003).

Este trabalho se baseou no Método da Contabilidade do Crescimento, que permite identificar se a proporção do crescimento se deve ao movimento ao longo da curva da função de produção ou ao seu deslocamento. O movimento ao longo da curva se deve aos insumos capital e trabalho, e seu deslocamento ocorre em função dos ganhos de produtividade. Este método também foi utilizado por Boneli e Fonseca

(1998), Bezerra e Melo (2007), dentre outros. Segundo Hulten (2000), os trabalhos pioneiros que usaram o Método da Contabilidade do Crescimento foram de Copeland, em 1937, e Copeland e Martin, em 1938. Embora não sejam considerados trabalhos empíricos, pode-se dizer que a análise da Contabilidade do Crescimento precedeu as contribuições da Teoria do Crescimento de Solow (1956).

Outra abordagem alternativa também utilizada na literatura é a abordagem econométrica para desagregar o resíduo da PTF em termos que correspondem a aumentos no retorno à escala, ao custo de regular os insumos, às inovações técnicas, à tendência de produtividade não classificada e ao erro (HULTEN, 2000).

O problema de mensurar a PTF como resíduo, como citado no Modelo Neoclássico de Crescimento, é tratar toda alteração da produção como resultado do progresso tecnológico. Este resíduo poderá então ser subestimado ou superestimado (GASQUES; CONCEIÇÃO, 1997). Dessa forma, diversos autores tem recorrido aos métodos não-paramétricos, como os números índices a fim de contornar esse problema.

#### **4.1. O Índice de Tornqvist**

O índice de Tornqvist utilizado neste trabalho foi elaborado em 1936 por Leo Tornqvist para calcular índices de preços no banco da Finlândia. Diewert e Nakamura (2002) citaram o artigo seminal de Tornqvist (1936) cujos índices são médias ponderadas das taxas de crescimento geométricas de dados de quantidade e de preços relativos. Segundo os autores, o índice também é conhecido como índice Translog por estar relacionado à função de produção do tipo translog. Além disso, este tipo de função de produção não impõe restrições aos padrões de substituição entre insumos e produtos.

Segundo Gasques *et al.* (2004a), a vantagem de se utilizar o índice de Tornqvist se deve ao fato de os preços, usados tanto no período base como no período de comparação variarem a preços correntes, no período em análise. Ou seja, não é necessário transformar todos os preços, referentes à apenas um ano base. Já os índices mais usuais, como o de Laspeyres, mantêm os preços fixos. Outra vantagem do uso do Índice de Tornqvist é não precisar supor, de forma irrealista, que os insumos são substitutos perfeitos, como pressupõe o índice de Laspeyres.

A escolha pelo índice de Tornqvist neste trabalho se dá pelo fato de ser um número índice relacionado à função de produção translog, o que permite a

substitubilidade entre os insumos, além de ser amplamente utilizado para o cálculo de produtividades. Além disso, Silva e Carmo (1986) calcularam o índice de produto e insumo para o estado de São Paulo, com quatro tipos de números índice, no período entre 1956 e 1980, para determinar qual tipo de número índice seria mais adequado para mensurar os índices de insumo, produto e PTF. Para esses autores, dentre os índices examinados, os índices de Fisher e de Tornqvist são “muito mais consistentes com as suposições geralmente admitidas pela teoria econômica e, provavelmente, muito mais aderentes às condições reais em que se desenvolve a produção” (p.24).

Outros autores apontaram problemas nos demais índices, o que os inviabiliza. Para Pinheiro (1990), os índices de Paasche tendem a superestimar a taxa de crescimento do produto e dos insumos que estão sendo agregados. Dentre os problemas apontados para o índice divisão, Pinheiro (1990) alegou que este índice não pode ser utilizado para funções de produção nos tempos  $t$  e  $t_1$ , o que inviabiliza a comparação de produtividade entre diferentes períodos. Como o trabalho visa a abordar a produtividade entre os estados, para Vicente (2006), a utilização do índice de Fisher não permite comparar a produtividade entre os estados, só se compara cada estado com a média nacional, pois é um número índice bilateral. Embora o mesmo autor tenha argumentado que o uso do índice de Tornqvist, como o de Fisher, também não é adequado em comparações bilaterais, em geral não transitivas<sup>15</sup>, por não realizar encadeamentos consistentes.

Há autores que preferem a utilização do índice Malmquist ao invés do uso do Tornqvist em razão da necessidade da utilização dos preços de insumos e produtos que pode afetar os resultados para análises de períodos maiores para o Brasil, já que o país vivenciou grandes variações nos preços. Além disso, outro fator problemático do índice de Tornqvist é a dificuldade do estabelecimento de preços para alguns produtos e insumos. Já o índice de Malmquist apresenta a vantagem da decomposição da produtividade em variação da eficiência técnica e variação tecnológica (MARINHO; CARVALHO, 2004), enquanto o Tornqvist pressupõe a presença tanto de eficiência técnica quanto de eficiência alocativa.

Embora haja vasta discussão acerca de qual destes dois últimos índices é mais adequado para calcular a produtividade, este trabalho se baseou no índice de Tornqvist,

---

<sup>15</sup> Números índice multilaterais comparam preço, produto, insumos e produtividade e satisfazem a transitividade ou circularidade que significa que os mesmos resultados são obtidos se duas localidades forem comparadas direta ou indiretamente com outras localidades (VICENTE, 2006).

que, embora necessite de preços agropecuários, difíceis de serem coletados, a base de dados a ser utilizada permite contornar este problema. Quanto à variação do preço, como o índice não precisa ser deflacionado, os preços não interferem nas produtividades entre os anos analisados já que são obtidos ano a ano<sup>16</sup>. Outros autores, como Gasques e Conceição (2000), Christensen e Jorgenson (1970), Gasques *et al.* (2004a), Zhang e Fan (2004), Pinheiro (1990) e Silva e Carmo (1986), também utilizaram este mesmo índice para mensurar a PTF agrícola.

O índice de Tornqvist é definido da seguinte forma<sup>17</sup>:

$$PTF_t / PTF_{t-1} = \frac{\sum_{i=1}^n \left[ \frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} \right]^{\frac{S_{it} + S_{it-1}}{2}}}{\sum_{j=1}^m \left[ \frac{X_{jt}}{X_{jt-1}} \right]^{\frac{C_{jt} + C_{jt-1}}{2}}}, \quad (17)$$

em que  $Y_i$  e  $X_i$  são as quantidades dos produtos e dos insumos, respectivamente;  $S_i$  e  $C_j$  são as participações do produto  $i$  no valor agregado dos produtos e do insumo  $j$ , no custo total dos insumos.

A expressão geral do índice de Tornqvist, após aplicar o logaritmo na equação (17), é dada por:

$$\ln(PTF_{pt} / PTF_{pt-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln \left( \frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} \right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln \left( \frac{X_{jt}}{X_{jt-1}} \right) \quad (18)$$

em que o termo  $\ln(PTF_t / PTF_{t-1})$  representa a variação da PTF entre o período  $t$  e o período  $t-1$ ; o subscrito  $p$  representa cada estado e Brasil;  $S_{it}$  e  $S_{it-1}$ , as participações de cada produto no valor total da produção nos dois períodos;  $Y$ , as quantidades do produto;  $C_{it}$  e  $C_{it-1}$ , as participações de cada insumo no custo total da agropecuária e,  $X$ , as quantidades dos insumos.

Assim, o lado direito da equação é dividido em dois termos. O primeiro é o somatório dos logaritmos da razão das quantidades de produto  $Y_{it}$  nos dois períodos e o segundo é o logaritmo da razão de quantidades de insumos  $X_{it}$ , considerando que ambos são ponderados pela participação de cada produto no valor total da produção, dado pelo termo entre parênteses que contém  $S_{it}$ , e pela participação de cada insumo no custo total no termo que contém  $C_{jt}$  (GASQUES *et al.*, 2004a). O Primeiro termo é o Índice de

<sup>16</sup> Mais detalhes na seção Fonte de Dados.

<sup>17</sup> Esta expressão e as demais não serão demonstradas por se tratar de algo em consenso e por estarem disponibilizadas em diversos livros.

produto que agrega as lavouras (temporárias e permanentes) e a pecuária e o segundo termo é o Índice de Insumo, dividido nos fatores terra, capital, trabalho, fertilizantes e defensivos.

Para a construção do Índice de Tornqvist, foram estimados separadamente os índices de Produto e Insumo para Brasil e por estados para cada ano de análise. Cabe ressaltar que não é necessário deflacionar já que o índice é construído com base na participação dos produtos e dos insumos no produto total e insumo total, respectivamente.

De posse do resultado da expressão (18), calcula-se o exponencial para cada ano para obter o antilog do valor obtido. Posteriormente, define-se o ano-base como 100, e os próximos anos serão obtidos pela seguinte expressão, ano a ano:

$$PTF_t = e^{(equação18)} . PTF_{t-1}, \quad (19)$$

em que  $PTF_t$  é o valor da PTF para o segundo ano já que no ano t-1 o índice será 100;

Como 1970 foi considerado o ano base, seu valor será 100. Para o ano de 1975,  $PTF_t$ , será o segundo índice obtido a partir da  $PTF_{t-1}$  fixado como 100. Os próximos, como  $PTF_{t+1}$  e  $PTF_{t+2}$ , foram obtidos a partir da  $PTF_t$  e a partir de  $PTF_{t+1}$ , respectivamente. Este encadeamento foi aplicado em Gasques e Conceição (2000) e Gasques *et al.* (2010). Dessa forma, a PTF é calculada com base no ano anterior e não em apenas um único ano base. Para cada ano, foram calculadas as PTF tanto para o Brasil como para cada estado.

A fórmula para verificar a taxa de crescimento geométrica da PTF é dada por:

$$\left\{ \left[ (PTF_f / PTF_i)^{1/n} - 1 \right] * 100 \right\}, \quad (20)$$

em que  $PTF_f$  é a PTF do ano de 2006;  $PTF_i$ , a PTF do ano de 1970; e n, o número de anos entre 1970 e 2006.

Marinho e Carvalho (2004), assim como Marinho, Barreto e Lima (2001) e Constantin, Rocha e Piza (2007) estimaram a PTF agrícola por meio do índice de Malmquist. Já Zhu e Lansink (2009) optaram pelo índice Divisia para obter a mudança de produtividade na Alemanha, nos Países Baixos e na Suécia, além de Hulten (1973), que, além disso, descreveu as propriedades deste índice e suas características. Vicente, Anfalos e Caser (2003) optaram pelo uso do índice de Fisher para calcular a Produtividade Total dos Fatores.

Outro número Índice utilizado na literatura foi proposto por Caves, Christensen e Diewert (1982), posteriormente denominado de índice Malmquist, em homenagem ao professor Sten Malmquist<sup>18</sup>.

A partir da obtenção dos valores da PTF, foram obtidas as elasticidades da tecnologia e os determinantes das PTF, discutidos nas seções 4.2 e 4.3.

## 4.2. Determinantes da PTF

Visto que o produto se modifica com variações nas quantidades de cada fator e na Produtividade Total dos Fatores - PTF (PINHEIRO, 1990), no longo prazo, a PTF é afetada por inovações tecnológicas, modificações na escala de produção, investimento em capital humano, dentre outros fatores.

Aschauer (1989) publicou um dos primeiros trabalhos cujos resultados demonstraram que os investimentos em infraestrutura apresentaram impacto positivo sobre o crescimento da PTF da economia americana para o período 1949-1985. Também há outros trabalhos na literatura que encontraram significativo impacto da infraestrutura sobre o crescimento econômico, contudo, diferem na definição de quais variáveis compõem a infraestrutura e afetam mais o crescimento econômico quando comparadas às demais (ASCHAUER, 1989; EASTERLY, REBELO, 1993; NADIRI, MAMUES, 1991; FERREIRA, 1996; BERNARD; GARCIA, 1997; CANNING, 1999; FERREIRA, MALLIAGROS, 1999; BENITEZ, 1999; FAN, ZHANG, ZHANG, 2002; ZHANG, FAN, 2004; FERRANTI *et al.*, 2005; SILVA; FORTUNATO, 2007; MENDES; TEIXEIRA; SALVATO, 2009; BRIGATTE; TEIXEIRA, 2010).

Desta forma, analisar tanto a infraestrutura quanto as demais variáveis, como educação, armazenagem, irrigação e crédito rural, torna-se importante por facilitar os ganhos de produtividade e, conseqüentemente, aumentar o produto do país.

Para analisar se esses fatores impactaram no crescimento da PTF nos últimos anos, foi utilizado os Modelos de Dados em Painel, por combinar série temporal com dados de *cross section*. Estes modelos permitem captar a heterogeneidade dos Estados brasileiros que, podem ou não, ser distintas ao longo dos anos. Além disso, ao utilizar a

---

<sup>18</sup> Para mais detalhes a cerca do índice de Malmquist, ver Caves, Christensen e Diewert (1982)

disposição dos dados em Painel aumenta o número de observações e dos graus de liberdade e a variabilidade dos dados, tornando a estimação mais eficiente.

Contudo, como ressaltou Baltagi (2001), muitas das relações econômicas são dinâmicas e o modelo de Dados em Painel permite entender melhor esse ajustamento dinâmico quando comparado a modelos estáticos. As relações dinâmicas são caracterizadas pela presença da variável dependente defasada como regressor:

$$y_{it} = \delta y_{i,t-1} + x'_{it} \beta + u_{it}, i = 1, \dots, N; t = 1, \dots, T; \quad (21)$$

em que  $\delta$  é um escalar;  $x'_{it}$ , uma matriz 1 x K;  $\beta$ , uma matriz K x 1; e  $u_{it}$  é um vetor do componente do erro:

$$u_{it} = \mu_{it} + v_{it}, \quad (22)$$

em que  $\mu_{it} \sim \text{IID}(0, \sigma^2_{\mu})$  e  $v_{it} \sim \text{IID}(0, \sigma^2_{v})$ .

Nesse caso, a utilização dos Modelos de Painéis Dinâmicos se justifica por procurar captar os efeitos das taxa de crescimento da Produtividade Total dos Fatores no tempo  $t-1$  sobre a taxa de crescimento da PTF no tempo  $t$ . Dentre os métodos de estimação dinâmicos podem-se citar o Método de Momentos Generalizados – MMG e o Modelo de Variáveis Instrumentais – VI. Para obter estimadores não viesados, Anderson e Hsiao (1981) propuseram estimar  $\delta$  usando como instrumento a variável dependente defasada, transformando o painel em um modelo de primeira diferença (ou Modelo de Variáveis Instrumentais) em que as variáveis defasadas são instrumentos não correlacionados com o termo de erro. Contudo, como ressaltou Baltagi (2001), as estimativas não serão necessariamente eficientes uma vez que não se usam todas as condições de momentos disponíveis.

Arellano e Bond (1991) propuseram o MMG. Este estimador ótimo explora todas as restrições lineares de momentos que seguem a pressuposição de não correlação com os erros, em uma equação na qual contém efeitos individuais, variáveis dependentes defasadas e variáveis não estritamente exógenas. Além disso, os autores propuseram testes para validar as variáveis instrumentais, já que os estimadores que usam instrumentos defasados perdem consistência se os erros forem correlacionados.

Segundo Blundell e Bond (2000), a aplicação dos estimadores MMG em primeira diferenças elimina o efeito não observado de cada *cross section* e os instrumentos defasados para corrigir a simultaneidade nas equações em primeira diferença, mas os próprios autores argumentam que as estimativas de MMG em

diferença tem propriedades fracas em termo de viés e imprecisões, uma vez que as defasagens são fracamente correlacionadas às variáveis em nível.

O estimador MMG deve ser usado quando houver problema de endogeneidade entre as variáveis explicativas e quando o número de momentos for maior que o número de parâmetros a serem estimados (sobreidentificação). O método obtém as estimativas de acordo com a relação de ortogonalidade entre os resíduos e os instrumentos utilizados. Para evitar este problema de endogeneidade, a utilização dos Dados em Painel Dinâmico permite inserir variáveis instrumentais ou instrumentos. Estas variáveis não são correlacionadas com o termo de erro e a qualidade destas depende do quanto elas explicam as variações das variáveis exógenas. Assim, a utilização de variáveis instrumentais remove do modelo a parte do erro que era correlacionado com as demais variáveis exógenas.

Segundo Baltagi (2001), os instrumentos adicionais podem ser obtidos em um modelo de Dados em Painel Dinâmico se pelos menos um instrumento utilizar a condição de ortogonalidade que existe entre os valores de  $y_{it}$  e  $v_{it}$ . Além disso, os instrumentos da variável endógena defasada compõem a matriz  $W$  e a equação de Momentos é dada por  $E(W_i^1 \Delta v_i) = 0$ .

A vantagem em se utilizar o MMG se refere à não necessidade de atender as pressuposições como no modelo de MQO. O MQO parte dos pressupostos de que o erro é homocedástico e distribuído normalmente, há linearidade nos parâmetros e há a presença de todas as variáveis no modelo, enquanto o MMG permite estimações que não atendem a estes requisitos. O MMG não requer a distribuição normal dos erros e permite a heterocedasticidade de forma desconhecida que garante a eficiência do modelo, selecionando estimativas de parâmetros de forma que as correlações entre os instrumentos e a função sejam próximas de zero, garantindo a condição de ortogonalidade (ZHANG; FAN, 2004). Todavia, se ao utilizar as estimativas de MQO houver correlação entre as variáveis explicativas e o termo de erro, esta variável passa a ser endógena e não capta o efeito causal das variáveis explicativas exógenas sobre as endógenas. Neste caso, as estimativas de MQO deixam de ser consistentes.

Assim, foi utilizado o Método dos Momentos Generalizados - MMG com vistas a obter estimadores consistentes com o mínimo de restrições sobre os momentos. O objetivo do MMG, segundo Marques (2000), é “fazer equivaler os momentos

populacionais às suas contrapartes amostrais, resolvendo as equações que daí resultarem, desde que identificadas”.

Dessa forma, a equação genérica a ser estimada é dada por:

$$PTF_{it} = \gamma PTF_{i,t-1} + X_{it} \beta_i + \alpha_i + \varepsilon_{it}, \quad (23)$$

em que a variável  $X$  é a matriz dos regressores.

Então, a equação estimada com as variáveis determinantes será obtida por meio da equação 23 no formato log-log e é dada por:

$$\log PTF_{it} = \gamma \log(PTF_{i,t-1}) + \beta_1 \log X_{1t} + \beta_2 \log X_{2t} + \beta_3 \log X_{3t} + \beta_4 \log X_{4t} + \beta_5 \log X_{5t} + \beta_6 \log X_{6t} + \alpha_i + \varepsilon_{it}, \quad (24)$$

em que  $X_1$  é a variável armazenagem;  $X_2$ , a variável crédito;  $X_3$ , a variável educação;  $X_4$ , a variável irrigação;  $X_5$ , a variável infraestrutura de transporte rodoviário;  $X_6$ , a variável infraestrutura de telecomunicação e,  $PTF_{t-1}$ , a variável dependente defasada para avaliar o efeito dinâmico do modelo. As seções cruzadas compreendem os 27 estados brasileiros, sendo 26 mais o Distrito Federal, e as unidades de série temporal compreenderão seis anos, correspondentes aos anos de Censo Agropecuário de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995 e 2006.

Para identificar o tipo de modelo a ser utilizado, foram realizados os testes de

Para verificar a presença de autocorrelação foi realizado o teste de Breusch-Godfrey cuja hipótese nula é a de que todos os coeficientes do processo auto-regressivo são simultaneamente iguais a zero e, portanto, não há correlação de qualquer ordem.

Arellano e Bond (1991) propuseram três testes após a estimação do MMG. O Teste de Sargan, o teste de Hausman baseado na diferença dos estimadores, e o teste de Hansen<sup>19</sup>. O Teste de Sargan verifica a validade dos instrumentos utilizados, ou seja, se atendem à condição de ortogonalidade, onde eles são correlacionados com as variáveis endógenas, mas não com o termo de erro. Por fim, o Teste J, ou Teste de Hansen, avalia a especificação correta do modelo e a condição de ortogonalidade e cuja hipótese nula é de que as restrições de sobreidentificação estão satisfeitas mesmo com a inserção de variáveis instrumentais.

As variáveis instrumentais a serem inseridas no modelo são os logaritmos das variáveis determinantes como, armazenamento, crédito, educação, rodovias, irrigação e telecomunicação e o logaritmo da variável PTF defasada. Em relação ao número de defasagens, as variáveis determinantes foram defasadas mais de um período, mas o

---

<sup>19</sup> Para maiores detalhes ver Arellano e Bond (1991).

modelo pouco se modificou. Assim, foram mantidas apenas estas variáveis em nível. E, a variável dependente foi defasada por apenas um período pelo mesmo motivo de com outras defasagens o modelo não se modificou. Foram realizados testes modificando tanto os instrumentos quanto as defasagens e assim, apenas a variável dependente foi defasada por um período e apresentou melhor significância estatística e elasticidades mais condizentes com o esperado.

### 4.3. Elasticidades de produção para capital, trabalho e tecnologia

O crescimento econômico, segundo o modelo de Solow, é explicado pelos insumos capital e trabalho, através da equação (1),  $Y = F(K, L) = K^\alpha (L)^{1-\alpha}$ , apresentada anteriormente. Contudo, sabe-se pelo Modelo de Solow que capital e trabalho não são as únicas variáveis a explicar o produto. Assim, parte-se do pressuposto de que outras variáveis impactam o crescimento do produto, como a variável tecnologia.

Tanto a tecnologia como as demais variáveis omitidas eram captadas no resíduo da estimação da Função de Produção como em Mendes, Teixeira e Salvato (2009) e Brigatte (2009). Desta forma, muitos trabalhos estimavam a função de produção e obtinham a PTF através do resíduo da equação. Contudo, como afirmou Jorgenson e Griliches (1967), o resíduo não é apenas composto pela PTF, mas também pelas demais variáveis omitidas, pelos erros de estimação, além do próprio erro da regressão.

Para contornar este problema de omissão de variáveis e também o da obtenção da PTF através do resíduo da função de produção, obtem-se a PTF via índice de Tornqvist. A PTF obtida pelo Índice de Tornqvist é inserida na função de produção do Modelo de Crescimento de Solow. Embora não haja outro trabalho que faça esta substituição para estimar a elasticidade de produção da PTF, a análise a ser feita parte apenas do pressuposto da omissão da variável tecnologia no modelo de Solow.

A equação (25), em formato de painel, insere na equação (1) a PTF como fator de produção por se referir à tecnologia empregada. Desta forma, tem-se que:

$$Y = F(K, L, PTF) = K^{\beta_2} (L)^{\beta_3} (PTF)^{\beta_4} \Rightarrow \ln Y = \beta_1 + \beta_2 \ln K + \beta_3 \ln L + \beta_4 \ln PTF + \alpha_i + u_{it}, \quad (25)$$

em que  $Y$  é o valor total da produção agropecuária;  $K$ , o valor total de tratores;  $L$ , os gastos totais com os trabalhadores nas áreas rurais; e  $PTF$ , a tecnologia obtida pelo Índice de Tornqvist.

Os parâmetros estimados são as elasticidades de produção para capital, trabalho, e  $PTF$  ou tecnologia. Como a Contabilidade do Crescimento visa decompor a parcela do crescimento do produto em função dos ganhos de produtividade e do crescimento dos insumos, os parâmetros estimados nos logaritmos das variáveis  $K$ ,  $T$  e  $PTF$ ,  $\beta_2$ ,  $\beta_3$ ,  $\beta_4$ , indicam em quanto cada insumo influencia no crescimento do produto e, portanto, são as elasticidades de produção para cada insumo. As derivações não foram demonstradas uma vez que estas podem ser encontradas em Mendes (2005) e Brigatte (2009)

Um dos problemas a ser identificado é se há problemas de endogeneidade na  $PTF$  já que pode estar correlacionada com a variável  $Y$ , na função de produção. Se isto ocorrer, a endogeneidade da variável deve ser incorporada na estimação com o intuito de remover problemas de viés e inconsistência. Para este procedimento, serão realizados os testes de endogeneidade necessários no Capítulo 5.

#### **4.4. Fonte e Tratamentos dos Dados**

Para o índice de Produto, foram utilizados as quantidades e o valor da produção de 213 produtos agregados das lavouras temporárias e permanentes, da pecuária e da extração vegetal, obtidos do Censo Agropecuário de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995-96 e 2006, divulgados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. A partir do valor agregado dos produtos obtidos, foram calculadas as participações de cada produto no valor agregado total dos produtos. Cabe ressaltar que foram excluídos os seguintes produtos: mel, leite de cabra, leite de búfala, cera de abelha e casulo de bicho da seda. Tal procedimento se fez necessário uma vez que em alguns anos tanto a quantidade produzida quanto o valor da produção disponível nos Censos era de zero, enquanto em outros anos havia um número considerável destes produtos. Os resultados obtidos a princípio estariam viesados, uma vez que pode ter havido ausência desses dados em alguns anos e não produção nula desses produtos em anos específicos. Como o índice de Tornqvist tem a base fixa no seu cálculo, se a quantidade em um ano é zero e no ano seguinte é significativamente maior, o índice apresentará comportamento explosivo como causa da ausência de dados e não pelo comportamento dos índices obtidos, o que

deturparia a discussão dos resultados se afastando da realidade dos estados brasileiros nos últimos anos.

O Índice de Insumo é composto de cinco insumos: terra, trabalho, capital, fertilizantes e defensivos agrícolas e combustíveis.

a) O fator Terra é composto pela área e seu respectivo custo total. A área total da terra, para todos os anos, é composta por lavouras permanentes e temporárias, pastagens naturais e plantadas e matas e florestas. Esses dados foram obtidos dos Censos Agropecuários de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995-96 e 2006. Em 2006, foi incluída na área total a área degradada de pastagens contabilizada no censo do mesmo ano. Para o cálculo do custo total da terra, utilizaram-se os preços médios anuais de arrendamentos de terra com explorações de animais e lavouras obtidos da Fundação Getúlio Vargas – FGV. O custo total foi, então, obtido pela multiplicação da área total de cada ano pelos preços médios anuais de arrendamentos de terras.

b) A mão de obra é formada por dois tipos de trabalhadores: o primeiro tipo abrange o responsável e os membros não remunerados da família e o segundo é composto pelos empregados. Estes são do tipo: permanentes, temporário, parceiros ou em outras condições. A mão de obra total é a soma dos dois tipos de trabalhadores. O custo da mão de obra foi calculado com base na variável salário. Como os membros da família são não remunerados, o salário de cada ano foi dividido pelo número de empregados para obter o salário médio de cada trabalhador. Posteriormente, esse salário foi multiplicado pelo total de trabalhadores (membros da família e empregados), resultando no custo total da mão de obra. No censo de 2006, desagregou-se o salário dos parentes e dos empregados. Assim, neste ano, não foi necessário calcular o salário médio por trabalhador, apenas se somou o valor total dos salários e dividiu-se pelo total de trabalhadores rurais. Ambas as variáveis relacionadas à mão de obra foram obtidas dos Censos Agropecuários.

c) Para o Capital foi utilizada a *proxy* do estoque de tratores obtidos nos Censos Agropecuários e o custo com o capital foi obtido de Gasques e Conceição (2000), que se basearam em Barros (1999). Porém, ao utilizar como *proxy* apenas a quantidade de tratores, Gasques e Conceição (2000) afirmaram que deveriam também ser utilizados os serviços do capital. Para Jorgenson e Griliches (1967), o estoque de capital seria medido em número de máquinas enquanto o fluxo de serviço do capital seria medido em

máquinas/hora, mas em função da ausência de dados para o preço do aluguel de máquinas, a variável capital foi inserida como estoque de capital ao invés do serviço de capital.

Marinho e Carvvalho (2004) também ressaltaram que o capital gera um fluxo de serviços por um longo período de tempo, o que dificulta a mensuração desta variável, além do fato de haver diferenças na qualidade dos bens duráveis e da sua depreciação ao longo do tempo, difíceis de mensurar. A depreciação do capital foi de 7 %a.a.<sup>20</sup>.

d) Os combustíveis foram obtidos do Censo Agropecuário, tanto as quantidades quanto o valor das despesas. Foram utilizados os seguintes combustíveis: bagaço, carvão vegetal, gás liquefeito de petróleo, gasolina, lenha, óleo diesel, óleo combustível, querosene, energia elétrica, resíduos vegetais, álcool e outros.

e) Para fertilizantes e defensivos agrícolas utilizaram-se os dados de despesas com os mesmos disponibilizados pelos Censos Agropecuários. Os defensivos agrícolas compreendem, além dos mesmos, os inseticidas e fungicidas e os agrotóxicos. Como o Censo não disponibiliza as quantidades utilizadas desses insumos, adotou-se o mesmo procedimento de Gasques e Conceição (2000). Utilizaram-se as quantidades disponibilizadas do Anuário Estatístico do Brasil, divulgado pelo IBGE (2010), de acordo com o princípio ativo. Como os dados não são coletados por estados, estimou-se a participação de cada estado no total da produção do Brasil. De acordo com estas participações na produção total do país, foi obtido o consumo com fertilizantes e defensivos agrícolas para cada unidade de federação.

Após serem obtidas as PTFs a partir do Índice de Tornqvist, foram analisados os determinantes da PTF. Dentre os determinantes analisados estão educação, irrigação, crédito rural, armazenamento, telecomunicações, energia e rodovias. Dada a dificuldade de obter os dados de âmbito estadual, foram utilizadas *proxies* para cada uma dessas variáveis. Para educação, utilizou-se o sub - Índice de Desenvolvimento Humano da Educação (IDH - educação) do Ipea (2010). O índice é calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD e é obtido a partir da taxa de alfabetização e da taxa bruta de frequência escolar. Como só existe IDH estadual para

---

<sup>20</sup> Barros (1999) analisou de forma ampla o estoque de capital na agricultura brasileira bem como alternativas de percentual de depreciação do capital.

os anos de 1970, 1980, 1991 e 2000, nos anos de 1975, utilizou-se a média dos anos de 1970 e 1980 e para o ano de 1985 utilizou-se a média entre os anos de 1980 e 1991.

Para os dados sobre irrigação, foi considerado o total de áreas irrigadas disponíveis nos Censos Agropecuários. A *proxy* utilizada para a armazenagem foi a capacidade estática dos armazéns cadastrados na Conab (2010), a partir de 1980, cujo ano se inicia com os dados existentes sobre armazenagem. A *Proxy* do crédito rural utilizada foi o fluxo de crédito rural, em milhões de reais de 2000, obtido do Ipea (2010). Cabe ressaltar que a variável crédito exclui a CPR, o crédito oriundo de empresas particulares e bancos. Desta forma, só foi analisado o fluxo de crédito oficial divulgado pelo Banco Central.

Para a variável Telecomunicação, foi considerado o número de telefones móveis e fixos de cada unidade de federação, contabilizados pela Anatel (2009). Para a infraestrutura de transportes, utilizou-se a *proxy* densidade rodoviária para a extensão rodoviária, obtida a partir do total em km das estradas pavimentadas, do Ipea (2010), em relação à área de cada estado obtida dos Censos Agropecuários. Como não foi possível estimar *proxies* semelhantes aos setores aquaviários, ferroviários e marítimos, preferiu-se não inserir esses setores na análise, já que as rodovias têm maior participação na logística brasileira.

## **5. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Neste capítulo são apresentados os principais resultados do trabalho bem como sua discussão. Primeiramente são mostrados os índices de Produtividades Total dos Fatores para o Brasil e para todas as unidades da federação, bem como os índices de Insumo e Produto que compõem a PTF. A seguir, são estimados os coeficientes dos determinantes da PTF e apresentados seus efeitos sobre as taxas de crescimento da PTF na agropecuária. Também são apresentados os testes realizados neste modelo a fim de verificar a presença de heterocedasticidade e de autocorrelação. Os resultados encontrados são comparados aos demais estudos que procuraram identificar o efeito dos determinantes sobre a taxa de crescimento da PTF e sobre o crescimento econômico. Por fim, são obtidas as elasticidades de produção para tecnologia, capital e trabalho com vistas a verificar o efeito dessas variáveis sobre o valor da produção no país, como também os testes de autocorrelação, de heterocedasticidade e de exogeneidade para verificar a qualidade do modelo estimado.

### **5.1. Estimativas do Índice de Produto e Índice de Insumo para o Brasil e por unidades de federação**

Primeiramente, são apresentados os índices agregados de insumos e produtos que compõem a PTF para os anos de 1970, 1975, 1980, 1985, 1995 e 2006 para Brasil e unidades de federação. Estes índices foram obtidos a partir da equação (18), sendo o primeiro termo da equação o Índice Agregado do Produto e o segundo termo, o Índice Agregado de Insumo. Conforme a Tabela 7, o índice de insumo do Brasil aumentou de 100, em 1970, para 157 em 2006, um aumento de 57% em todo o período. Já o índice de produto aumentou consideravelmente. Em 1970, o índice era 100, contudo, aumentou para 343 em 2006, o que mostra aumento de 243%. Ao analisar os índices de

insumo e produto obtidos a nível estadual, os estados que apresentaram em 2006 valores menores que 100, tiveram redução nesse índice. De maneira geral, entre 1970 e 2006, das vinte e sete unidades de federação, dezesseis apresentaram redução no valor do índice de insumo agregado e dez apresentaram aumentos no valor deste mesmo índice. Uma possível explicação para o aumento no índice de insumo seria a maior utilização de tratores na agricultura desde a década de 1970. Já nos estados em que o Índice de Insumos reduziu, conjectura-se que isto tenha ocorrido pela diminuição no uso de trabalho e terra, conforme observado nos dados primários, substituídos pelo aumento do número de máquinas e de fertilizantes que deixaram a produção menos onerosa e mais eficiente.

Tabela 7 - Índices dos Produtos e dos Insumos do Brasil e das Unidades de Federações, 1970/2006

Brasil e UF	Índice Agregado de Produtos						Índice Agregado de Insumos					
	1970	1975	1980	1985	1995	2006	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Brasil	100	139	173	211	244	343	100	123	143	153	141	157
AC	100	103	135	103	91	201	100	119	152	183	185	204
AL	100	134	151	178	210	456	100	127	160	173	140	104
AP	100	88	374	667	482	108	100	140	96	166	149	65
AM	100	110	98	219	189	510	100	139	175	197	148	87
BA	100	95	101	149	216	452	100	122	144	168	144	82
CE	100	88	82	119	107	314	100	101	111	115	100	87
DF	100	101	338	752	233	611	100	134	279	338	379	347
ES	100	110	116	161	220	319	100	111	142	181	211	102
GO	100	155	192	219	282	358	100	132	152	111	112	81
MA	100	118	146	146	153	309	100	126	144	145	122	112
MS	100	100	144	204	338	412	100	100	111	115	112	87
MT	100	23	76	97	248	627	100	45	65	73	104	76
MG	100	140	163	214	236	312	100	113	128	147	115	92
PA	100	50	126	564	600	978	100	141	190	242	212	256
PB	100	93	90	124	74	277	100	134	114	126	93	59
PR	100	121	118	166	128	580	100	129	134	136	120	64
PE	100	92	123	134	60	145	100	107	119	119	97	45
PI	100	102	96	129	102	158	100	116	142	145	115	135
RJ	100	88	89	67	52	117	100	122	132	138	96	76
RN	100	102	129	207	172	553	100	111	126	123	100	80
RS	100	87	128	137	114	1511	100	171	244	171	130	224
RO	100	105	583	1163	1839	3475	100	404	742	1300	1673	1959
RR	100	110	102	165	134	449	100	129	150	131	192	105
SC	100	137	205	254	343	516	100	116	135	135	134	100
SP	100	139	176	215	209	257	100	120	147	161	138	71
SE	100	73	136	184	208	373	100	114	119	135	127	71
TO	100	100	100	100	114	365	100	100	100	100	88	93

Fonte: Resultados do trabalho

Dentre os Estados que chamaram atenção no Índice de Insumo, podem-se citar os estados de Rondônia, do Rio de Janeiro, do Mato Grosso e da Paraíba. Pelos dados primários, percebe-se que isso ocorreu em função do aumento da mão de obra e da quantidade de máquinas que elevaram o índice em Rondônia. No Rio de Janeiro, houve redução significativa do índice de produto em 1995, alcançando 52, em função da redução de alguns produtos, principalmente das aves. Já a Paraíba e o Mato Grosso apresentaram índices de Insumo muito baixos em 2006 em função da redução, respectivamente, do uso de energia elétrica e de agrotóxicos. Este resultado deve ser analisado com cautela para a Paraíba já que, embora este fato possa ter ocorrido para os demais estados, a ausência de dados da quantidade utilizada de energia no Censo

Agropecuário de 2006 impactou na redução elevada do índice de insumo deste estado. O que provavelmente não ocorreu, já que o estado deve ter utilizado determinada quantidade de energia. Outro fato ocorrido em 2006 que pode ter resultado na diminuição dos Índices de Insumos foi o auge da crise agropecuária neste ano que afetou o setor entre os anos de 2004 e 2006.

De maneira geral, ao analisar os dados primários do Censo Agropecuário, percebe-se que houve redução significativa da utilização de mão de obra na agropecuária brasileira desde a década de 1980. A taxa de crescimento da mão de obra foi positiva até 1985, mas se reduziu em 23,4% em 1995 e em 7,6% em 2006, de acordo com a Tabela 8. Conjectura-se que esta substituição tenha ocorrido em função do aumento do número de tratores que seguiu trajetória positiva até 1995 e cuja taxa de crescimento foi significativamente maior do que a taxa de crescimento da mão de obra, conforme mostrado na Tabela 8. A abertura comercial, além de estimular essa substituição de insumos, também incentivou a importação de máquinas a partir da década de 1990. Embora tenha aumentado substancialmente na década de 1970, a taxa de crescimento do uso de máquinas é positiva, porém, também tem se reduzido ao longo dos últimos anos.

Tabela 8 – Taxa de crescimento\* de capital, trabalho e terra por período, Brasil – 1970/2006

Período	Taxa de Crescimento do Capital (%)	Taxa de Crescimento do Trabalho (%)	Taxa de Crescimento da Terra (%)
1970-75	100,33	15,72	9,87
1975-80	67,60	4,02	9,64
1980-85	19,52	10,54	3,80
1985-95	18,85	-23,36	-5,23
1995-2006	4,07	-7,60	-0,80

Fonte: Resultados do trabalho a partir dos Censos Agropecuários

\*A taxa de crescimento foi obtida pela fórmula:  $\left[ \left( \frac{Y_{final}}{Y_{inicial}} \right) - 1 \right] * 100$ .

Outro fato que pode ter reduzido o índice de Insumos em alguns Estados foi o aumento do preço de máquinas e adubos. Como discutido na Introdução, houve aumento no índice de preço de máquinas entre 1977 e 1992 e, como esse insumo cuja demanda tem aumentado desde 1970, os produtores podem ter demandado menos máquinas, o que reduziu o índice de insumos em função do valor agregado das máquinas ter aumentado mais que o valor da mão de obra no período analisado.

Com relação ao índice de produto agregado, todas as unidades da federação apresentaram crescimento ao longo dos anos. O Censo de 2006 traz um ponto importante a ser discutido. Todas as unidades de federação apresentaram aumento no índice de Produto, fato que não ocorreu nos períodos anteriores para todos os estados. Os dados demonstram que, de maneira geral, a produção cresceu consideravelmente, nos anos recentes, desde a última coleta de dados, em 1995. Essa observação mostra a importância do crescimento do produto e, conseqüentemente, da economia de todos os estados e do Brasil nos dias atuais.

Três estados apresentaram o Índice de Produto muito elevado em 2006, o que chama atenção na Tabela 7. O estado de Rondônia apresentou aumento significativo do índice do produto em 2006. Pelos dados primários, percebe-se que isso ocorreu em função do aumento do número de bovinos e da produção de soja e leite. Outros estados que apresentaram crescimento significativo como o do estado de Rondônia foram os estados do Rio Grande do Sul e do Pará, cujo aumento ocorreu em função do crescimento da produção de lã e de bovinos, respectivamente.

Com relação aos anos anteriores, nem todas as unidades de federação apresentaram crescimento contínuo, exceto os estados de Alagoas, Amapá, Distrito Federal, Espírito Santo, Goiás, Maranhão, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais, Paraná, Rio Grande do Norte, Rondônia, Roraima, Santa Catarina, São Paulo e Tocantins. O crescimento distinto entre os estados nas décadas anteriores pode ter ocorrido em função das diferentes culturas de cada estado. Como ressaltam Boneli e Fonseca (1998), as culturas de exportação apresentaram maior crescimento do produto do que as culturas de consumo interno em função da adoção de novas tecnologias e da pesquisa agrícola. Nas culturas de exportação, ocorreu o chamado viés de produção, cujos fatores de produção migram para um subsetor da economia mais beneficiado pela mudança tecnológica e modificam a composição da produção, de acordo com Dias e Bacha (1998).

Conforme também ressaltou OECD (2009), os avanços tecnológicos dos últimos anos, como o melhoramento genético, os alimentos orgânicos, as práticas inovadoras de irrigação e o uso mais intensivo de herbicidas no controle de pragas permitiram a muitos países aumentar a produtividade, mas essas inovações não foram inseridas em todas as culturas. Já Vicente (2006) afirmou que os efeitos da adoção de novas tecnologias e insumos modernos surtiram maiores efeitos em 1995, o que pode ter elevado o índice de produto a partir deste ano. Isso ocorre já que os efeitos da criação da

Embrapa e as pesquisas realizadas, na década de 1980, só apresentariam resultados anos mais tarde e, portanto, na década de 1990. Gasques *et al.* (2010), ao analisarem dados da agropecuária desde a década de 1920, mostraram que a área de pastagens por animal tem se reduzido e pode ter sido liberadas terras para outras culturas. Desta forma, a pecuária pode ter influenciado no aumento do índice de produto sem interferir no rebanho.

Todas estas justificativas podem explicar o aumento considerável do Índice de Produto, a partir da década de 1990 e, principalmente, em 2006, conforme os resultados do Censo Agropecuário divulgados.

## 5.2. Estimativas da PTF para o Brasil

Como mostrado anteriormente, o produto agropecuário do País tem crescido a taxas positivas desde 1970. Pela Figura 8, percebe-se que os ganhos de produtividade tiveram significativa participação no crescimento do produto, principalmente a partir de 1985, quando o Índice de Insumo apresentou leve redução, enquanto a PTF seguiu trajetória de crescimento.

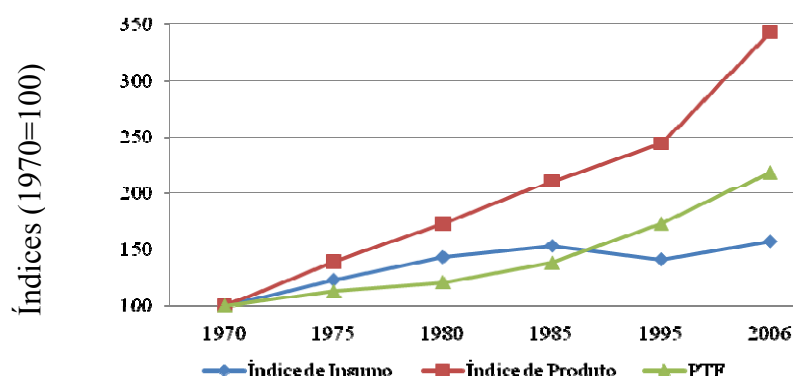


Figura 8 – Evolução dos Índices de Insumo, Produto e da PTF, Brasil, 1970-2006.  
Fonte: Resultados do Trabalho

A PTF é obtida pela relação entre o índice do produto e o índice de insumo. Isso pode ser feito de duas maneiras. A primeira é obter os índices de produto e insumo separados e, após o encadeamento<sup>21</sup>, divide-se o índice de produto pelo índice de insumo, conforme os resultados da Tabela 9. A segunda forma é obtida a partir da

<sup>21</sup> A fórmula do encadeamento é citada na metodologia cujo número é 19 e mostra o encadeamento do índice, ou seja, fixando o ano base como 100 e obtendo os índices dos anos seguintes a partir do primeiro ano fixado.

equação 18, resultando no mesmo valor obtido. Como o Índice da PTF é construído pela subtração do índice de produto pelo índice de insumo, realiza-se esta operação e, em seguida, utiliza-se o processo de encadeamento. O índice de produtividade total dos fatores para o Brasil é apresentado na Tabela 9, bem como as taxas de crescimento por período. Durante os 36 anos analisados, a PTF do Brasil cresceu continuamente, alcançando o crescimento de 119%, sendo 100 em 1970, elevando-se para 219 em 2006.

Tabela 9 - Índice da Produtividade Total dos Fatores - PTF e Taxas de crescimento\* (%), Brasil, 1970-2006<sup>22</sup>

Anos	1970	1975	1980	1985	1995	2006
	100	113	121	138	173	219

Períodos	Taxa de crescimento	
	No Período (%)	Ao Ano (%)
1970-1980	21	1,94
1980-1995	43	2,42
1995-2006	26	2,13
1970-2006	119	2,20

Fonte: Resultados do trabalho

\*taxa de crescimento calculada é a taxa de crescimento geométrica  $[(PTF_{final}/PTF_{inicial})^{1/n}]-1$ .

Em todos os períodos analisados, a PTF apresentou crescimento positivo, alcançando 119% em todo o período. Gasques *et al.* (2010) também encontraram crescimento para o mesmo período. Estes autores encontraram taxa de crescimento de 124%, e a diferença mínima nos resultados se refere a pequenas alterações na agregação dos insumos e produtos na construção dos índices. Conforme esses autores ressaltaram, o produto cresceu em função do aumento da produtividade. Como o produto se elevou em 343% e o insumo em 57%, pode-se concluir com base nestes autores que foram os 119% de crescimento da PTF que impactaram no significativo crescimento do produto agropecuário entre 1970 e 2006, bem como foi importante fonte de crescimento econômico para o país.

A taxa de crescimento médio em todo o período foi de 2,20% ao ano. Ao comparar por períodos menores, entre 1980 e 1995, a taxa de crescimento foi ainda

<sup>22</sup> A diferença deste trabalho para o de Gasques *et al.* (2010) foi na opção de não inserir os produtos leite de cabra, leite de búfala, cera de abelha, casulo de bicho da seda, que em função da ausência de dados para alguns anos de censo, resultavam em diferenças expressivas na PTF de um ano para o outro. Também não foram inseridos produtos transformados como queijo e farinha de mandioca por aumentar o valor agregado após a transformação e, no caso optou-se por utilizar produtos não transformados. Pouca diferença ocorreu nos índices de Insumos, mas algumas ocorreu em função da disponibilidade dos dados do Censo para o ano de 2006, como a variável energia elétrica.

maior que a taxa de crescimento de todo período, sendo 2,42% ao ano. Na década de 1970, foi de 1,94% e de 2,13%, entre 1995 e 2006. Entretanto, cabe ressaltar que a comparação entre décadas não foi realizada, dada a não disponibilidade de dados dos Censos Agropecuários para os anos de 1990 e de 2000, uma vez que nestes anos o Censo não foi realizado.

### 5.3. Estimativas da PTF por Unidades de Federação

Ao analisar a PTF por unidade de federação, através da Tabela 10, após retirar aqueles produtos identificados como variável censurada ou, também denominados como *missing values*<sup>23</sup> na estimação daPTF, os melhores desempenhos na taxa de crescimento da PTF, em ordem decrescente, foram: Mato Grosso - MT (1137%), Paraná - PR (803%), Rio Grande do Norte - RN (592%), Rio Grande do Sul - RS (574%), Amazonas - AM (487%), Bahia - BA (452%), Sergipe - SE (424%), Santa Catarina - SC (417%), Mato Grosso do Sul - MS (376%), Paraíba - PB (368%), Goiás - GO (340%), Alagoas - AL (337%), Roraima - RR (327%), Tocantins - TO (294%), Pará - PA (282%), São Paulo - SP (263%), Ceará - CE (261%), Minas Gerais - MG (240%), Pernambuco - PE (225%), Espírito Santo - ES (213%), Maranhão - MA (176%), Rondônia - RO (77%), Distrito Federal - DF (76%), Amapá - AP (65%), Rio de Janeiro - RJ (55%), Piauí - PI (17%) e Acre - AC (-1%). Dentre todas as unidades de federação, apenas o estado do Acre apresentou redução no valor da PTF entre 1995 e 2006. Como o crescimento para o Brasil foi de 119%, apenas os estados de RO, DF, AP, RJ, PI e AC, apresentaram crescimento inferior ao crescimento do país.

---

<sup>23</sup> Optou-se por retirar os produtos: cera de abelha, casulo de bicho da seda, leite de cabra e leite de búfala por elevarem substancialmente o valor da PTF em função não do crescimento desta variável, mas em função de variáveis com observações censuradas ou iguais a zero. Como a base do índice de Tornqvist é fixa, ou seja, a quantidade é verificada sempre com base no ano anterior, se em determinados anos a produção destes produtos retirados for zero, o índice da PTF vai apresentar um aumento no qual talvez possa não existir. Pelo observado, o índice da PTF aumentaria em função da ausência de dados, já que entre um ano e outro a produção era considerável, exceto em determinados anos em que foi zero.

Tabela 10 - Índice da Produtividade Total dos Fatores - PTF e Taxas de crescimento da PTF do período e anual (%), Estados, 1970-2006

UF	PTF						Taxa de crescimento 1970-2006 (%)	Taxa de crescimento média anual (%)
	1970	1975	1980	1985	1995	2006		
MT	100	98	123	212	363	1237	1137	7,24
PR	100	94	88	123	107	903	803	6,30
RN	100	92	102	169	172	692	592	5,52
RS	100	51	52	81	88	674	574	5,44
AM	100	79	56	111	128	587	487	5,04
BA	100	78	70	89	150	552	452	4,86
SE	100	64	114	136	164	524	424	4,71
SC	100	118	152	188	255	517	417	4,67
MS*	100	100	130	177	302	476	376	5,16
PB	100	70	79	98	80	468	368	4,38
GO	100	118	126	198	251	440	340	4,20
AL	100	105	94	103	150	437	337	4,18
RR	100	85	68	125	70	427	327	4,11
TO*	100	100	100	100	130	394	294	6,75
PA	100	35	66	233	282	382	282	3,79
SP	100	116	119	134	152	363	263	3,65
CE	100	87	74	104	107	361	261	3,63
MG	100	124	127	145	205	340	240	3,46
PE	100	86	104	113	62	325	225	3,33
ES	100	99	82	89	104	313	213	3,22
MA	100	94	101	101	125	276	176	2,86
RO	100	26	79	89	110	177	77	1,60
DF	100	75	121	222	61	176	76	1,58
AP	100	63	390	401	324	165	65	1,40
RJ	100	72	68	49	55	155	55	1,22
PI	100	87	67	89	88	117	17	0,44
AC	100	87	89	56	49	99	-1	-0,03

Fonte: Resultados do trabalho

\* A taxa média de crescimento geométrica para todos os estados se refere a 36 anos, exceto MS em que a taxa é para 31 anos e TO para 21, em função dos dados disponíveis.

Ao longo do período, alguns estados apresentaram oscilações na variação da PTF. Na década de 1970, poucos estados apresentaram crescimento da PTF, enquanto na década de 1980 o crescimento ocorreu em mais estados, mas não para todos. Na década de 1990, poucos estados apresentaram redução da PTF, mas em 2006 todos os estados, com exceção do Acre, apresentam crescimento deste índice.

Dentre aqueles estados que reduziram a PTF, devem-se analisar os dados primários do Censo Agropecuário, bem como os índices de Produto e Insumo calculados. Em 1980, Alagoas apresentou PTF de 94 já que o índice de insumo aumentou mais que o índice de produto neste ano. O mesmo ocorreu na Bahia, entre 1970 e 1985, no Paraná, entre 1975 e 1980 e no Piauí, entre 1970 e 1995. No estado do Rio de Janeiro, esse mesmo fato ocorreu entre 1970 e 1995, que deixou significativamente baixos os valores das PTF para este estado quase durante todo o período. Em 1995, o estado do Acre apresentou PTF de 49. Este baixo valor é resultado da redução do número de aves neste mesmo ano que não acompanhou o aumento do índice de Insumo, enquanto em 2006, a PTF ficou em torno de 100 em função do aumento da terra no estado. Pernambuco apresentou PTF de 62, em 1995, em função da redução elevada da produção de aves, assim como o Distrito Federal em que, em 1995, a PTF foi de 61 também pelo mesmo motivo de Pernambuco.

Além dos dados primários, devem-se levar em consideração as alterações do clima nas décadas de 1970 e 1980 que ainda não eram evitadas pelo uso da irrigação e de outras tecnologias. Ferreira, Ramos e Rosa (2006), que analisaram o estado do Ceará, corroboram este fato nesses anos no estado analisado e justificam que como o estado se encontra na região Nordeste, nas décadas anteriores foi afetado fortemente pelas épocas de secas e que, portanto, afetavam a produtividade.

Já os demais estados apresentaram crescimento contínuo durante todo o período, como Goiás, Minas Gerais, Santa Catarina, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Tocantins, o que demonstra a importância do crescimento do produto em função dos ganhos de produtividade. Assim, desde 1980, a PTF tem impactado significativamente o produto, caracterizando o crescimento intensivo em tecnologia do setor. Isto é diferente das décadas de 1960 e 1970, período no qual o produto era extensivo em terra e em trabalho, conforme discutido em Gasques e Villa Verde (1990).

No ano de 2006, os valores das produtividades se elevaram significativamente, de modo explosivo em alguns estados. Uma possível explicação seria o longo período entre o último Censo de 2006, em relação ao Censo anterior, do ano de 1995/1996. Como o Plano Real, que começou a vigorar em 1994, não foi totalmente captado pelo Censo de 1995, esse efeito pode ser visto nos resultados do Censo de 2006. Como argumentou Sayad (1995), a estabilização do Plano Real poderia, ao longo do tempo, incentivar e resultar em melhorias na distribuição de renda e recuperação do ritmo do crescimento econômico. Antes mesmo dos efeitos do plano serem sentidos, sabia-se que

a estabilidade econômica impactaria no aumento do crescimento econômico do país, como também no crescimento agrícola. Com a abertura econômica, também intensificada no início da década de 1990, as exportações, principalmente de produtos agropecuários, se intensificaram no mercado mundial, repercutindo no aumento da produção desses bens. Além disso, houve renegociação das dívidas agrícolas que com a redução da inflação desde a década passada melhorou a perspectiva econômica dos produtores. Assim, pode-se argumentar que os dados do Censo de 2006 demonstraram que a produtividade foi importante fonte de crescimento do produto na maioria dos estados brasileiros favorecidos pela conjuntura econômica vigente.

Ao comparar as PTFs por estados obtidas por outros autores, os resultados de Gasques *et al.* (2010) são muito próximos, de maneira geral, em função do uso da mesma base de dados e metodologia. Contudo, algumas diferenças se referem a algumas diferenças nas agregações dos dados, conforme foi ressaltado no índice de Insumos e Produtos. Porém, a PTF apresentou valores significativamente menores em outros trabalhos. Vicente, Anfalos e Caser (2003) detectaram valores bem menores para a PTF das unidades de federação, entre 1970 e 1995, utilizando-se do índice de Fisher. Já em Tavares, Ataliba e Castelar (2001), os estados com maiores valores de PTF foram os estados da região Sudeste, o que, segundo os autores, comprova que estados mais desenvolvidos têm maiores produtividades. Já Vicente (2006) estimou que a maior taxa de crescimento da produtividade ocorreu nas lavouras no estado de São Paulo, em 1970 e 1995, seguido por CE, PB, MG, ES e DF.

Selecionando os estados por regiões, as figuras seguintes apresentam o desempenho da taxa de crescimento da PTF para cada uma delas. Como pode ser observado na Figura 9, Paraná e Rio Grande do Sul apresentaram, desde 1985, maior crescimento na PTF quando comparadas as taxas de crescimento do Brasil. Santa Catarina, contudo, apresentou taxa de crescimento positiva e maior que a do restante do país, porém, esteve abaixo de Paraná e Rio Grande do Sul. Ao analisar todo o período, desde 1970, o Rio Grande do Sul saiu de taxas negativas de crescimento e apresentou crescimento contínuo até 2006. Já Santa Catarina e Brasil, apresentaram crescimento mais estável durante todo o período.

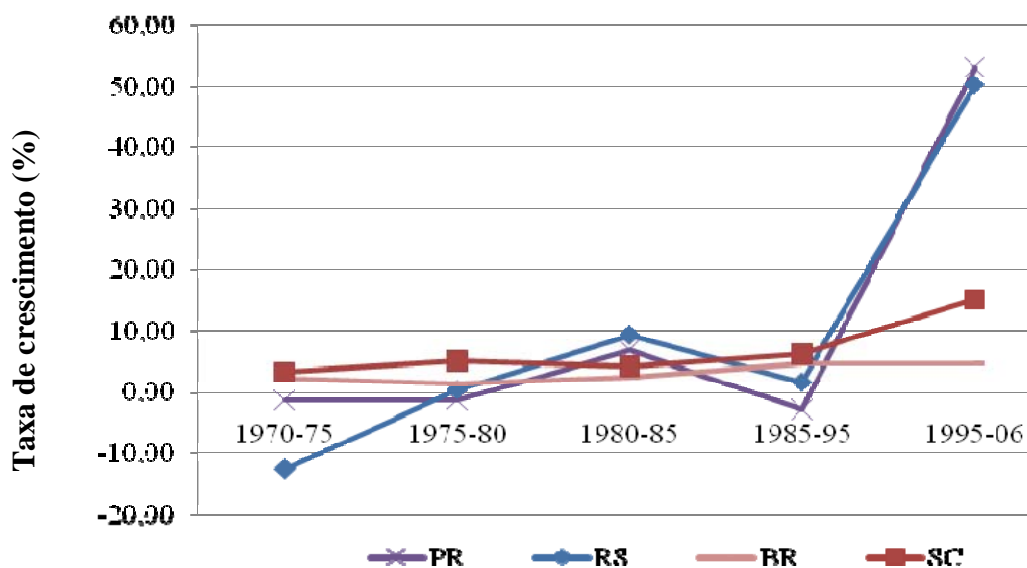


Figura 9 – Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Sul, 1970-2006  
 Fonte: Resultados do trabalho

Na região Norte, todos os estados apresentaram taxas de crescimento maiores que a taxa de crescimento da PTF do Brasil, entre os anos de 1995 e 2006, com exceção do estado Amapá que apresentou taxa de crescimento negativa. Este estado apresentou uma variação significativa durante todo o período: iniciou com taxa de crescimento negativa, apresentou a maior taxa de crescimento da região, entre 1975 e 1980, mas passou a ser a menor entre 1995 e 2006. Rondônia e Pará, em 1970, apresentaram taxas negativas de crescimento, mas até 2006, se recuperaram em relação aos demais estados e mantiveram em torno de 10%. No período entre 1985 e 1995, os estados e o Brasil se aproximaram mais do que em períodos anteriores. E, dentre os estados com maior variação na taxa de crescimento em 2006 podem-se citar os estados de Roraima, seguidos pelo Amazonas, Tocantins, Acre, Rondônia e Pará.

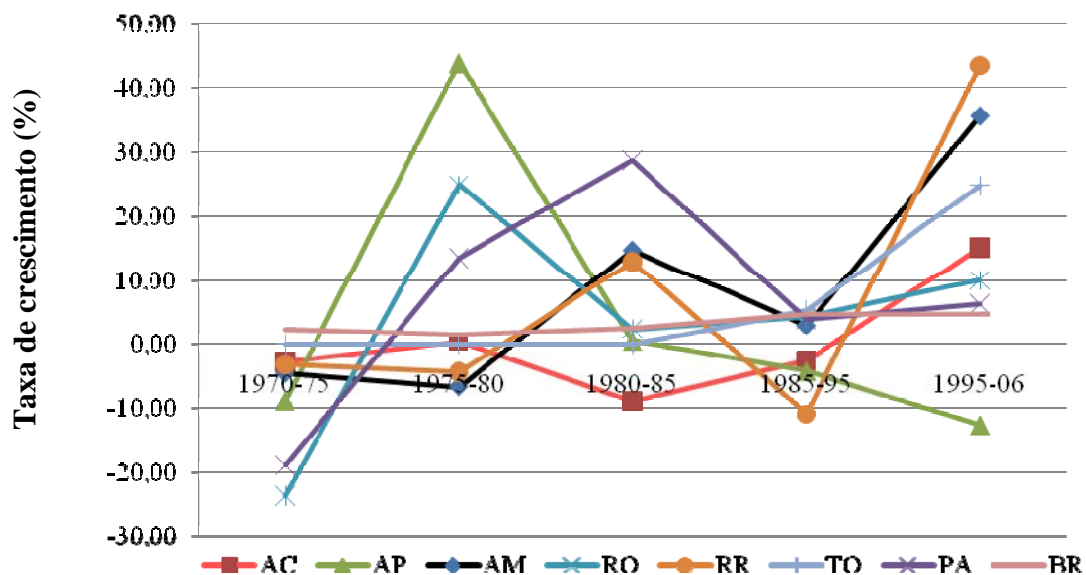


Figura 10 - Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Norte, 1970-2006  
 Fonte: Resultados do trabalho

Na região Sudeste, em 2006, a maior taxa de crescimento foi a do estado do Espírito Santo, seguido pelo Rio de Janeiro, São Paulo e Minas Gerais. Analisando todo o período, Rio de Janeiro e Espírito Santo foram aqueles que, saindo de taxas negativas de crescimento, em 1970, alcançaram as maiores taxas de crescimento da região em 2006. Minas Gerais foi o estado que esteve mais estável durante todo o período, como ocorreu no Brasil.

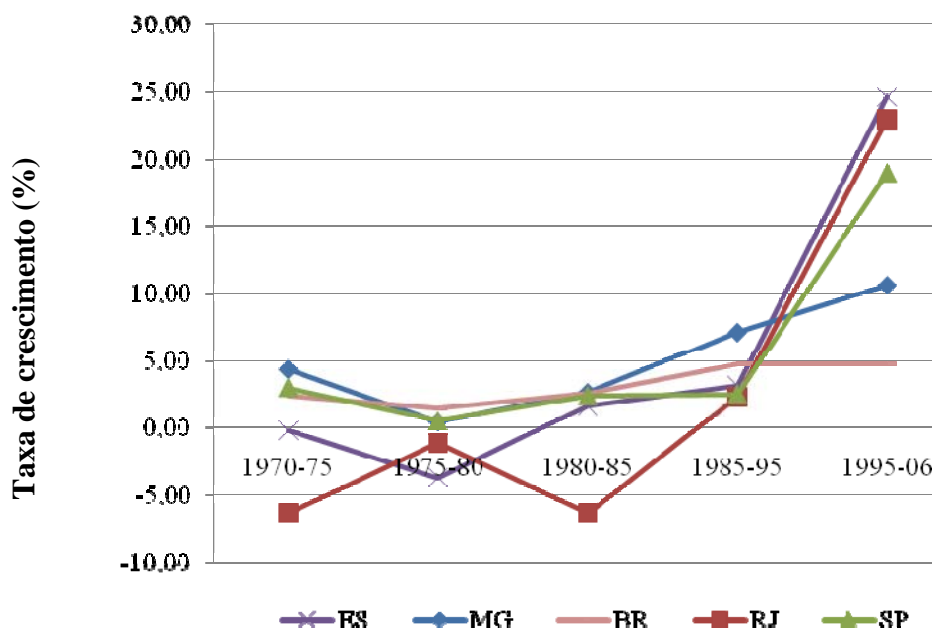


Figura 11 - Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Sudeste, 1970-2006  
 Fonte: Resultados do trabalho

Desde 1975, todos os estados apresentaram taxas de crescimento maiores que a do Brasil, com exceção do Distrito Federal, que apresentou redução na taxa, entre 1980 e 1985, e o estado de Goiás que se manteve equiparado à taxa de crescimento do Brasil, entre os anos de 1975 e 1980 e de 1985 e 1995. Já o Mato Grosso apresentou a maior taxa de crescimento da região, entre 1995 e 2006, seguido pelo Distrito Federal, Goiás e Mato Grosso do Sul.

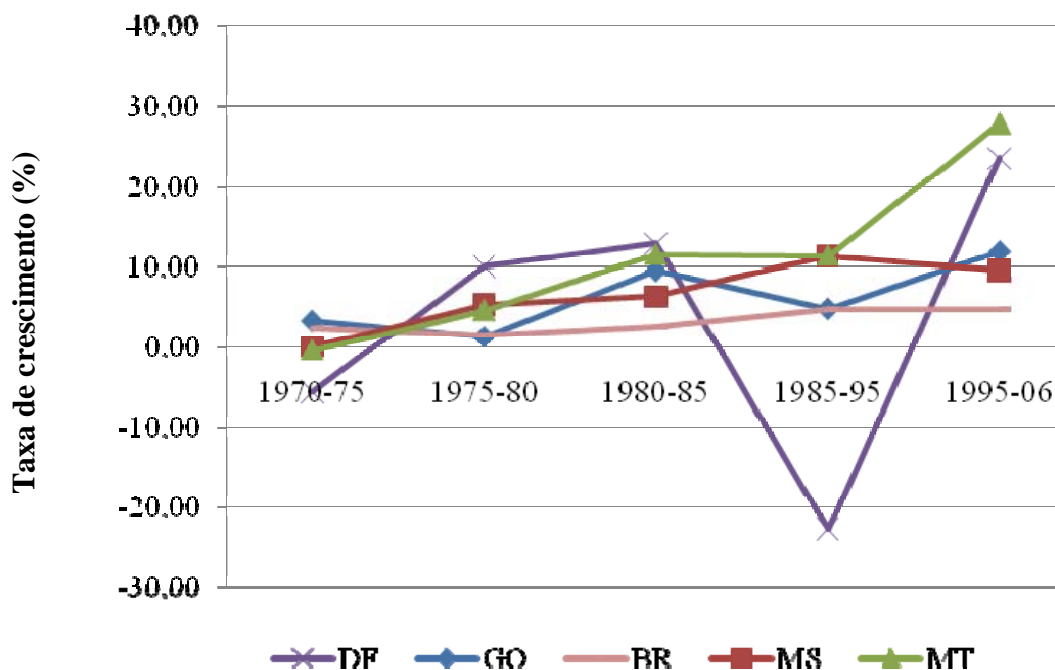


Figura 12 - Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Centro Oeste, 1970-2006

Fonte: Resultados do trabalho

Na região Nordeste, o único estado que apresentou taxas negativas de crescimento foi o estado de Pernambuco, entre 1985 e 1995 (FIGURA 13). Já no período de 1995 e 2006, todos os estados apresentaram taxa de crescimento maior que a do país, embora o estado do Piauí foi o estado que esteve mais próximo da taxa de crescimento do Brasil. Houve variação nas taxas de crescimento durante todo o período. Em 1970, as taxas estiveram mais próximas, já entre 1975 e 1980, Sergipe e Pernambuco apresentaram as maiores taxas da região. No período entre 1980 e 1985 Rio Grande do Norte apresentou maior taxa de crescimento, enquanto entre 1985 e 1995 foi a Bahia. E, no último período analisado, a Paraíba apresentou maior taxa de crescimento, seguida por Pernambuco, Rio Grande do Norte, Bahia e Ceará.

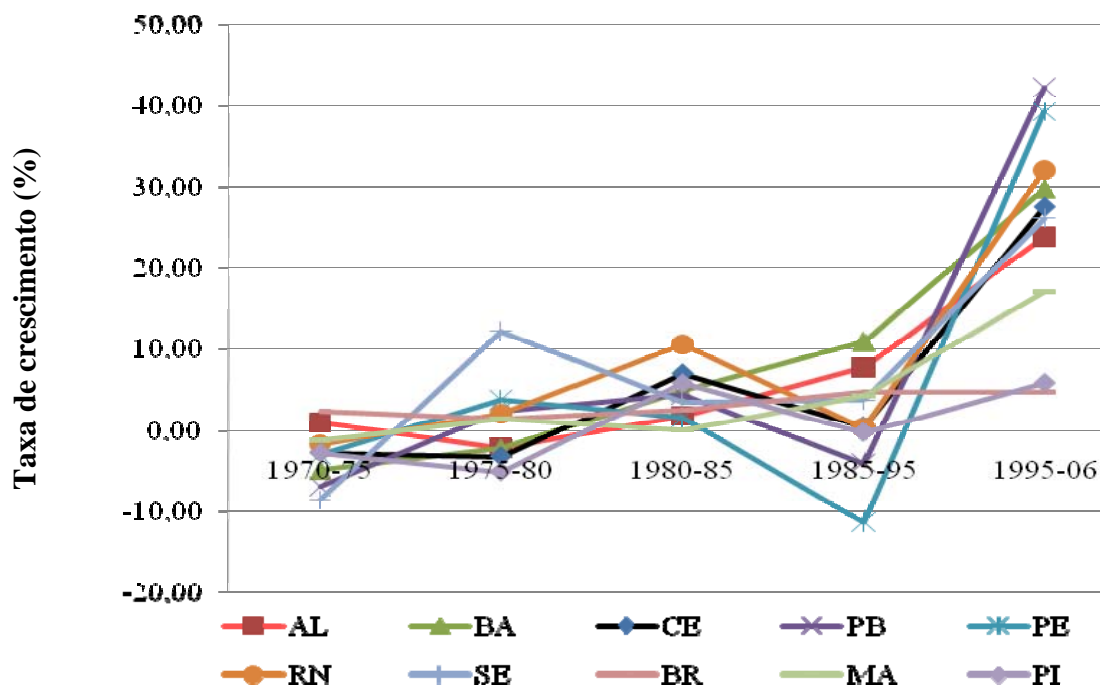


Figura 13 - Desempenho da taxa de crescimento da PTF, Brasil e estados da região Nordeste, 1970-2006  
 Fonte: Resultados do trabalho

De maneira geral, todas as regiões apresentaram bom desempenho no ano de 2006. Em Marinho, Barreto e Lima (2001), que utilizaram o índice de Malmquist, as regiões Sudeste e Sul apresentaram as maiores taxas de crescimento da PTF, seguidas pela região Centro-Oeste, e a região que apresentou menor taxa de crescimento foi a Nordeste. As regiões Sul e Sudeste também foram aquelas que apresentaram maiores taxas de crescimento na análise de Leão (2000).

Apenas a região Sudeste foi a que apresentou maior crescimento, segundo Tavares, Ataliba e Castelar (2001). Uma explicação para essa diferença da região Sudeste seriam os dados utilizados, sendo os Censos Agropecuários no presente trabalho e os dados obtidos do IBGE, como a Pesquisa Nacional de Amostra por Domicílios – PNAD e nos Anuários Estatísticos do Brasil em Tavares, Ataliba e Castelar (2001). As piores posições encontradas foram, de maneira geral, nos estados que compõem a região Norte. O estado do Amazonas foi aquele que apresentou melhor crescimento da PTF dentre os estados da região Norte, corroborando os resultados encontrados por Gomes e Braga (2008). Os autores justificaram o bom desempenho do estado em função do avanço tecnológico oriundo do progresso do Polo Industrial de Manaus.

Bezerra e Melo (2007) justificaram que a redução da PTF no Nordeste durante a década de 1980 ocorreu em razão da forte seca que assolou a região até 1984 e que as condições internas da economia não contribuíram para o crescimento da região, no período 1970 a 2000, uma vez que este crescimento ocorreu em função da fronteira tecnológica e do capital humano que aumentaram o produto por trabalhador na região. Ferreira, Ramos e Rosa (2006) também encontraram redução na PTF do Ceará na década de 1980, justificando o ocorrido, além das secas, pela redução do crédito rural e retirada da política de preços mínimos em razão das condições macroeconômicas vigentes. Conseqüentemente, pode-se ressaltar que estas alterações sobre o setor afetaram não só o Ceará, como também toda a região Nordeste e o país.

Em relação à taxa de crescimento médio anual, apenas o Acre apresentou decréscimo. Já o Estado do Mato Grosso, seguido Paraná, apresentaram taxa de crescimento médio anual maior que 5%.

Ao estimar a função de produção para o Brasil, Mendes, Teixeira e Salvato (2009) e Brigatte (2009) obtiveram a PTF através do resíduo da função de produção. Apenas para comparar o comportamento dos resíduos com o desempenho do Índice de PTF obtido a partir do número índice de Tornqvist, eles apresentaram o mesmo comportamento. Tanto em Mendes, Teixeira e Salvato (2009) e Brigatte (2009), quanto na estimação obtida pelo Índice de Tornqvist, todos apresentaram crescimento entre 1980 e 1985 e entre 1995 e 2006, o que leva a concluir que, embora possa haver erros de medição, como mostrado por Jorgenson e Griliches (1967), tanto pelo método utilizado do número índice quanto pelo resíduo da função de produção, a PTF apresentou o mesmo desempenho no período analisado.

Além disso, segundo Bonelli e Fonseca (1998), a utilização da PTF por meio de índices tem como vantagem permitir a substituição de um insumo por outro se houver elevação nos preços relativos desses insumos, o que torna o cálculo da PTF mais próximo da realidade. Essa possibilidade de substituição dos insumos condiz com a realidade brasileira e com o crescimento agropecuário dos últimos anos. Portanto, embora alguns resultados para 2006 pareçam explosivos, tudo indica que o crescimento do produto agropecuário foi impactado, principalmente, pelo aumento da produtividade, sobretudo a partir de 1980.

## 5.4. Determinantes da PTF

Para analisar os determinantes da PTF, utilizou-se a equação 24 através do MMG. Pelo resíduo obtido, foram estimados três testes para verificar a heterocedasticidade no modelo, cujos resultados se encontram na Tabela 11. Com a hipótese nula de que as variâncias dos subgrupos são iguais e normalmente distribuídas, conclui-se, ao nível de significância de 10%, que o MMG estimado não apresenta problemas de heterocedasticidade.

Tabela 11 – Testes de heterocedasticidade para dados em painel, Brasil, 1970-2006.

Testes	Valor da Estatística	Graus de Liberdade
Barlett	1,36 (0,85)*	4
Levene	1,20 (0,31)*	4, 130
Brown - Forsythe	0,77 (0,55)*	4, 130

Fonte: Elaborado pela autora.

\*Os valores entre parênteses referem-se ao p-valor

Para verificar a presença de autocorrelação, o mesmo resíduo obtido da equação inicial foi inserido defasado na mesma equação inicial. Sob a hipótese nula de que não existe autocorrelação, pela estatística t do coeficiente do resíduo, pode-se concluir que não há problemas de autocorrelação, uma vez que não rejeitou  $H_0$  ao nível de significância de 10%, conforme Tabela 12. Também foi realizado o teste LM de Wooldrige. O teste consiste em regredir o resíduo do modelo em função dos regressores da equação original e do resíduo defasado p vezes, tendo como hipótese nula que todos os coeficientes dos termos defasados são iguais a zero, portanto, não há autocorrelação, ou seja,  $H_0 : \rho = 0$  (WOOLDRIGE, 2002).

Tabela 12 – Teste do resíduo defasado e Teste LM de Wooldrige para verificar a autocorrelação de dados em painel, Brasil, 1970-2006

Testes	Coefficiente defasado	Valor do coeficiente defasado
Resíduo defasado <sup>1</sup>	$u_{t-1}$	0,8019 <b>(0,1262)*</b>
LM de Wooldrige <sup>2</sup>	$u_{t-1}$	0,2551 <b>(0,3581)*</b>
	$u_{t-2}$	-0,3493 <b>(0,3712)*</b>

Fonte: Elaborado pela autora

Os valores entre parênteses referem-se ao p-valor. Equações estimadas: 1)  $\log(PTF) = c + \log(PTF_{t-1}) + \alpha X + u_{it}$ ; 2)  $\log(u_i) = c + \log(PTF_{t-1}) + \alpha X + u_{it-1} + u_{it-2} + u_{it-3}$

Visto que não há problemas de autocorrelação e de heterocedasticidade, o modelo a ser analisado é apresentado na Tabela 13. A variável PTF defasada foi estatisticamente significativa, indicando que aumentos na PTF do período anterior aumentam a PTF no período atual e, portanto, há um efeito dinâmico sobre esta variável. As variáveis crédito, educação, irrigação, rodovias e telecomunicação foram estatisticamente significativas ao nível de 10%, conforme Tabela 13. A variável educação foi aquela que apresentou maior efeito sobre a PTF agropecuária. Como o modelo está todo em logaritmo, os coeficientes estimados são as elasticidades. Assim, um aumento no nível de escolaridade de 10% elevaria a PTF em 2,1 %, enquanto um aumento de 10% sobre as demais variáveis de 10% como em crédito, em irrigação, e em telecomunicações, aumentaria a PTF, respectivamente, em 0,1%, em 0,2% em 0,01%.

Tabela 13 - Elasticidades das PTF da Agropecuária com relação aos seus determinantes, Brasil, 1970-2006

Parâmetros	Coefficiente	p-valor
Constante	-0,2957	0,33
PTF(-1)	1,1085	0,00
Armazenagem	-0,0006	0,53
Crédito	0,0118	0,07
Educação	0,2072	0,01
Irrigação	0,0189	0,00
Rodovias	-0,0292	0,09
Telecomunicação	0,0069	0,00

Fonte: Resultados do trabalho utilizando-se o MMG do tipo log-log

Os resultados obtidos para a variável educação segue a tendência positiva sobre a PTF como no estudo de Brigatte e Teixeira (2010) em que, para cada aumento de 10%

nos investimentos em educação, a PTF aumentou em 10,9%. Contudo, como não há variáveis que captam apenas a escolaridade do meio rural, conjectura-se que os efeitos sobre a PTF do aumento do nível educacional possam ser ainda maiores. Isso pode ser comprovado pelas médias de alunos das áreas rurais para português e matemática de alunos da quarta série, de acordo com a Saeb (2003; 2005). Na região Norte, as médias de ambas as matérias caíram em relação à média do país e, na região Sudeste, houve redução nas notas de português. Nas demais regiões, o resultado das médias destes alunos melhorou, indicando que nas outras três regiões do país a qualidade da educação tem melhorado nas áreas rurais nos últimos anos. Além disso, pressupõe-se que, com o aumento da PTF, haja também crescimento econômico. Conforme observaram Freitas e Bacha (2004), em que a educação é a variável com maior impacto sobre o crescimento do setor agropecuário e Gomes, Pessôa e Veloso (2003), que observaram que o aumento da acumulação de capital, entre 1950 e 2000, foi induzida pelo crescimento da PTF e do capital humano.

A variável irrigação apresentou influência de 0,2% sobre o crescimento da PTF. Segundo Ferreira, Ramos e Rosa (2006), a irrigação não é acessível a todas as localidades e por ser dispendiosa aos pequenos produtores, pode ser que não tenha abrangido todo o efeito potencial até os dias atuais. Além disso, a irrigação é diferente entre as regiões, como ressaltaram Ferreira, Ramos e Rosa (2006), tendo sido os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul os que mais utilizaram esta técnica e, portanto, como grandes produtores de determinadas culturas, a irrigação aumentou a produtividade destes estados e, portanto, a PTF do país. Sobre a ausência do impacto de irrigação sobre a PTF, Ferranti *et al.* (2005) ressaltaram que esse resultado deve ser analisado com cuidado e só ocorre, de fato, se o investimento público priorizar áreas urbanas em detrimento de áreas rurais e, portanto, o baixo impacto encontrado neste trabalho pode ser resultante do baixo investimento em irrigação nas áreas rurais. Conjectura-se que se houver continuidade da área irrigada, o aumento da PTF e, conseqüentemente, o crescimento econômico serão ainda maiores nos próximos anos.

Já a variável crédito, embora tenha sido estatisticamente significativa, pode não ter apresentado maior impacto em função de dois fatos. Conforme ressaltou Sayad (1978), com a elevação das taxas inflacionárias a partir da década de 1970, a eficácia do crédito rural pode ter sido reduzida em razão da maior atratividade das taxas de juros de outros investimentos e por destinar maior parcela do recurso do crédito aos maiores produtores. Outro fator que contribuiu para isso pode ter sido a redução da demanda

pelo crédito oficial em função do aumento da demanda por crédito de cooperativas, de bancos privados e dos demais instrumentos de política agrícola, como CPR e COV. Desta forma, a variável crédito seria subestimada com o uso apenas do crédito oficial. Outro ponto importante para justificar o baixo impacto sobre a PTF seria a hipótese de que a distribuição do crédito é diferente entre regiões. Por exemplo, a região Sudeste pode ter captado maior parcela de crédito do que lhe seria destinado, captando parte do crédito destinado às demais, conforme ressaltou Pires (2005). Este mesmo autor também justificou que há ausência de demanda por crédito em cidades mais pobres em todo o país. Ao analisar o crédito regionalmente, na região Sudeste todas as variáveis de crédito têm efeitos sobre o crescimento econômico, enquanto nas regiões Sul e Centro-Oeste o crescimento não é afetado e, nas regiões Norte e Nordeste, algumas variáveis afetaram o crescimento econômico. Para o autor, o resultado positivo para a região sudeste ocorre devido ao seu desenvolvimento que repercute na forma como funciona o sistema financeiro que aloca o crédito ou pela possibilidade de utilização dos recursos das demais regiões no Sudeste.

A variável telecomunicações pode ter apresentado também baixo impacto sobre o crescimento da PTF, embora positivo, em função do aumento do uso de telefonia fixa e móvel no país, mas principalmente nas áreas urbanas. Não necessariamente, esse aumento já alcançou da mesma forma as áreas rurais.

Embora a variável rodovia seja estatisticamente significativa, a relação com a PTF encontrada foi negativa. Uma justificativa pode ser encontrada em Nogueira Jr. e Tsunehiro (2005). Como o Brasil é um país de grande extensão territorial, os custos de distribuição e coleta são encarecidos em razão do transporte predominantemente rodoviário, ao invés do transporte hidroviário e ferroviário, que seriam menos onerosos. Desta forma, mesmo se houvesse aumento na malha rodoviária, ele não interferiria no crescimento da produtividade ou mesmo poderia afetar o crescimento da PTF de forma negativa por receber os investimentos que deveriam ser realizados em transporte via ferrovias ou hidrovias. Contudo, a relação negativa entre rodovias e PTF mostra um resultado preocupante, uma vez que são por rodovias que é feita quase toda a logística da produção agropecuária. Desta forma, devem ser analisados o efeito do aumento em investimentos em hidrovias e ferrovias que são menos onerosos ao setor.

Já a variável armazenagem não apresentou significância estatística ao nível de 10%. Mendes, Teixeira e Salvato (2009) justificaram que com a expansão das cidades, muitos armazéns foram ali incorporados e por 54% estarem mais próximos às áreas

urbanas, não afetariam a PTF agrícola. Segundo Nogueira Jr. e Tsunehiro (2005), como a infraestrutura de armazenagem de grãos ainda é insuficiente para acompanhar o crescimento da produção, dificultaria a retenção dos produtos para serem comercializados em épocas de alta de preços. Além disso, os armazéns são importantes para evitar congestionamento em silos e portos nos períodos de safra, o que justificaria o baixo efeito desta variável sobre a PTF.

Como no modelo da análise dos determinantes, a variável educação foi aquela que apresentou maior impacto sobre a PTF. É de se esperar que haja maiores investimentos nesta área. A educação no meio rural ainda é precária quando comparada ao meio urbano; além disso, os investimentos em educação são baixos no país e a qualidade do ensino básico ainda pode melhorar, repercutindo em aumento da qualificação da mão de obra e, conseqüentemente, na renda dos trabalhadores e no crescimento econômico.

Pela análise dinâmica, pode-se dizer que a produtividade do período anterior repercute no período atual, o que leva a crer que o aumento da produtividade das décadas anteriores afetou o aumento da produtividade nas décadas seguintes e possivelmente deve continuar impactando positivamente este crescimento já que a PTF gera crescimento econômico.

Como base de comparação para outros estudos, a Tabela 14 traz alguns resultados. Alguns autores uniram algumas variáveis que chamaram de infraestrutura. Silva e Fortunato (2007) encontraram que o impacto maior dos investimentos em infraestrutura ocorreu nas regiões menos desenvolvidas, como Norte e Nordeste. As regiões sul e sudeste, mais desenvolvidas, deveriam investir mais em energia e comunicação, o que demonstra a heterogeneidade entre as regiões. Outros trabalhos também encontraram que investimentos em infraestrutura têm grande impacto sobre o crescimento do produto.

Tabela 14: Determinantes do crescimento da PTF para Brasil analisados por outros autores.

Fontes	Influencia	Não influencia
Ferreira (1996)	Infraestrutura	-
Benitez (1999)	Rodovias e ferrovias	Energia, portos e aeroportos
Ferreira e Malliagos (1999)	Infraestrutura	-
Tavares, Ataliba e Castelar (2001)	Educação	-
Freitas e Bacha (2004)	Educação	-
Gasques et. ali (2004a)	Pesquisa e Crédito Rural	-
Ferranti <i>et al.</i> (2005)	Irrigação e infraestrutura	-
Vicente (2006)	Irrigação e educação	-
Silva e Fortunato (2007)	Transportes	Energia e telecom
Constantin, Rocha e Piza (2007)	Crédito Rural	-
Mendes, Teixeira e Salvato (2009)	Irrigação, transporte, telecom, pesquisa, armazenamento e energia	-
Brigatte e Teixeira (2010)	Educação, transporte e energia	Irrigação e Crédito

Fonte: Elaborado pela autora

Benitez (1999) justificou a não influência das variáveis que se encontram na terceira coluna da Tabela 14. Com relação à energia, como a rede é interligada nacionalmente, um estado pode utilizar a energia gerada em outro, como, por exemplo, a região Sudeste e a usina de Itaipu. Já a infraestrutura de aeroportos e portos não apresentou resultados significativos. Silva e Fortunato (2007) não encontraram impacto do transporte sobre a PTF, que, para os autores, foi um resultado inesperado, uma vez que é por rodovias que é transportada a maioria da produção agrícola e possivelmente deveria influenciar a PTF. Sobre a ausência do impacto de irrigação sobre a PTF, Ferranti *et al.* (2005) ressaltaram que esse resultado deve ser analisado com cuidado e só ocorre, de fato, se o investimento público priorizar áreas urbanas em detrimento de áreas rurais.

Marinho, Barreto e Lima (2001) estimaram a PTF entre 1986 e 1995 e concluíram que as regiões Sul, Sudeste e Centro-Oeste tiveram crescimento da PTF acima da média nacional. Para Benitez (1999), na região sul e sudeste, o impacto da infraestrutura de transporte e energia foi maior do que nas demais; por consequência, a infraestrutura influencia as disparidades regionais, mas, juntamente com a região Centro-Oeste, são essas três regiões as menos influenciadas pelas peculiaridades locais e, portanto, são as regiões menos heterogêneas do país.

Benitez (1999) afirmou que há diferenças significantes em infraestrutura para áreas maiores, já que necessitam de maiores investimentos em infraestrutura. Por exemplo, a extensão das linhas férreas e rodovias são maiores em virtude do tamanho da região geográfica em que foram instaladas, mas os portos, comunicações, energia e aeroportos são maiores para atender ao aumento na demanda regional por esses serviços ou o tamanho da população.

Analisando os determinantes para o crescimento da PTF na Amazônia Legal, Gomes e Braga (2008) encontraram que o estado do Amazonas apresentou a maior taxa de crescimento, no período 1990-2004, que pode ser explicado pelo Polo Industrial de Manaus, que concentra mão de obra qualificada, embora a qualificação educacional da mão de obra da região seja baixa. Além da educação, variáveis como infraestrutura e investimentos na região, realizados pelo Banco da Amazônia, também apresentam impacto positivo sobre a região.

Como as regiões do país são significativamente diferentes umas das outras, os resultados das variáveis determinantes podem ser diversos entre cada uma delas, assim como as taxas de crescimento da PTF apresentadas na seção anterior, que foram diferentes. Principalmente, em se tratando dos estados, como cada estado não apresenta uniformidade em relação às variáveis determinantes, o crescimento da PTF agropecuária não ocorreu de forma uniforme entre eles.

Além destes determinantes analisados neste trabalho, há outros que podem ter afetado a PTF agropecuária neste período. Dentre eles, podem-se citar as diferenças climáticas e de precipitações de chuvas, bem como as características dos produtores e suas áreas plantadas. Vicente (2006) encontrou impacto das restrições de solo, clima e condições do tempo sobre a produtividade. Além disso, este autor ressaltou que a oferta assimétrica do crédito, destinada aos grandes produtores, a instabilidade dos preços mínimos e as diferenças de clima e solo também repercutiram em parte das diferenças no crescimento da produtividade entre os estados. Desta forma, além desses determinantes analisados, devem-se observar mais variáveis que impactam na produtividade agropecuária. Moreira, Helfand e Figueiredo (2007) mostraram que produtores familiares e não-familiares, intensivos e não-intensivos na utilização de insumos, tamanho das propriedades, disponibilidade de bens públicos e acesso a crédito e à assistência técnica pode ter repercutido em diferenças de produtividade. O tamanho das propriedades também é considerado nas estimações da PTF por Leão (2000). Estes itens podem gerar viés de estimação e poderá ser evitado em trabalhos futuros.

Segundo Moreira, Helfand e Figueredo (2007), muitos estabelecimentos agrícolas do país são de grandes extensões em razão da apropriação da terra com as monoculturas de exportação e pela valorização da terra como ativo financeiro, que protegeu a renda dos donos de terras da inflação até 1994 e o crédito mais disponibilizado aos grandes produtores também foi um mecanismo que valorizou ainda mais a terra no país. O problema dessa característica dos estabelecimentos de grandes extensões é a baixa produtividade da terra quando comparada às pequenas propriedades que tendem a ser mais produtivas devido aos custos menores de gerenciamento. Entretanto, o que se observa no país é que as culturas de exportação são eficientes, a modernização da década de 1970 e as pesquisas da Embrapa que permitiram a ocupação das áreas do cerrado mostram que a eficiência e a produtividade não dependem apenas da extensão das terras, dependem da tecnologia e do gerenciamento.

Além disso, Tabellini (2004) afirmou que, para que haja crescimento econômico, são necessários ambiente econômico estável, abertura econômica, proteção dos direitos de propriedade e gastos em bens públicos que estendam o bem-estar para toda a economia. Assim, este trabalho mostrou que devem ser direcionados maiores investimentos nas construções de armazéns ainda insuficientes no país, localizados mais próximos das áreas produtoras a fim de que essa variável possa interferir positivamente no crescimento da PTF. Enquanto a variável rodovia não apresentou impacto positivo sobre a PTF, devem ser repensados os investimentos em hidrovias e ferrovias que atenderiam melhor à logística da produção por serem menos onerosos aos produtores. A heterogeneidade também é fator importante nesse aspecto uma vez que a infraestrutura entre os estados é diferente. A educação é aquela que mais impacta a PTF e, portanto, devem continuar os investimentos na área, principalmente no meio rural, bem como devem ser incentivados investimentos em irrigação, crédito e telecomunicação para que o efeito dessas variáveis sobre a PTF possam ser maiores nos próximos anos.

Conforme ressaltou Tabellini (2004), investimento em capital humano ou físico pode aumentar o crescimento econômico, desempenhando papel secundário, mas são as diferenças entre as Produtividades Totais dos Fatores que geram diferenças de crescimento econômico e, portanto, a PTF é de fundamental importância no crescimento econômico do país e dos estados.

## 5.5. Elasticidades de Produção do capital, do trabalho e da tecnologia

Para obter as elasticidades de produção, os dados estaduais do valor da produção, dos insumos e da PTF foram organizados em formato de painel. Pelos testes de Hausman, de Chow e de Bresuch Pagan, o modelo de efeitos aleatórios é o melhor a ser estimado neste caso, conforme Tabela 15. No teste de Chow, rejeita-se a hipótese nula de que o modelo *Pooled* seja melhor do que o modelo de efeitos fixos, e no teste de Bresuch Pagan, rejeita-se a hipótese de modelo *Pooled* ao invés do modelo aleatório. Sob a hipótese nula de que o modelo a ser estimado é o Modelo de Efeitos Aleatórios no teste de Hausmann, não se rejeitou a hipótese nula e, portanto, foi estimado o Modelo de Efeitos Aleatórios.

Tabela 15 – Resultados dos Testes de Chow, de Hausmann e de Bresuch Pagan para Função de Produção

Teste de Chow	Teste de Hausman	Teste de Bresuch Pagan (ML Teste)
$F_{(3,158)}=32,3697$	$-4,33 (\chi^2=3)$	$26,48 (\chi^2=1)$
$32,3697 > 3,95$	$-4,33 < 11,345$	$26,48 > 1$

Fonte: Resultados do Trabalho

Para verificar a endogeneidade da variável PTF, realizou-se o Teste de Hausman de exogeneidade. Primeiramente, estimou-se a equação por MQO. Os resíduos obtidos da primeira equação foram inseridos novamente na equação com vistas a testar a significância estatística do coeficiente do resíduo. A hipótese nula do teste é de que a covariância entre a variável e o erro é igual a zero, mas, como a hipótese nula foi rejeitada, conclui-se que a variável é endógena. Assim, as variáveis endógenas são a PTF e o valor da produção e, portanto, as estimativas obtidas por MQO são viesadas e inconsistentes.

O tratamento dado a endogeneidade foi a utilização do MMG e do uso de variáveis instrumentais. Como variáveis instrumentais, foram usadas a variável dependente defasada e todas as variáveis determinantes da PTF, como infraestrutura, educação e crédito, em nível. As elasticidades de produção para o Brasil para as variáveis capital, trabalho e tecnologia foram estimadas utilizando o MMG sem impor qualquer restrição quanto a escala de produção. Pela soma dos coeficientes dos três fatores, percebe-se que o modelo apresenta retornos crescentes à escala. Mas considerando a hipótese de retornos constantes à escala, como proposto no Modelo de

Solow, assume-se a restrição da soma das três elasticidades igual a 1. As elasticidades obtidas são apresentadas na Tabela 16. A significância dos coeficientes pode ser encontrada nos p-valores entre parênteses.

Tabela 16 – Elasticidades da produção para capital, trabalho e PTF, Brasil, 1970/2006

Parâmetros	Coeficientes e Significância estatística	
	Retornos Crescentes à Escala (MMG)	Retornos constantes à Escala (MQO)
Constante	<b>-2,30***</b> (0,6173)	<b>3,00***</b> (0,2575)
Capital	<b>0,75***</b> (0,0607)	<b>0,80***</b> (0,1189)
Trabalho	<b>0,30**</b> (0,0574)	<b>0,09<sup>a</sup></b> (0,2392)
PTF	<b>0,73***</b> (0,1184)	<b>0,11***</b> (0,0410)
R <sup>2</sup>	0,9853	0,64

Fonte: Resultados do trabalho

\*\*\* e \*\*: Significativo ao nível de 1% e 5%, respectivamente.

<sup>a</sup> O valor entre parênteses se refere ao erro padrão obtido através da equação

$$S_{\hat{\beta}_2} = \left( v(\hat{\beta}_1) + v(\hat{\beta}_3) + 2\text{cov}(\hat{\beta}_1, \hat{\beta}_3) \right)^{1/2}$$

Todos os parâmetros da função com retornos crescentes à escala, estimados por MMG, foram estatisticamente significantes ao nível de 5%. Todos os sinais estão de acordo com o esperado. Assim, um aumento de 10% no capital aumentaria o produto em 7,5%; um aumento de 10% em trabalho aumentaria o produto em 3,0% e; se a tecnologia aumentasse 10% o produto aumentaria 7,3%.

Ao analisar a função de produção por estados (apêndice 4B e 5B), o valor do R<sup>2</sup> foi maior quando foi inserida a variável tecnologia, embora ainda se perceba a ocorrência dos erros de medidas para todos os estados.

Para verificar a presença de heterocedasticidade e autocorrelação, foram realizados os Testes de Barlett, Levene e Brown-Forsythe (Tabela 17).

Tabela 17 – Testes de heterocedasticidade da Função de Produção, Brasil, 1970-2006

Testes	Valor do Teste	Graus de Liberdade
Barlett	15,4422 0,0015	3
Levene	3,6718 0,0136	3, 158
Brown - Forsythe	1,8884 0,1337	3, 158

Fonte: Resultados do trabalho

Significância: \*\*\*a 1%, \* a 10%, NS: não significativo.  $R^2=0,14$ .

A hipótese nula de que as variâncias são iguais em cada subgrupo não foi rejeitada pelos testes de Barlett e Levene ao nível de 5% de significância, mas a hipótese nula foi rejeitada ao nível de 10% no teste de Brown – Forsythe. Como não se verificou presença de heterocedasticidade em dois testes, conclui-se que não há heterocedasticidades e, portanto, as estimativas são eficientes.

Estimou-se ainda a função de produção pelo método do MQO, impondo-se a restrição de retornos constantes à escala. Este procedimento foi adotado a fim de verificar a hipótese de retornos constantes à escala, como proposto por Solow (1956). Devido a presença de endogeneidade, não corrigida pelo método MQO, os parâmetros estimados são viesados e inconsistentes, não se podendo fazer inferências sobre eles.

Além disso, foi realizado o teste da soma dos coeficientes iguais a um, partir do teste F para verificar a presença de retornos constantes à escala. Como a hipótese nula de que os retornos à escala são constantes foi rejeitada, pode-se afirmar que para estes dados os retornos são do tipo não constantes, reafirmando a presença de retornos crescentes a escala, como o obtido pelo MMG.

Assim, pode-se concluir que os retornos da função de produção estimada são do tipo crescente e as variáveis capital e tecnologia são aquelas que mais influenciaram o crescimento do produto agropecuário, desde 1970. Dessa forma, esse trabalho mostrou que inserir a variável tecnologia é importante uma vez que esta variável tem grande influência sobre o produto.

Outra contribuição deste trabalho é demonstrar que a heterogeneidade dos estados explica, em grande parte, a diferença entre as taxas de crescimento da PTF encontradas para o Brasil neste e em outros trabalhos.

## 6. CONCLUSÕES

A partir da década de 1980, a Produtividade Total dos Fatores tem sido importante fonte de crescimento do produto da agropecuária brasileira. Os objetivos deste trabalho foram determinar as taxas de crescimento da PTF bem como seu impacto no produto agropecuário. Especificamente, procurou-se determinar as taxas de crescimento da PTF agropecuária para o Brasil e para os estados brasileiros e analisar os impactos de variáveis determinantes da PTF agropecuária, no período 1970 – 2006, como educação, crédito e infraestrutura, bem como a heterogeneidade destas variáveis entre os estados. Posteriormente, buscou-se analisar a resposta do produto agropecuário às variações no capital, no trabalho e na tecnologia.

Para obtenção da PTF, recorreu-se aos dados dos Censos Agropecuários de 1970 a 2006 e à utilização da fórmula do Número Índice de Tornqvist. Para análise dos determinantes da PTF, utilizou-se o Método dos Momentos Generalizados– MMG para verificar o impacto da infraestrutura, da educação e do crédito rural sobre a PTF. Por fim, também utilizou-se o MMG para obter as elasticidades de produção de capital, trabalho e tecnologia.

Comprovou-se que, entre os anos de 1970 e 2006, o crescimento do produto agropecuário foi influenciado pelo aumento da PTF na agropecuária. O crescimento da PTF, entre 1970 e 2006, foi de 119% e a taxa de crescimento geométrica anual foi de 2,20% a.a.. Dentre os estados, a menor taxa de crescimento média anual ocorreu no Acre, -0,03%, enquanto, no Mato Grosso, estado de maior crescimento da PTF, esta taxa alcançou 7,24%.

Aumentos na infraestrutura de telecomunicações e de irrigação, no nível de educação e na área irrigada apresentaram impactos positivos sobre a PTF agropecuária, entre 1970 e 2006. Educação foi a variável que mais impactou a PTF, seguida por irrigação, crédito e telecomunicações. Estes resultados são coerentes com a literatura e

sugerem que maiores investimentos devem ser feitos nestes setores com vistas a dar continuidade no crescimento da PTF e, conseqüentemente, no produto agropecuário. As rodovias apresentaram impacto negativo sobre a PTF, resultado que chama a atenção uma vez que grande parte do escoamento da produção é realizada por rodovias. Uma explicação seria a heterogeneidade das rodovias em todo o país que é ruim em determinadas regiões enquanto em outras, em função de pedágios são mantidas em melhores condições do que as demais rodovias.

Além disso, ao analisar o efeito dinâmico da PTF, percebeu-se que há influência da produtividade do período anterior sobre a PTF do período atual, já que gera crescimento econômico.

Os valores da PTF obtidos pelo Índice de Tornqvist foram inseridos na função de produção do Modelo de Solow para obter as elasticidades de produção. Esse procedimento foi adotado uma vez que o Modelo Neoclássico de Crescimento Econômico apenas com capital e trabalho é considerado incompleto, isto é, omite a variável tecnologia. As elasticidades de produção para capital, trabalho e tecnologia estimadas foram, respectivamente, 0,75; 0,30 e 0,73, o que indica que os retornos à escala são do tipo crescentes à escala. Por fim, os resultados permitem concluir que, além do papel significativo da PTF no crescimento do setor agropecuário, também repercute em crescimento econômico uma vez que ao utilizar os insumos de forma mais eficiente gera aumento na produção e, conseqüentemente, tornam os preços mais competitivos. Assim, os resultados sugerem que para que a PTF continue gerando crescimento econômico, é necessário garantir investimentos em irrigação, educação, crédito rural e telecomunicações que são determinantes no crescimento da PTF.

Como sugestões para trabalhos futuros, deve-se analisar as demais variáveis determinantes da PTF, que também pode ser considerado como uma limitação do trabalho uma vez que se pode considerar a omissão dessas variáveis na explicação do crescimento da PTF. A inserção de mais variáveis determinantes poderia reduzir ou eliminar esse viés de estimação ou mesmo verificar se estas variáveis não inseridas interfeririam nestes resultados.

## 7. REFERÊNCIAS

ABREU, M. P. **A Ordem do Progresso: Cem anos de Política Econômica Republicana: 1889-1989**. Rio de Janeiro: Campus, 1990. 445p.

AHEARN, M.; YEE, J.; BALL, E.; NEHRING, R. **Agricultural productivity in the United States**. USDA: Economic Research Service, 1998.

ALMEIDA, L. F., ZYLBERSZTAJN, D. Crédito Agrícola no Brasil: uma perspectiva institucional sobre a evolução dos contratos. Internext – **Revista Eletrônica de Negócios Internacionais**, São Paulo, v. 3, n. 2, p. 267-287, ago./dez. 2008.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA - ANEEL. Banco de Geração de Informação, Matriz de Energia Elétrica - BIG. Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>. Acesso em: 20 de maio 2010.

AGÊNCIA NACIONAL DE TELECOMUNICAÇÕES - ANATEL. Relatório 2009. Disponível em: <<http://www.anatel.gov.br>>. Acesso em: 20 de maio 2010.

ANDERSON, T. W.; HSIAO, C. Estimation of Dynamic Panel with Error Components. **Journal of the American Statistical Association**, v. 76, n° 375, p. 598-606, 1981.

ARELLANO, M.; BOND, S. Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. **Review of Economic Studies**, n° 58, p. 277-297, 1991.

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

BAIER, S. L.; DWYER JR, G. P.; TAMURA, R. How Important are Capital and Total Factor Productivity for Economic Growth? **Economic Inquiry**, v. 44, n. 1, p. 23-49, jan. 2006.

BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. New York, John Wiley & Sons, 2001.

BARRETO, R. C. S.; ALMEIDA, E. A Contribuição da Pesquisa para Convergência e Crescimento da Renda Agropecuária no Brasil. Brasília: **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 47, n. 3, jul/set. 2009.

BARRO, R. J. **Determinants of Economic Growth: A Cross - Country Empirical Study.** Cambridge, MA: MIT Press, 145 p., 1997.

BARRO, R. J. Economic Growth in a Cross Section of Countries. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 106, n.2, p. 407-443, Maio 1991.

BARRO, R. J.; SALA-I-MARTIN, X. **Economic Growth.** Cambridge, MA: MIT Press, 240 p., 2004.

BARROS, R. P.; HENRIQUES, R.; MENDONÇA, R. **Pelo fim das décadas perdidas: educação e desenvolvimento sustentado no Brasil.** Rio de Janeiro, IPEA, Texto para discussão, nº857, 2002.

BENITEZ, R. M. A Infraestrutura, sua relação com a Produtividade Total dos Fatores e seu reflexo sobre o produto nacional. **Planejamento e Políticas Públicas**, IPEA, n. 19. P. 278-306, jun. 1999.

BERNARD, A. B., GARCIA, M. G. P. **Public and Private Provision of Infrastructure and Economic Development.** Rio de Janeiro, Texto para discussão PUC-RIO, n. 375, out. 1997.

BEZERRA, J. F.; MELO, A. S. A Produtividade Total dos Fatores e o Crescimento da Economia do Nordeste no período 1970 a 2000. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v.38, n.4, out/dez. 2007.

BILS, M.; KLENOW, P. J. Does Schooling Cause Growth? **The American Economic Review**, v.90, n.5, p.1160-1183, Mar., 2000.

BLUNDELL, R.; BOND, S. GMM Estimation with Persistent Panel Data: an Application to Production Functions. **Econometric Reviews**, vol. 19, nº 3, p. 321-340, 2000.

BONELI, R.; FONSECA, R. Ganhos de Produtividade e Eficiência: novos resultados para a economia brasileira. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v. 28, n. 2, p.273-314, Rio de Janeiro, 1998.

BOSWORTH, B.; COLLINS, S. M. **The Empirics of Growth: An Update.** Brookings Papers on Economic Activity, v.2003, n.2, p. 113-179, Set, 2003.

BRIGATTE, H. **Determinantes de Longo Prazo do Produto e da Produtividade Total dos Fatores da Agropecuária Brasileira: 1974-2005.** Viçosa, MG: UFV, 2009. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BRIGATTE, H.; TEIXEIRA, E. C. Determinantes do Produto e da Produtividade Total dos Fatores da Agropecuária Brasileira. Brasília: **Revista de Política Agrícola**, ano XIX, nº 2, abr./mai./jun. 2010.

CANNING, D. **Infrastructure's Contribution to Aggregate Output**. The World Bank, Development Research Group, Public Economics, nov. 1999.

CASA CIVIL. Presidência da República - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 4.829, de 5 de novembro de 1965. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>> Acesso em: 10 mar. 2010a.

CASA CIVIL. Presidência da República - Subchefia para Assuntos Jurídicos. Lei nº 8.031, de 12 de abril de 1990. Disponível em: <<http://www.planalto.gov.br>>. Acesso em: 12 mar. 2010b.

CAVES, D. W., CHRISTENSEN, L. R., DIEWERT, W. E. Multilateral Comparisons of Output, Input, and Productivity Using Superlative Index Numbers. **The Economic Journal**, v. 92, n.365, p. 73-86, mar., 1982

CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA – CEPEA - USP. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>>. Acesso em: 08 jul. 2009.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. Disponível em: <[www.conab.gov.br](http://www.conab.gov.br)>. Acesso em: 18 abr. 2010.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DOS TRANSPORTES – CNT. Boletim Estatístico CNT, 2009. Disponível em: <<http://www.cnt.org.br>>. Acesso em: 18 abr. 2010.

CHRISTENSEN, L. R.; JORGENSON, D. W.; LAU, L. J. Transcendental Logarithmic Production Frontiers. **The Review of Economics and Statistics**, v. 55, n.1, p. 28-45, fev. 1973.

CHRISTENSEN, L. R; JORGENSON. **U.S Real Product And Real Factor Input 1929 1967**. University of Wisconsin and Harvard University, 1970.

CONRADIE, B.; PIESSE, J.; THIRTLE, C. District-level total factor productivity in agriculture: Western Cape Province, South Africa, 1952-2002. **Agricultural Economics**, v. 40, n. 3, p. 265-280, 2009.

CONSTANTIN, P. D.; ROCHA, T. B.; PIZA, C. C. T. **Produtividade Total dos Fatores na Agricultura Brasileira 1970-1999: um estudo Aplicado sobre sua Composição e seus Determinantes**. Anais do XXXV Encontro Nacional de Economia, ANPEC, 2007.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE INFRAESTRUTURA DE TRANSPORTES – DNIT. Histórico Ferroviário. Disponível em: <<http://www.dnit.gov.br>>. Acesso em: 18 de abr. 2010.

DIAS, G. L.S., AMARAL, C. M. **Mudanças Estruturais na agricultura brasileira: 1980-1998**. Cepal: Serie Desarrollo productivo, Santiago do Chile, jan. 2001.

DIAS, R. S.; BACHA, C. J. C. Mudança tecnológica e viés de produção na agropecuária brasileira, 1970-1985. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 28, n.3, p.531-562, dez. 1998

DIEWERT, W. E. Superlative Index Numbers and Consistency in Aggregation. **Econometrica**, v. 46, n. 4, p. 883-900, jul. 1978.

DIEWERT, W. E., NAKAMURA, A. O. **The Measurement of Aggregate Total Factor Productivity Growth**. UBC Department of Economics, Vancouver, nov., 2002. Disponível em: < <http://www.econ.ubc.ca>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

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 E AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Projeto Memória Embrapa. Disponível em: < <http://www.embrapa.br>>. Acesso em: 03 abr. 2010.

FAN, S.; ZHANG, L.; ZHANG, X. **Growth, inequality, and poverty in rural China: the role of public investments**. Washington: IFPRI, 2002. 72 p  
FOOD AGRICULTURE ORGANIZATION - FAO. FAOSTAT - Food and Agricultural commodities production. Disponível em: < <http://faostat.fao.org>>. Acesso em: 17 ago. 2010.

FERRANTI, D., PERRY, G. E., FOSTER, W., LEDERMAN, D., VALDÉS, A. **Beyond the City The Rural Contribution to Development**. World Bank Latin American and Caribbean Studies, 245 p., 2005.

FERREIRA, M. O.; RAMOS, L. M.; ROSA, A. L. T. Crescimento da Agropecuária Cearense: Comparação entre as Produtividades Parciais e Total. **Revista de Economia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, n. 3, p. 503-524, jul-set. 2006.

FERREIRA, P. C.; MALLIAGROS, T. G. Investimentos, Fontes de Financiamentos e Evolução do Setor de Infraestrutura no Brasil: 1950-1996. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 28, n. 2, p. 315-338, 1999.

FERREIRA, P. C. Investimentos em infraestrutura no Brasil: fatos estilizados e relações de longo prazo. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.26,n.2, Rio de Janeiro, 22 p., 1996.

FERREIRA, P. C.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. **The Evolution of TFP in Latin America: High Productivity when Distortions Were High?** FGV, Ensaios Econômicos, n. 699, 2009. Disponível em: < <http://virtualbib.fgv.br>>. Acesso em: 12 maio 2010.

FERREIRA, M. O.; RAMOS, L. M.; ROSA, A. L. T. Crescimento da agropecuária cearense: comparação entre as produtividades parciais e totais. **Revista Brasileira de Economia e Sociologia Rural**, Rio de Janeiro, v. 44, nº3, p.503-524, jul/set. 2006.

FERREIRA FILHO, J. B. S., FELIPE, F. I. **Crescimento da Produção agrícola e o consumo de tratores de rodas no Brasil entre 1996-2005**. XLV Congresso da Sociedade Brasileira de Economia, Administração e Sociologia Rural (Sober); Londrina, 2007.

FREITAS, C. A.; BACHA, C. J. C. Contribuição do Capital Humano para o Crescimento da Agropecuária Brasileira – Período de 1970 a 1996. **Revista Brasileira de Economia**, v. 58, nº4, p.533-557, out/dez 2004.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E. T.; BACCHI, M. P. R.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Condicionantes da produtividade da agropecuária brasileira**. IPEA, texto para Discussão 1.017, Brasília, 2004a.

GASQUES, J.G.; BASTOS, E. T. **Produtividade Total dos Fatores e Transformações da Agricultura Brasileira: análise dos dados dos Censos Agropecuários**. Versão Preliminar, 2010.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Crescimento e Produtividade da Agricultura Brasileira**. IPEA, Texto para Discussão, n. 502, Brasília, 1997.

GASQUES, J. G.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R. **Transformações Estruturais da Agricultura e Produtividade Total dos Fatores**. IPEA, Texto para Discussão, n.768, Brasília, 2000.

GASQUES, J. G.; RESENDE, G. C.; VILLA VERDE, C. M.; SALERNO, M. S.; CONCEIÇÃO, J. C. P. R.; CARVALHO, J. C. S. **Desempenho e Crescimento do Agronegócio no Brasil**. IPEA, Texto para discussão 1009, Brasília, 2004b.

GASQUES, J. G.; VILLA VERDE, C. M. **Crescimento da agricultura brasileira e política agrícola nos anos oitenta**. Texto para discussão n. 204 – IPEA, Brasília: 1990.

GASQUES, J.G.; VILLA VERDE. **Gastos públicos em agricultura, evolução e mudanças**. IPEA, Brasília, Texto para discussão, n.948, abr. 2003

GASQUES, J.G.; VILLA VERDE, C.M.; BASTOS, E. T. Gastos públicos em agricultura: Retrospectiva de Prioridades. **Revista Economia**, Brasília, v.7, n.4, p. 209-237, dez. 2006.

GIAMBIAGI, F. **Restrições ao Crescimento da Economia Brasileira: uma visão de Longo Prazo**. Textos para Discussão, nº 94. Rio de Janeiro, 2002.

GOMES, S.C.; BRAGA, M. J. Determinantes da Produtividade Total dos Fatores na Amazônia Legal: Uma aplicação de dados em Painel. **Revista Amazônia Ciência e Desenvolvimento**. Belém, v.3, n.6, jan/jun. 2008.

GOMES, V.; PESSÔA, S. A.; VELOSO, F. A. Evolução da Produtividade Total dos Fatores na Economia Brasileira: uma análise comparativa. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, Rio de Janeiro, v. 33, n.3, dez. 2003.

GONZALEZ, B.C de R; COSTA, S. M. A. L. Agricultura Brasileira: Modernização e Desempenho. Teoria Evidência Econômica, v. 5, n. 10, p.7-35, Passo Fundo, 1998  
GREENE, W. H. **Econometric Analysis**. New Jersey: Prentice Hall, 2003.

GUJARATI, D. N. **Econometria Básica**. São Paulo: Makron Books, 3ª Ed., 846 p., 2000

HULTEN, C.R. Divisia Index Numbers. **Econometrica**, v. 41, n.6, p. 1017-1025, nov. 1973.

HULTEN, C.R. **Total Factor Productivity: a Short Biography**. Cambridge, MA, NBER Working Paper, n. 7471, Jan. 2000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. Anuário Estatístico do Brasil. 1986, 2010

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Agropecuário (1970, 1975, 1980, 1985, 1995/96, 2006)

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA – IBGE. Séries Estatísticas e Séries Históricas. Taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais de idade. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE ESTUDOS E PESQUISAS EDUCACIONAIS ANÍSIO TEIXEIRA – INEP. Investimentos Públicos em Educação. Disponível em: <<http://www.inep.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. PIB a preços de R\$2009. Disponível em: <<http://www.ipeadata.gov.br>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

JOHNSTON, B. F.; MELLOR, J. W. The Role of Agriculture in Economic Development. **The American Economic Review**, v. 51, n. 4, p.566-593, set. 1961.

JONES, C.I. Teoria do crescimento econômico. Rio de Janeiro: Campus, 2000. 178 p.  
JORGENSEN, D. W.; GRILICHES, Z. The explanation of Productivity Change. **The Review of Economic Studies**, v. 34, n. 3, p. 249-283, jul. 1967.

LEÃO, C. **Determinação do padrão de produtividade e de eficiência técnica da Agricultura Brasileira, 1970-1995**. Viçosa, MG: UFV, 2000. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

LOPEZ, M. R.; OLIVEIRA, M. S.; BARCELOS, F. C.; JARA, E.; BOGADO, P.R. Brazil. **Distortions to Agricultural Incentives in Latin America**. World Bank Publications, 2008.

LUCAS, R. E. On The Mechanics of Economic Development. **Journal of Monetary Economics**, v. 22, n.1, p. 3-42, 1988

MANKIW, N. G.; ROMER, D.; WEIL, D. N. A Contribution to the Empirics on Economic Growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 107, n. 2, p. 407-437, mai. 1992.

MARINHO, E.; CARVALHO, R. M. Comparações Inter-Regionais da Produtividade da Agricultura Brasileira - 1970-1995. **Pesquisa e Planejamento Econômico**, v.34,n.1, Rio de Janeiro, 35 p., 2004

MARINHO, E. E. L.; BARRETO, F. A. F. D, LIMA, F.S. **Produtividade, Variação Tecnológica e Variação de Eficiência Técnica das Regiões e Estados Brasileiros**. In: XXIX Encontro Nacional de Economia, 2001, Salvador. Anais da ANPEC Nacional, 2001.

MARQUES, L. D. **Modelos Dinâmicos com Dados em Pannel: revisão de literatura**. Faculdade de Economia da Universidade do Porto, *Working Papers* 2000. Disponível em: < <http://www.fep.up.pt>>. Acesso em: 02 set. 2010.

MELO, F. H. Tendência de queda nos preços reais de insumos agrícolas. **Revista de Economia Política**, v. 12, n.1, jan.mar/1992.

MENDES, S. M. **Relação entre os Investimentos em Infraestrutura e a Produtividade Total dos Fatores na Agricultura Brasileira, 1985-2004**. Viçosa, MG: UFV, 2005. Dissertação (Mestrado em Economia Aplicada) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

MENDES, S. M.; TEIXEIRA, E. C.; SALVATO, M. A. Investimentos em Infraestrutura e Produtividade Total dos Fatores na Agricultura Brasileira: 1985-2004. **Revista Brasileira de Economia**, Rio de Janeiro, v. 63, n.2, p. 91-102, Abr-Jun 2009.

MOREIRA, A. R. B., HELFAND, S. M., FIGUEIREDO, A. M. R **Explicando as diferenças na produtividade agrícola no Brasil**. IPEA, Texto para discussão 1.254, Rio de Janeiro, 2007.

NADIRI, M. I. Some Approaches to the Theory and Measurement of Total Factor Productivity: A Survey. **Journal of Economic Literature**, v. 8, n. 4, p. 1137-1177, dez. 1970.

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**. University of New York, New York, 1991

NOGUEIRA JR., S. ; TSUNECHIRO, A. Produção Agrícola e Infraestrutura de Armazenagem no Brasil. **Informações Econômicas**, v.35, n.2, fe. 2005.

NUNES, E. P. ; CONTINI, E. Participação no PIB : Passando a limpo. **Agroanalysis**, Rio de Janeiro, v. 20, n. 11, p. 42-49, 2000.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **OECD Review of Agricultural Policies – Brazil**. Paris, 2005. Disponível em: <<http://www.oecd.org>>. Acesso em: 10 abr. 2010.

ORGANISATION FOR ECONOMIC CO-OPERATION AND DEVELOPMENT – OECD. **Technology And Innovation In World Agriculture: Prospects For 2010-2019**, 2009

PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO - PAC. Disponível em: < [www.brasil.gov.br/pac](http://www.brasil.gov.br/pac)>. Acesso em: 20 abr. 2010

PÊGO FILHO, B.; CÂNDIDO JÚNIOR, J. O. ; PEREIRA, F. **Investimento e Financiamento da InfraEstrutura no Brasil: 1990/2002**. IPEA, Texto para discussão 680, Brasília, 1999.

PINHEIRO, A. C. **Measuring and explaining Total Factor Productivity Growth: Brazilian Manufacturing in the Seventies**. Rio de Janeiro, IPEA, Texto para discussão interna n. 189, mar. 1990.

PIRES, M. C. C. **Crédito e Crescimento Econômico: Evidências para os Municípios Brasileiros**. VIII Encontro de Economia da Região Sul, ANPEC-SUL, 2005.

PLÁ, J. V. J. A., SALIB, S. **Infraestrutura de transporte e potencialidade agrícola do Brasil**. Indicadores Econômicos FEE, Porto Alegre, v. 31, n.3, p, 119-134, Nov. 2003.

RIGOLON, F. J. Z.; PICCININI, M. S. **O Investimento em Infraestrutura e a Retomada do Crescimento Econômico Sustentado**. Texto para discussão n° 63. BNDES: Rio de Janeiro, 1997.

RIGOTTO, M. E.; SOUZA, N. J. **Evolução da Educação no Brasil, 1970-2003**. Análise, v. 16, n.5, p. 339-358, 2005.

ROMER, P. R. Increasing Returns and Long Run Growth. **The Journal of Political Economy**, v. 94, n. 5, p. 1002-1037, out. 1986

SAYAD, J. **Crédito Rural no Brasil**. Brasília: Ministério da Agricultura, 93p., 1978.

SAYAD, J. Observações sobre o Plano Real. **Estudos Econômicos**, São Paulo, v. 25, n. especial, p. 7-24, 1995/6

SAEB/INEP. **Resultados do SAEB 2003**, Brasília, 2004. Disponível em: <[www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)>. Acesso em: 06 jun. 2010.

SAEB/INEP. **Resultados do SAEB 2005**, Brasília, 2007. Disponível em: <[www.inep.gov.br](http://www.inep.gov.br)>. Acesso em: 06 jun. 2010.

SCHULTZ, T. **Transformação da Agricultura Tradicional**. Rio de Janeiro: Zahar, 265p., 1965

SILVA, G. L. S. P.; CARMO, H. C. E. Como medir a produtividade agrícola: conceitos, métodos e aplicações no caso de São Paulo. **Agricultura em São Paulo**, v. 33 , n. 1/2, p. 139-170, 1986.

SILVA, G. J. C.; FORTUNATO, W. L. L. **Infraestrutura e crescimento: uma avaliação do caso brasileiro no período de 1985-1998**. XII Fórum de Desenvolvimento do Banco do Nordeste Brasileiro (BNB). 2007.

SOLOW, R. M. A contribution to the theory of economic growth. **The Quarterly Journal of Economics**, v. 70, n. 1, p. 65-94, 1956.

SOLOW, R. M. Technical Change and the Aggregate Production Function. **The Review Economics and Statistics**, v. 39, n.3, p. 312-320, ago 1957.

TABELLINI, G. **The Role of the State in Economic Development**. CESinfo – Center of Economic Studies: Working Paper, n. 1256, ago. 2004. Disponível em: < <http://www.cesifo-group.de>>. Acesso em: 26 abr. 2010

TAVARES, J. M., ATALIBA, F., CASTELAR, I. Mensuração da Produtividade Total dos Fatores para os estados brasileiros, sua contribuição ao crescimento do produto e influência da educação: 1986: 1998. **Revista Econômica do Nordeste**, Fortaleza, v. 32, n. Especial, p. 633-653, 2001.

VEGRO, C. L. R., FERREIRA, C. R. R. P. T, CARVALHO, F. C. Indústria brasileira de máquinas agrícolas: evolução e mercado, 1985-95. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 27, n. 1, 1997.

VELOSO, F. A.; VILLELA, A.; GIAMBIAGI, F. Determinantes do Milagre Econômico Brasileiro (1968-1973): Uma Análise Empírica. Rio de Janeiro, **Revista Brasileira de Economia**, v. 62, n.2, p.221-246, abr-jun 2008.

VICENTE, J. R. **Comparação de produtividade agrícola entre as unidades da federação, 1970-1995**. Instituto de Economia Agrícola, São Paulo, v.53, n.2, p.69-85, jul/dez. 2006

VICENTE, J. R.; ANEFALOS, L. C.; CASER, D. V. **Influência de Capital Humano, Insumos Modernos e Recursos Naturais na Produtividade Agrícola**. Instituto de Economia Agrícola, 2003.

INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA – IEA, Artigos de Congressos, n.506, ago.2003

WOOLDRIGE, J. M. **Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data**. MIT, 2002.

WORLD BANK . **Licenciamento Ambiental de Empreendimentos Hidrelétricos no Brasil: Uma Contribuição para o Debate**. Relatório No. 40995-BR, v. 01, mar. 2008. Disponível em: < <http://siteresources.worldbank.org>>. Acesso em: 20 abr. 2010.

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.

ZHU,X.; LANSINK, A. O. **Determinants of productivity change of crop and dairy farms in Germany, the Netherlands and Sweden in 1995-2004**. Pequim, International Association of Agricultural Economics Conference - IAAE, ago. 2009

## **APÊNDICES**

## APÊNDICE A

Deduções e derivações das equações não demonstradas anteriormente:

**A.1.** Equação de acumulação de capital por trabalhador com progresso tecnológico:

$$\text{Equação (14)} \Rightarrow \dot{\tilde{k}} = sy - (d + g + n)\tilde{k}$$

Como as equações (4), (6) e (12) são, respectivamente:

$$\text{Equação (4)} \Rightarrow \frac{\dot{A}}{A} = A_0 e^{gt} = g ;$$

$$\text{Equação (6)} \Rightarrow \frac{\dot{K}}{K} = s \frac{Y}{K} - d ;$$

$$\text{Equação (12)} \Rightarrow \frac{\dot{L}}{L} = n ;$$

Substituindo-as na equação (13), tem-se:

$$\frac{\dot{\tilde{k}}}{\tilde{k}} = \frac{\dot{K}}{K} - \frac{\dot{A}}{A} - \frac{\dot{L}}{L} = \frac{\dot{K}}{K} - g - n \Rightarrow s \frac{Y}{K} - d - g - n$$

Ao multiplicar a expressão por  $\tilde{k}$ , tem-se que:

$$\dot{\tilde{k}} = \left( \frac{sY}{K} - d - g - n \right) \tilde{k} = \frac{sY\tilde{k}}{K} - (d + g + n)\tilde{k}$$

Como  $\tilde{k} = \frac{K}{L}$ , a expressão se torna:

$$\dot{\tilde{k}} = \frac{sY}{K} \frac{K}{L} - (d + g + n)\tilde{k}$$

E, como  $y=Y/L$ , a expressão será:

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

**A.2.** Derivação do Índice de Tornqvist:

Equação (18) =>

$$\ln(PTF_{pt} / PTF_{pt-1}) = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln\left(\frac{Y_{it}}{Y_{it-1}}\right) - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln\left(\frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}\right)$$

Partindo-se do pressuposto de que a PTF é resultante da diferença entre o crescimento do produto total e dos insumos totais, então a identidade geral é dada por:

$$\sum_{i=1}^n P_i Y_i = \sum_{j=1}^m P_j X_j$$

Diferenciando esta expressão em relação ao tempo, tem-se que:

$$\sum_{i=1}^n P_i \frac{dP_i}{dY_i} \frac{dY_i}{dt} dt + \sum_{i=1}^n Y_i \frac{dY_i}{dP_i} \frac{dP_i}{dt} dt = \sum_{j=1}^m P_j \frac{dP_j}{dX_j} \frac{dX_j}{dt} dt + \sum_{j=1}^m X_j \frac{dX_j}{dP_j} \frac{dP_j}{dt} dt$$

Dividindo-se todos os termos por  $\sum_{i=1}^n P_i Y_i$ , tem-se que:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n P_i \frac{dP_i}{dY_i} \frac{dY_i}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} + \sum_{i=1}^n Y_i \frac{dY_i}{dP_i} \frac{dP_i}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} = \sum_{j=1}^m P_j \frac{dP_j}{dX_j} \frac{dX_j}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} + \\ & + \sum_{j=1}^m X_j \frac{dX_j}{dP_j} \frac{dP_j}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \end{aligned}$$

Multiplicando-se o primeiro termo por  $\frac{Y_i}{Y_i}$ , o segundo por  $\frac{P_i}{P_i}$ , o terceiro por  $\frac{X_j}{X_j}$  e o

quarto termo por  $\frac{P_j}{P_j}$ , a equação passa a ser:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n P_i \frac{dP_i}{dY_i} \frac{dY_i}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \left( \frac{Y_i}{Y_i} \right) + \sum_{i=1}^n Y_i \frac{dY_i}{dP_i} \frac{dP_i}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \left( \frac{P_i}{P_i} \right) = \\ & = \sum_{j=1}^m P_j \frac{dP_j}{dX_j} \frac{dX_j}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \left( \frac{X_j}{X_j} \right) + \sum_{j=1}^m X_j \frac{dX_j}{dP_j} \frac{dP_j}{dt} dt \frac{1}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \left( \frac{P_j}{P_j} \right) \end{aligned}$$

Reordenando-a, a equação será:

$$\begin{aligned} & \sum_{i=1}^n \left( \frac{P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \frac{1}{Y_i} \frac{dP_i}{dY_i} \frac{dY_i}{dt} dt \right) + \sum_{i=1}^n \left( \frac{P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \frac{1}{P_i} \frac{dY_i}{dP_i} \frac{dP_i}{dt} dt \right) = \\ & = \sum_{j=1}^m \left( \frac{P_j X_j}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \frac{1}{X_j} \frac{dP_j}{dX_j} \frac{dX_j}{dt} dt \right) + \sum_{j=1}^m \left( \frac{P_j X_j}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i} \frac{1}{P_j} \frac{dX_j}{dP_j} \frac{dP_j}{dt} dt \right) \end{aligned}$$

Definindo os seguintes termos como:

$$S_i = \frac{P_i Y_i}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i}; \quad Y_i = \frac{1}{Y_i} \frac{dP_i}{dY_i} \frac{dY_i}{dt} dt; \quad P_i = \frac{1}{P_i} \frac{dY_i}{dP_i} \frac{dP_i}{dt} dt;$$

$$C_j = \frac{P_j X_j}{\sum_{i=1}^n P_i Y_i}; X_j; \quad X_j = \frac{1}{X_j} \frac{dP_j}{dX_j} \frac{dX_j}{dt} dt; \quad P_j = \frac{1}{P_j} \frac{dX_j}{dP_j} \frac{dP_j}{dt} dt;$$

A expressão será:

$$\sum_{i=1}^n (S_i Y_i) + \sum_{i=1}^n (S_i P_i) = \sum_{j=1}^m (C_j X_j) + \sum_{j=1}^m (C_j P_j)$$

Definindo os termos em apenas uma incógnita, a expressão pode ser definida em termos de produtividade total, da seguinte forma:

$$Y + P = X + p \Rightarrow Y - X = p - P = PTF$$

A PTF é, então, a variação do produto que não é explicada pela variação nos insumos, e a variação do preço do produto que não é explicado por alterações nos preços dos insumos.

Para chegar ao índice de Tornqvist, seguindo a expressão anterior, tem-se que:

$$PTF = Y - X$$

Voltando à expressão anterior:

$$PTF_t = Y_t - X_t = \sum_{i=1}^n (S_i Y_i) - \sum_{j=1}^m (C_j X_j)$$

Assim, o número índice Divisia da PTF, como mostrado em Christensen e Jorgenson (1970), é dado por:

$$\log \frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} = \log \frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} - \log \frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}$$

Logo, o índice de Tornqvist, aproximado do índice da PTF de Tornqvist, será:

$$\frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} = \sum_{i=1}^n \frac{S_{it} Y_{it}}{S_{it-1} Y_{it-1}} - \sum_{j=1}^m \frac{C_{jt} X_{jt}}{C_{jt-1} X_{jt-1}}$$

Aplicando-se o logaritmo, o Índice de Tornqvist é dado por:

$$\ln \frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} = \sum_{i=1}^n \ln \frac{S_{it} Y_{it}}{S_{it-1} Y_{it-1}} - \sum_{j=1}^m \ln \frac{C_{jt} X_{jt}}{C_{jt-1} X_{jt-1}}$$

Como também mostrado em Christensen e Jorgenson (1970), os índices de preço e quantidade do produto são dados por:

$$\log Y_t - Y_{t-1} = \sum \bar{s}_{it} [\log Y_{it} - Y_{it-1}]$$

$$\log P_t - P_{t-1} = \sum \bar{s}_{jt} [\log P_{jt} - P_{jt-1}]$$

$$\text{em que } \bar{s}_{it} = \frac{1}{2}S_{it} + \frac{1}{2}S_{it-1}$$

Usando as médias aritméticas das participações relativas nos períodos  $\bar{s}_{it}$  e  $\bar{c}_{it}$ , como aproximação do índice de Divisia, a equação da taxa de variação da PTF para os dois períodos será:

$$\ln \frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} = \sum_{i=1}^n \left( \frac{1}{2}S_{it} + S_{it-1} \right) \ln \frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} - \sum_{j=1}^m \left( \frac{1}{2}C_{jt} + C_{jt-1} \right) \ln \frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}$$

$$\ln \frac{PTF_t}{PTF_{t-1}} = \frac{1}{2} \sum_{i=1}^n (S_{it} + S_{it-1}) \ln \frac{Y_{it}}{Y_{it-1}} - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^m (C_{jt} + C_{jt-1}) \ln \frac{X_{jt}}{X_{jt-1}}$$

### A.3. Derivação das elasticidades de produção de capital, trabalho e PTF:

$$\text{Equação (20)} \Rightarrow \ln(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(K_t) + \beta_3(L_t) + \varepsilon$$

Partindo da função de produção e diferenciando-a em relação ao tempo, a expressão será:

$$Y_t = A_t f(K, L)$$

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

Dividindo a expressão por Y:

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

Fazendo  $\varepsilon_k = \frac{\partial Y}{\partial K} \frac{\dot{K}}{Y}$  e  $\varepsilon_L = \frac{\partial Y}{\partial L} \frac{\dot{L}}{Y}$ , sendo, respectivamente:

$$\frac{\partial Y}{\partial K} = A \frac{\partial f}{\partial K}, \text{ e } \frac{\partial Y}{\partial L} = A \frac{\partial f}{\partial L}:$$

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

Portanto, as elasticidades da produção para capital, trabalho e PTF serão estimadas a partir da seguinte equação:

$$\ln(Y_t) = \beta_1 + \beta_2 \ln(K_t) + \beta_3(L_t) + \beta_4(PTF_t) + \varepsilon$$

## APÊNDICE B

Tabela 1B - Produtos e unidades de medida utilizados na agregação do Índice de produto total, obtidos dos Censos Agropecuários

Produtos e agregações	Unidades de medidas	Produtos e agregações	Unidades de medidas
Abacate	Mil frutos	Jabuticaba	Tonelada
Abacaxi	Mil frutos	Jaca	Mil frutos
Abio	Mil frutos	Jenipapo	Mil frutos
Abóbora	Mil frutos	Jiló	Tonelada
Abobrinha (Abobrinha e Abobrinha verde)	Tonelada	Juta (em fibra e haste)	Tonelada
Acácia negra	Mil árvores	Kiwi	Mil frutos
Açafrão	Tonelada	Laranja	Mil frutos
Açaí	Tonelada	Lenha Plantada e silvicultura	Mil m <sup>3</sup>
Acelga	Tonelada	Lima	Mil frutos
Acerola	Tonelada	Limão	Mil frutos
Agave (em folha e fibra)	Tonelada	Linho (em semente e haste)	Tonelada
Agrião	Tonelada	Maçã	Mil frutos
Alcachofra	Tonelada	Madeira (em Toras) Plantada, silvicultura e madeira para papel	Mil m <sup>3</sup>
Alfafa forrageira	Tonelada	Mamão	Mil frutos
Alface	Tonelada	Mamona	Tonelada
Algodão (arbóreo e herbáceo)	Tonelada	Mandioca	Tonelada
Alho	Tonelada	Mandioquinha	Tonelada
Alho-poró	Tonelada	Manga	Mil frutos
Almeirão	Tonelada	Mangaba	Tonelada
Ameixa	Mil frutos	Maracujá	Mil frutos
Amendoim (em casca) 1ª e 2ª safras	Tonelada	Marmelo	Mil frutos
Amora (em fruta e folha)	Mil frutos	Maxixe	Tonelada
Andiroba (em semente)	Tonelada	Melancia	Mil frutos
Araruta	Tonelada	Melão	Mil frutos
Arroz (em casca)	Tonelada	Milho (em grão)	Tonelada
Aspargo	Tonelada	Milho forrageiro	Tonelada
Aveia (em casca)	Tonelada	Milho verde	Tonelada
Aveia forrageira	Tonelada	Morango	Tonelada
Azedinha	Tonelada	Mostarda	Tonelada
Azeitona	Tonelada	Mudas (Cultivadas e Silvicultura)	Mil unidades
Azevém forragem	Tonelada	Mudas de eucalipto	Mil unidades
Babaçu em amêndoa	Tonelada	Mudas de Pinus	Mil unidades
Balata	Tonelada	Nabo	Tonelada
Banana	Mil cachos	Nectarina	Mil frutos
Batata doce	Tonelada	Nêspera	Mil frutos
Batata inglesa 1ª e 2ª safras	Tonelada	Noz	Tonelada
Batata (semente)	Tonelada	Oiticica (em fruta e semente)	Tonelada
Berinjela	Tonelada	Ouricuri (em coquilhos)	Tonelada
Bertalha	Tonelada	Palanque	Mil unidades
Beterraba	Tonelada	Palma - forragem	Tonelada
Borracha (Cultivada, coagulada, líquida e coagulada da silvicultura)	Tonelada	Palmito	Tonelada
Brócolis	Tonelada	Palmito de Açaí	Tonelada
Buriti	Tonelada	Pepino	Tonelada

Tabela 1B, continuação

Produtos e agregações	Unidades de medidas	Produtos e agregações	Unidades de medidas
Cacau (em amêndoa) Safras:			
principal e temporária	Tonelada	Pequi em coco	Tonelada
Cafê	Tonelada	Pêra	Mil frutos
Cajá- manga	Mil frutos	Peroba	Mil árvores
Caju	Mil frutos	Pêssego	Mil frutos
Cana-de-açúcar	Tonelada	Piaçava (em fibra)	Tonelada
Cana forrageira	Tonelada	Pimenta	Tonelada
Capim elefante napier	Tonelada	Pimenta do reino	Tonelada
Capim em geral	Tonelada	Pimentão	Tonelada
Caqui	Mil frutos	Pinhão	Tonelada
Cará	Tonelada	Pinheiro de araucária	Mil árvores
Carnaúba (em cera e em folha)	Tonelada	Pintos de um dia	Número de cabeças
Caroá	Tonelada	Pinus	Mil árvores
Caruru	Tonelada	Piretro	Tonelada
Carvão (Plantados e silvicultura)	Tonelada	Pó de carnaúba	Tonelada
Cascas de acácia negra	Tonelada	Postes de madeira	Mil unidades
Cascas taníferas	Tonelada	Quiabo	Tonelada
Castanha de caju (Plantados e silvicultura)	Tonelada	Rabanete	Tonelada
Castanha do Pará	Tonelada	Rami (em fibra e haste)	Tonelada
Castanha europeia	Tonelada	Repolho	Tonelada
Cebola	Tonelada	Resinas (em óleos e graxas vegetais)	Tonelada
Cebolinha	Tonelada	Rúcula	Tonelada
Cenoura	Tonelada	Salsa	Tonelada
Centeio (em grão)	Tonelada	Sapoti	Mil frutos
Cevada (em grão)	Tonelada	Sementes	Tonelada
Chá da Índia	Tonelada	Sementes de Forrageiras	Tonelada
Cheiro verde	Tonelada	Soja (em grão)	Tonelada
Chicória	Tonelada	Sorgo (em grão e vassoura)	Tonelada
Chuchu	Tonelada	Sorgo forrageiro	Tonelada
Coco-da-bahia	Mil frutos	Sorva (em goma)	Tonelada
Coentro	Tonelada	Tangerina	Mil frutos
Cogumelos Comestíveis	Tonelada	Tomate	Tonelada
Copaíba em óleo	Tonelada	Trigo (em grão) comum e preto	Tonelada
Couve	Tonelada	Tucum	Tonelada
Couve-flor	Tonelada	Tungue	Tonelada
Cravo da Índia	Tonelada	Umbu	Tonelada
Cupuaçu	Mil frutos	Urucum (em semente)	Tonelada
Dendê em coco	Tonelada	Uva (para mesa e vinho)	Tonelada
Dormentes	Mil unidades	Vagem	Tonelada
Erva doce	Tonelada	Vagem de Algaroba	Tonelada
Erva mate (Plantado e Silvicultura)	Tonelada	Asininos	Número de cabeças
Ervilha (em grão e vagem)	Tonelada	Aves (Galinhas, galos e frangos)	Número de cabeças
Espinafre	Tonelada	Bovinos	Número de cabeças
Estacas de Madeira	Mil unidades	Bubalinos	Número de cabeças
Eucalipto	Mil árvores	Caprinos	Número de cabeças
Fava	Tonelada	Casulo de bicho da seda	Quilogramas

Tabela 1B, continuação

Produtos e agregações	Unidades de medidas	Produtos e agregações	Unidades de medidas
Feijão (em grão e verde)1 <sup>a</sup> , 2 <sup>a</sup> , 3 <sup>a</sup> safras	Tonelada	Cera de abelha	Quilogramas
Fibras em geral	Tonelada	Coelhos	Número de cabeças
Figo	Mil frutos	Equinos	Número de cabeças
Folhas de Eucalipto	Tonelada	Leite de búfala	Mil litros
Fruta do conde	Mil frutos	Leite de cabra	Mil litros
Fumo (em folha)	Tonelada	Leite de vaca	Mil litros
Gengibre	Tonelada	Mel de abelha	Quilogramas
Gergelim	Tonelada	Muares	Número de cabeças
Girassol	Tonelada	Outras aves (Gansos, marrecos, codorna, pato e perus)	Número de cabeças
Goiaba	Mil frutos	Ovinos	Número de cabeças
Guandu	Tonelada	Ovos de galinha	Mil dúzias
Guaraná	Tonelada	Ovos de outras aves	Mil dúzias
Hortelã	Tonelada	Pintos de um dia	Número de cabeças
Imbu	Tonelada	Suínos	Número de cabeças
Inhame	Tonelada		
Ipecacuanha-Poaia	Tonelada		

Fonte: Resultado da pesquisa.

Tabela 2B - Participação de cada insumo no custo total, Brasil, 1970 - 2006.

Participação	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Terra	33,32	34,75	33,01	34,39	22,98	30,69
Pessoal ocupado	51,00	46,71	42,26	42,05	46,49	16,08
Estoque de tratores	6,97	7,90	10,85	10,50	17,10	17,84
Aubos e corretivos	3,74	6,18	7,50	6,58	6,00	16,30
Agrotóxicos	1,27	0,08	2,11	2,51	2,96	9,85
Bagaço	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Carvão vegetal	0,03	0,07	0,00	0,00	0,00	0,00
Gás liquefeito de petróleo	0,08	0,12	0,02	0,01	0,00	0,00
Gasolina	0,81	1,34	1,11	0,39	0,28	0,59
Lenha	1,39	0,87	0,22	0,16	0,37	0,72
Óleo diesel	0,73	1,37	2,54	2,81	2,37	3,28
Óleo combustível	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00
Querosene	0,41	0,28	0,03	0,01	0,00	0,00
Energia elétrica comprada	0,25	0,26	0,30	0,41	1,38	4,57
Resíduos vegetais	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Outros	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00
Álcool	0,00	0,00	0,00	0,18	0,08	0,08

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 3B – Participação de cada produto no valor total da Produção, Brasil, 1970/2006.

Participação	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Abacate	0,0009	0,0006	0,0006	0,0003	0,0000	0,0000
Abacaxi	0,0023	0,0009	0,0009	0,0000	0,0000	0,0007
Abio	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Abóbora	0,0026	0,0015	0,0017	0,0006	0,0000	0,0000
Abobrinha	0,0001	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002
Acácia negra	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Açafrão	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Açaí	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0007
Acelga	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Acerola	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Agave	0,0011	0,0030	0,0021	0,0011	0,0000	0,0001
Agrião	0,0005	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
Alcachofra	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Alfafa	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Alfalfa forrageira	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Alface	0,0033	0,0018	0,0015	0,0014	0,0000	0,0008
Algodão	0,0440	0,0254	0,0208	0,0229	0,0111	0,0059
Alho	0,0003	0,0002	0,0008	0,0015	0,0000	0,0000
Alho-poró	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Almeirão	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Ameixa	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Amendoim em casca	0,0120	0,0043	0,0026	0,0010	0,0000	0,0002
Amora	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Andiroba	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Araruta	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Arroz em casca	0,0683	0,0905	0,0562	0,0480	0,0474	0,0073
Asininos	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Aspargo	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Aveia em casca	0,0001	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Aveia forrageira	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Azedinha	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Azeitona	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Azevém	0,0000	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Azevém Forrageiro	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Babaçu em amêndoa	0,0035	0,0000	0,0000	0,0012	0,0000	0,0004
Balata	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Banana	0,0122	0,0106	0,0096	0,0098	0,0183	0,0092
Batata doce	0,0034	0,0026	0,0021	0,0010	0,0000	0,0002
Batata em semente	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Batata inglesa	0,0086	0,0070	0,0100	0,0062	0,0068	0,0007
Berinjela	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
Bertalha	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Beterraba	0,0001	0,0003	0,0002	0,0003	0,0000	0,0002

Tabela 3B, continuação

Participação	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Borracha	0,0034	0,0002	0,0004	0,0031	0,0000	0,0004
Bovinos	0,1365	0,1727	0,1939	0,1500	0,1579	0,0400
Brócolis	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
Bubalinos	0,0002	0,0000	0,0000	0,0007	0,0000	0,0001
Buriti	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cacau em amêndoa	0,0141	0,0154	0,0183	0,0255	0,0071	0,0014
Café	0,0457	0,0991	0,0616	0,1252	0,0732	0,0156
Cajá - manga	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Caju	0,0004	0,0002	0,0003	0,0003	0,0015	0,0000
Cana	0,0608	0,0546	0,0746	0,0855	0,1576	0,0359
Cana forrageira	0,0022	0,0032	0,0014	0,0000	0,0000	0,0000
Capim elefante napier	0,0000	0,0000	0,0022	0,0000	0,0000	0,0000
Capim em geral	0,0008	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Caprinos	0,0009	0,0009	0,0013	0,0010	0,0000	0,0002
Caqui	0,0005	0,0003	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Cará	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Carnaúba	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
Caroá	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Caruru	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Carvão	0,0093	0,0000	0,0108	0,0066	0,0000	0,0008
Cascas de acácia negra	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002
Cascas taníferas	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Castanha de caju	0,0005	0,0000	0,0000	0,0029	0,0018	0,0000
Castanha do Pará	0,0007	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000
Castanha europeia	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Casulo seda	0,0006	0,0000	0,0000	0,0006	0,0000	0,0755
Caucho	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cebola	0,0019	0,0037	0,0035	0,0046	0,0000	0,0004
Cebolinha	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0002
Cenoura	0,0010	0,0013	0,0011	0,0013	0,0000	0,0002
Centeio em grão	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cera de abelha	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0132
Cevada em grão	0,0001	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
Chá da Índia	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000
Cheiro verde	0,0000	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Chicória	0,0003	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Chuchu	0,0009	0,0009	0,0007	0,0009	0,0000	0,0002
Coco-da-bahia	0,0041	0,0021	0,0019	0,0026	0,0034	0,0013
Coelhos	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0048
Coentro	0,0002	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0002
Cogumelos comestíveis	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Copaíba em óleo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Couve	0,0008	0,0004	0,0004	0,0009	0,0000	0,0002

Tabela 3B, continuação

Participação	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Couve-flor	0,0004	0,0005	0,0003	0,0003	0,0000	0,0002
Cravo da Índia	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Cupuaçu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Dendê em côco	0,0004	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Dormentes	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Equinos	0,0011	0,0000	0,0017	0,0021	0,0000	0,0002
Erva doce	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Erva mate	0,0009	0,0001	0,0002	0,0009	0,0010	0,0000
Ervilha	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Espinafre	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Estaca	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Eucalipto	0,0110	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fava	0,0005	0,0005	0,0003	0,0003	0,0000	0,0000
Feijão em grão	0,0453	0,0316	0,0506	0,0246	0,0302	0,0046
Fibras em geral	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Figo	0,0004	0,0003	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Folhas de eucalipto	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fruta do conde	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Fumo em folha	0,0112	0,0115	0,0079	0,0104	0,0234	0,0053
Galinhas, galos, frangos	0,0237	0,0315	0,0461	0,0375	0,0000	0,0104
Gengibre	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Gergelim	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Girassol	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Goiaba	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0000	0,0001
Graviola	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Guando	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Guaraná	0,0001	0,0001	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Hortelã	0,0018	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Imbu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Inhame	0,0006	0,0005	0,0006	0,0000	0,0000	0,0001
Ipecacuanha	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Jabuticaba	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Jaca	0,0005	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000
Jenipapo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Jiló	0,0002	0,0002	0,0002	0,0000	0,0000	0,0001
Juta	0,0010	0,0010	0,0012	0,0005	0,0000	0,0000
Kiwi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Lã	0,0042	0,0026	0,0021	0,0013	0,0000	0,0612
Laranja	0,0142	0,0120	0,0141	0,0287	0,0284	0,0078
Leite	0,0746	0,0784	0,0871	0,0644	0,1428	0,0161
Leite de búfala	0,0000	0,0241	0,0000	0,0001	0,0000	0,0062
Leite de cabra	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002	0,0000	0,0821
Lenha	0,0151	0,0000	0,0000	0,0060	0,0000	0,0029

Tabela 3B, continuação

Participação	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Lima	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Limão	0,0006	0,0008	0,0010	0,0013	0,0000	0,0004
Linho	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Lirlo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maçã	0,0002	0,0003	0,0007	0,0016	0,0062	0,0014
Madeira em toras	0,0269	0,0000	0,0000	0,0213	0,0000	0,0025
Malva em fibra	0,0003	0,0011	0,0016	0,0008	0,0000	0,0000
Mamão	0,0007	0,0005	0,0010	0,0010	0,0023	0,0003
Mamona	0,0022	0,0009	0,0015	0,0013	0,0000	0,0001
Mandioca	0,0448	0,0326	0,0288	0,0222	0,0350	0,0067
Mandioquinha	0,0002	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Manga	0,0008	0,0008	0,0009	0,0010	0,0043	0,0006
Mangaba	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maracujá	0,0001	0,0002	0,0005	0,0007	0,0025	0,0004
Marmelo	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Maxixe	0,0001	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Mel	0,0002	0,0000	0,0000	0,0005	0,0000	0,2843
Melancia	0,0029	0,0010	0,0015	0,0010	0,0000	0,0011
Melão	0,0003	0,0004	0,0004	0,0004	0,0000	0,0003
Milho em grão	0,0849	0,0767	0,0684	0,0515	0,0960	0,0207
Milho forrageiro	0,0002	0,0000	0,0011	0,0000	0,0000	0,0000
Milho verde	0,0001	0,0003	0,0002	0,0004	0,0000	0,0002
Morango	0,0005	0,0004	0,0004	0,0000	0,0000	0,0003
Mostarda	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Muares	0,0003	0,0000	0,0000	0,0003	0,0000	0,0000
Mudas	0,0034	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mudas de café	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mudas de eucalipto	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Mudas de pinus	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Nabo	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Nectarina	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Nêspera	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Noz	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Oiticica	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ouricuri	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Outras aves	0,0000	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,1239
Ovinos	0,0025	0,0025	0,0031	0,0022	0,0000	0,0005
Ovos de codorna	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000
Ovos de galinha	0,0287	0,0000	0,0225	0,0185	0,0000	0,0076
Ovos de outras aves	0,0002	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0852
Palanque	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Palma forrageira	0,0024	0,0000	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000
Palmito	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0002

Tabela 3B, continuação

Participação	1970	1975	1980	1985	1995	2006
Palmito de Açaí	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pepino	0,0004	0,0004	0,0006	0,0006	0,0000	0,0002
Pequi	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pêra	0,0002	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Peroba	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pêssego	0,0011	0,0009	0,0008	0,0007	0,0000	0,0002
Piaçava	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pimenta	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
Pimenta do reino	0,0019	0,0016	0,0023	0,0039	0,0008	0,0003
Pimentão	0,0006	0,0008	0,0009	0,0010	0,0000	0,0003
Pinhão	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pinheiro de Araucária	0,0015	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pintos de 1 dia	0,0033	0,0050	0,0074	0,0077	0,0000	0,0008
Pinus	0,0007	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Piretro	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Pó de carnaúba	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Postes	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Quiabo	0,0005	0,0005	0,0005	0,0006	0,0000	0,0002
Rabanete	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rami	0,0009	0,0005	0,0004	0,0000	0,0000	0,0000
Repolho	0,0008	0,0011	0,0009	0,0009	0,0000	0,0003
Resinas em óleo e graxas vegetais	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Rúcula	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Salsa	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0001
Sapoti	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sementes	0,0002	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Sementes de Forrageiras	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Soja em grão	0,0244	0,0877	0,0789	0,0732	0,1260	0,0313
Sorgo	0,0001	0,0004	0,0003	0,0000	0,0000	0,0000
Sorgo forrageiro	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Sorva	0,0006	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Suínos	0,0466	0,0461	0,0421	0,0371	0,0000	0,0086
Tangerina	0,0007	0,0018	0,0012	0,0016	0,0000	0,0004
Tomate	0,0077	0,0062	0,0062	0,0063	0,0000	0,0015
Trigo	0,0345	0,0184	0,0178	0,0365	0,0066	0,0016
Tucum	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Tungue	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Umbu	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Urucum	0,0000	0,0000	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000
Uva	0,0058	0,0041	0,0043	0,0029	0,0083	0,0019
Vagem	0,0007	0,0009	0,0006	0,0005	0,0000	0,0001
Vagem de Algaroba	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

Fonte: Resultados da pesquisa

Tabela 4B - Elasticidade do capital e trabalho estimada para as unidades de federação

UF		Intercepto	Elasticidade do capital	Elasticidade do Trabalho
Acre		-0,10	0,99	0,21
	R <sup>2</sup> =0,9638	(0,95)	(0,01)	(0,16)
Alagoas		2,82	1,01	-0,06
	R <sup>2</sup> =0,9427	(0,24)	(0,03)	(0,83)
Amazonas		2,39	0,91	0,05
	R <sup>2</sup> =0,9302	(0,22)	(0,01)	(0,68)
Amapá		2,51	0,82	0,11
	R <sup>2</sup> =0,7913	(0,44)	(0,06)	(0,63)
Bahia		4,32	1,55	-0,62
	R <sup>2</sup> =0,9281	(0,18)	(0,02)	(0,16)
Ceará		3,25	1,61	-0,60
	R <sup>2</sup> =0,9614	(0,14)	(0,01)	(0,06)
Distrito Federal		2,78	1,28	-0,26
	R <sup>2</sup> =0,8738	(0,43)	(0,07)	(0,65)
Espírito Santo		1,83	0,56	0,44
	R <sup>2</sup> =0,9093	(0,53)	(0,14)	(0,27)
Goiás		2,28	0,67	0,32
	R <sup>2</sup> =0,9761	(0,17)	(0,05)	(0,24)
Maranhão		2,70	1,26	-0,25
	R <sup>2</sup> =0,9234	(0,29)	(0,03)	(0,36)
Mato Grosso		3,09	0,77	0,15
	R <sup>2</sup> =0,9350	(0,28)	(0,03)	(0,58)
Mato Grosso do Sul		2,48	1,04	-0,02
	R <sup>2</sup> =0,9709	(0,30)	(0,07)	(0,95)
Minas Gerais		2,04	0,80	0,21
	R <sup>2</sup> =0,9185	(0,52)	(0,12)	(0,63)
Pará		2,92	1,07	-0,10
	R <sup>2</sup> =0,9623	(0,16)	(0,01)	(0,59)
Paraíba		3,17	1,46	-0,48
	R <sup>2</sup> =0,9595	(0,15)	(0,01)	(0,07)
Paraná		4,16	1,29	-0,40
	R <sup>2</sup> =0,9217	(0,23)	(0,03)	(0,32)
Pernambuco		-1,59	2,40	-1,36
	R <sup>2</sup> =0,9971	(0,07)	(0,00)	(0,00)
Piauí		5,74	1,52	-0,63
	R <sup>2</sup> =0,8961	(0,17)	(0,02)	(0,08)
Rio de Janeiro		1,31	-0,34	3,21
	R <sup>2</sup> =0,9265	(0,24)	(0,03)	(0,39)
Rio Grande do Norte		3,55	2,01	-0,97
	R <sup>2</sup> =0,9273	(0,21)	(0,02)	(0,08)
Rio Grande do Sul		4,70	1,37	-0,50
	R <sup>2</sup> =0,9307	(0,16)	(0,02)	(0,16)
Roraima		3,46	0,53	0,32
	R <sup>2</sup> =0,8933	(0,13)	(0,11)	(0,25)
Rondônia		2,91	1,30	-0,31
	R <sup>2</sup> =0,9922	(0,02)	(0,00)	(0,04)
São Paulo		1,88	0,61	0,39
	R <sup>2</sup> =0,9418	(0,56)	(0,18)	(0,44)
Santa Catarina		4,92	1,49	-0,61
	R <sup>2</sup> =0,9439	(0,12)	(0,01)	(0,09)
Sergipe		2,06	1,08	-0,04
	R <sup>2</sup> =0,9516	(0,32)	(0,03)	(0,88)

Fonte: Resultados da pesquisa

Os valores entre parênteses se referem ao p-valor das estimações. NS: não significativo e os sinais \*, \*\* e \*\*\* se referem a significância estatística dos coeficientes a 10%, 5 e 1%, respectivamente.

Tabela 5B - Elasticidade do capital, trabalho e tecnologia estimada para as unidades de federação

UF	Intercepto	Elasticidade do capital	Elasticidade do Trabalho	Elasticidade da Tecnologia
Acre	-11,38 R <sup>2</sup> =0,9959 (0,06)	0,72 (0,02)	0,48 (0,03)	2,38 (0,06)
Alagoas	-8,28 R <sup>2</sup> =0,9746 (0,37)	0,16 (0,81)	0,89 (0,30)	1,71 (0,25)
Amazonas	-4,46 R <sup>2</sup> =0,9789 (0,41)	1,02 (0,02)	0,00 (0,97)	1,43 (0,24)
Amapá	-4,77 R <sup>2</sup> =0,8901 (0,51)	0,41 (0,42)	0,35 (0,31)	1,81 (0,31)
Bahia	-8,21 R <sup>2</sup> =0,9861 (0,21)	0,48 (0,37)	0,57 (0,33)	1,88 (0,10)
Ceará	7,67 R <sup>2</sup> =0,9754 (0,23)	2,03 (0,05)	-0,99 (0,14)	-0,8 (0,40)
Distrito Federal	-20,25 R <sup>2</sup> =0,9755 (0,13)	-1,08 (0,33)	1,98 (0,14)	4,08 (0,10)
Espírito Santo	-5,38 R <sup>2</sup> =0,9752 (0,27)	0,1 (0,74)	0,99 (0,09)	1,22 (0,15)
Goiás	-2,13 R <sup>2</sup> =0,9812 (0,76)	0,07 (0,94)	0,94 (0,40)	0,69 (0,54)
Maranhão	-9,74 R <sup>2</sup> =0,9990 (0,01)	0,26 (0,10)	0,67 (0,02)	2,45 (0,01)
Mato Grosso	-2,57 R <sup>2</sup> =0,9721 (0,58)	0,12 (0,82)	0,87 (0,21)	0,71 (0,24)
Mato Grosso do Sul	-7,00 R <sup>2</sup> =0,9874 (0,56)	0,00 (0,99)	1,22 (0,47)	1,03 (0,46)
Minas Gerais	-4,98 R <sup>2</sup> =0,9280 (0,76)	0,07 (0,97)	0,95 (0,59)	1,18 (0,66)
Pará	-8,85 R <sup>2</sup> =0,9728 (0,58)	0,7 (0,26)	0,24 (0,63)	2,42 (0,47)
Paraíba	10,95 R <sup>2</sup> =0,9932 (0,05)	1,82 (0,01)	-0,84 (0,03)	-1,43 (0,09)
Paraná	-53,5 R <sup>2</sup> =0,9816 (0,14)	-5,33 (0,18)	6,75 (0,14)	8,2 (0,13)
Pernambuco	-0,62 R <sup>2</sup> =0,9975 (0,76)	2,6 (0,02)	-1,56 (0,05)	-0,22 (0,62)
Piauí	16,92 R <sup>2</sup> =0,9047 (0,59)	1,8 (0,14)	-1,09 (0,43)	-1,61 (0,71)
Rio de Janeiro	20,01 R <sup>2</sup> =0,9357 (0,59)	2,18 (0,32)	-1,21 (0,55)	-3,23 (0,65)
Rio Grande do Norte	10,95 R <sup>2</sup> =0,9578 (0,23)	2,71 (0,06)	-1,64 (0,13)	-1,32 (0,35)
Rio Grande do Sul	20,29 R <sup>2</sup> =0,9861 (0,07)	1,48 (0,01)	-0,98 (0,05)	-2,11 (0,11)
Roraima	7,66 R <sup>2</sup> =0,9180 (0,31)	0,87 (0,22)	0,04 (0,93)	-0,86 (0,52)
Rondônia	-10,19 R <sup>2</sup> =0,9990 (0,11)	0,64 (0,08)	0,44 (0,17)	2,39 (0,07)
Santa Catarina	15,33 R <sup>2</sup> =0,9735 (0,17)	2,56 (0,08)	-1,68 (0,15)	-1,77 (0,27)
São Paulo	-7,47 R <sup>2</sup> =0,9870 (0,20)	-0,19 (0,65)	1,37 (0,09)	1,19 (0,12)
Sergipe	-10,87 R <sup>2</sup> =0,9991 (0,02)	-0,13 (0,39)	1,15 (0,01)	2,16 (0,01)

Fonte: Resultados da pesquisa

Os valores entre parênteses se referem ao p-valor das estimações. NS: não significativo e os sinais \*, \*\* e \*\*\* se referem a significância estatística dos coeficientes a 10%, 5 e 1%, respectivamente.